

昭和57年度

建設機械と施工法シンポジウム

論 文 集

昭和57年10月14～15日

新潟・厚生年金会館

社団法人 日本建設機械化協会

〒105 東京都港区芝公園3丁目5番8号

(機械振興会館) 電話 (03) 433-1501

昭和57年度

建設機械と施工法シンポジウム 論 文 集

目 次

*印 口述発表者

【土工機械と施工法】

1. 重ダンブトラックタイヤの摩耗寿命予測 …………… 愛媛大学 *室 達朗, 榎 明潔… 1
2. 沿岸漁場整備開発事業における水陸両用ブルドーザの施工法について
…………… 小松建設工業㈱ 尾崎忠雄, *三村 充… 5
3. 低騒音形ブルドーザ (D6D) の開発
…………… キャタピラー三菱㈱ *小田部喜三郎, 雨宮信一, 和田 敏… 9
4. 低騒音形ブルドーザ (D60P) の開発
…………… ㈱小松製作所 飯塚武彦, 杉本 豊 *平 賢治, 福島 明…13
5. 湿地ブルドーザによる畦畔整形装置の開発
……………キャタピラー三菱㈱ *小田部喜三郎, 内田富夫, 近藤成人…17
6. 建設工事の省力化に関するアンケート結果について
…………… ㈱日本建設機械化協会 川端徹哉, *小越富夫…21

【軟弱地盤処理機・基礎工用機械と施工法】

7. 打撃式杭打機におけるエネルギー伝達率の測定について
…………… 建設省土木研究所 北川原 徹, 建設機械化研究所 藤本義二, *西ヶ谷忠明…25
8. エムアールディ工法による地盤改良 …………… 小野田セメント㈱ *八木格而, 森 公一…29
9. 軟弱地盤改良のサンドマット工法にかわる特殊排水マット工法
…………… フジタ工業㈱ 中光秀登, 林 英雄, *茶山和博…33
10. 深層混合処理工法における攪拌装置の開発研究 …………… ㈱大林組 松尾龍之…37
11. ニューマチックケーソン工法におけるバケット式自動ずり出し装置
…………… 鹿島建設㈱ 菊池建二, 中川 毅, *高橋 忍…41
12. 凝灰質粘土の盛土流用における地山石灰安定処理
……………フジタ工業㈱ 中光秀登, 林 英雄, 茶山和博, *北 哲郎, 林 隆佳…45

【架設用仮設備機器と施工法】

13. スリップフォーム工法等による管制塔建設 …………… ㈱大林組 大島勝之…49
14. P & Z式移動支保工法及び装置 …………… 清水建設㈱ 岡野 正…53
15. トラベリング工法等による屋根建設 …………… ㈱大林組 大島勝之…57
16. 押上げ工法による大型鉄塔架設 …………… ㈱大林組 大島勝之…61
17. 沈砂池浚渫装置の開発 …………… ㈱日立製作所 久保沢稔, 新藤泰久, *渡辺渉…65

【維持用その他機械と施工法】

18. ロータリ除雪車の能力表示について …………… 建設機械化研究所, *本郷慎一, 谷口弘文… 69
19. リサイクルアスファルトプラント燃料へのLPガス採用について …… 大林道路㈱ 染川 豊… 73
20. 側溝清掃車(脱水処理装置付)開発に関する研究
…………… 建設省近畿技術事務所 *村田良太郎, 宮風 均… 77
21. 小型路面整正機の開発について…………… 建設省東北技術事務所 黒木正輝, *斎 恒夫… 81
22. 橋梁点検と新形点検機械の開発について…………… 建設省関東技術事務所 津田弘徳, *猪俣洋志… 85
23. 路上再生機(リ・シェーパー)の開発 …………… 大林道路㈱ 松本歳一, *染川 豊, 工藤 勇… 89
24. プラウ式除雪機械におけるプラウ形状と雪氷の運動
…………… 長岡技術科学大学 伊藤 広, 長谷川光彦, *福土卓郎… 93

【トンネル工事中用機械と施工法】

25. トンネルの二次覆工コンクリート打設工法 …………… 建設ファスナー㈱ 田知本 典… 97
26. 泥漿シールドとその施工例 …………… 日立造船㈱ 吉川忠男…101
27. 礫破砕式泥水推進工法の開発 …………… ㈱奥村組 *伊藤俊彦, 畑山栄一, 園部富士雄…105
28. 滞水砂層用水圧バランス小口径管推進工法について …………… ㈱加賀田組 竹谷由樹…109
29. 硬質土用水圧バランス形アイアンモール …………… ㈱小松製作所 斉藤 博…113

【コンクリート工事中用機械と施工法】

30. 低騒音形コンクリートポンプ車の開発
…………… 建設省土木研究所 *境 友昭, 石川島播磨重工業㈱ 大村高慶…117
31. ダム建設用ジブクレーンの改良について…建設省大町ダム工事事務所 高橋岩一, *中橋秀順…121
32. 低スランプ生コン用コンクリートポンプの開発 …… ㈱新潟鉄工所 吉川義晴, 千田新太郎…125
33. 砂防工事におけるコンクリート締固め機械の開発
…………… 建設省北陸技術事務所 *青木鉄朗, 本間政幸…129
34. ケーブルクレーン打設におけるコンクリートバケットの遠隔開閉装置の開発
…………… 建設省阿賀川工事事務所 平山建治, *上村 弘, 鹿島建設㈱ 塚本克美…133

1. 重ダンプトラックタイヤの摩耗寿命予測

愛媛大学 *室 達 朗・榎 明 次

1. まえがき 前報¹⁾においては、重ダンプトラックタイヤの摩耗特性を解析するために、平地・傾斜地における直線および曲線走行を行う種々の車両の運動形態に対して、車両およびタイヤの運動方程式から厳密に算定していくシミュレーション解析の方法を示した。この方法は、タイヤの操舵角と作用トルクをコントロールして4輪モデル運動方程式を解き、各タイヤの摩擦仕事量を算定していく精度の高い解析手法であるが、計算に多くの時間を必要とする。ここでは、近似解法として2輪モデル運動方程式を用いて車両の進行方向加速度と向心方向加速度から直接タイヤのスリップ量を導き摩擦仕事量を算定する方法を示した。つぎに、実際の重ダンプトラックタイヤの摩耗量の実測を行い、摩擦仕事量との比較からタイヤの摩耗履歴曲線を導き、タイヤの摩耗寿命予測式を提案した。さらに、タイヤの摩耗寿命を予測するに当たって、重ダンプトラックの走路条件係数から簡単に摩擦仕事量を算定する方法をも示した。

2. 摩擦係数とスリップ率 重ダンプトラックの実際の走行形態からタイヤのスリップ角 β は微小であると考えられるので、スリップ率 S は以下に示す近似式で算定することとした。

$$u \cos \beta > R \cdot \omega \text{ のとき} \\ S_{lon} = (u \cdot \cos \beta - R \cdot \omega) / u > 0, \quad S_{lat} = -\sin \beta \quad (1)$$

$$u \cos \beta \leq R \cdot \omega \text{ のとき} \\ S_{lon} = (u \cdot \cos \beta - R \cdot \omega) \cos \beta / R \omega \leq 0, \quad S_{lat} = -\sin \beta \quad (2)$$

ここに、 u はタイヤの進行速度、 R はタイヤの回転半径、 ω はタイヤの回転角速度である。また、添字の lon および lat はそれぞれタイヤの回転方向および回転に直角の方向の諸量である。

表1に示した重ダンプトラックタイヤの摩擦係数とスリップ率の関係について実測した結果、静摩擦領域においては、タイヤの回転方向と直角方向における摩擦現象はほぼ等方的であり、また、スリップの方向と摩擦力の発生方向はほぼ同一直線上に作用することが判明した。²⁾ すなわち、 $\mu_{lon} = C S_{lon}$ 、 $\mu_{lat} = C S_{lat}$ とし、 $C = 1.41$ として算定することとした。

表1 重ダンプトラックおよびタイヤの諸元

記号	説明	空車	実車
R	タイヤ半径 (m)	1.01	1.01
l	前・後輪軸間距離 (m)	4.19	4.19
l_f	前輪軸と重心間距離 (m)	2.44	2.73
l_r	後輪軸と重心間距離 (m)	1.75	1.46
b_f	前輪タイヤの左右間隔 (m)	3.16	3.16
b_r	後輪タイヤの左右間隔 (m)	2.74	2.74
h	重心高さ (m)	2.11	2.91
J_z	車両の慣性モーメント (kgm ²)	89970	240800
E_f	前輪のばね定数	0.884	0.884
E_r	後輪のばね定数	2.053	2.053
Q_1	$2E_r b_r b_r / (E_r b_r^2 + E_r b_f^2)$	1.467	1.467
Q_2	$2E_f b_f b_f / (E_f b_f^2 + E_f b_r^2)$	0.632	0.632
K_f	前輪と車両重心間距離 (m)	2.91	3.27
K_r	後輪と車両重心間距離 (m)	2.22	1.91
I_f	前輪の慣性モーメント (kgm ²)	510	510
I_r	後輪の慣性モーメント (kgm ²)	2509	2509
W	車両の全重量 (kgf)	39200	104900
μ_R	タイヤのこすり摩擦係数	-0.02	-0.02
γ_f	$\angle G-1-3$ (deg)	32.9	28.9
γ_r	$\angle G-3-1$ (deg)	38.1	45.9

3. 近似モデル運動方程式 図1に示すように、前後輪の左右輪を1輪とした2輪モデルについての重心 G の進行方向、向心方向および重心まわりの回転運動の運動方程式は次式で与えられる。 f および r は前後輪の別を示す。

$$F_t = (W/g) \left(\frac{dV}{dt} + g \sin I \right) = \mu_{lonf} \cos(\beta - \alpha) N_f - C \sin \beta_f \sin(\beta - \alpha) N_f + \mu_{lonr} \cos \beta_r N_r - C \sin \beta_r \sin \beta_r N_r \quad (3)$$

$$F_n = (W/g)U^2/r = \mu_{lonf} \sin(\beta - \alpha) N_f + C \sin \beta_f \cos(\beta - \alpha) N_f + \mu_{lonr} \sin \beta \cdot N_r + C \sin \beta_r \cos \beta \cdot N_r \quad (4)$$

$$M = J_z (d^2\theta/dt^2) = -\mu_{lonf} \sin \alpha \cdot N_f l_f + C \sin \beta_f \cdot \cos \alpha \cdot N_f l_f - C \sin \beta_r \cdot N_r \cdot l_r \quad (5)$$

また、前輪と後輪の回転運動の方程式において車輪の慣性項を無視すると、 μ_{lonf} は次式で与えられる。

$$\mu_{lonf} = B_T (\mu_{lonr} - \mu_R) N_r / N_f + \mu_R \quad (6)$$

ここに、 dU/dt は進行方向加速度、 I は登りを正とする走路傾斜角、 U^2/r は向心加速度、 B_T は制動時の前後輪トルク比、 α は操舵角、 β は重心スリップ角、 N_f, N_r は前後輪に作用する垂直荷重、 φ_f, φ_r は前輪および後輪の進行方向と重心の進行方向のなす角、 $d^2\theta/dt^2$ は車体の回転角速度であり、 $\beta_f = \beta - \alpha - \varphi_f$ 、 $\beta_r = \beta - \varphi_r$ という関係がある。上記の重心まわりの運動方程式において、 F_t, F_n, M が既知であれば、未知数 $\mu_{lonr}, \beta_f, \beta_r$ が算定され、左右輪への配分を行えば各タイヤのスリップ率が算定される。

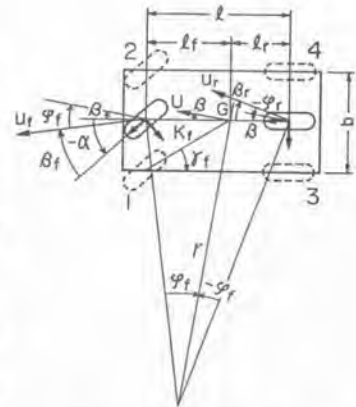


図1 近似モデル車輛

4. タイヤの摩擦仕事量 各タイヤの摩擦仕事量は、それぞれのタイヤに発生する摩擦係数、作用荷重、スリップ率および走行距離の積として算定することができる。駆動時においては、タイヤの回転方向の摩擦仕事量 F_{wlon} は摩擦力 $\mu_{lon} N$ 、スリップ速度 $U_s \cos \gamma$ および時間との積として、

$$F_{wloni} = \int \mu_{loni} N_i U_{si} \cos \gamma_i dt = C_{loni} \int S_{loni}^2 N_i \sqrt{(R_i \omega_i)^2 + (U_i \sin \beta_i)^2} dt \quad (7)$$

同様に、タイヤの回転方向に直角な方向の摩擦仕事量 F_{wlat} は、

$$F_{wlati} = C_{lati} \int S_{lati}^2 N_i \sqrt{(R_i \omega_i)^2 + (U_i \sin \beta_i)^2} dt \quad (8)$$

となる。制動時においては、 $F_{wloni} = C_{loni} \int S_{loni}^2 N_i U_i dt$ (9)

$$F_{wlati} = C_{lati} \int S_{lati}^2 N_i U_i dt \quad (10)$$

で算定される。

ORタイヤのコーナリング時における摩擦仕事量と走路の曲率半径とは逆比例の関係にあり、50から100mの向のある曲率半径以下になると摩擦仕事量が急増することが判明している。³⁾

5. 走路および走行特性 図2にA1~A5とB1~B4の走路平面図を示した。各走路の往復総延長は約10.2Kmに達しており、縦断勾配は平均9.2%、最高17.2%と比較的ゆるやかな地形である。走路は、風化花崗岩で構成された表面にはまき土をまき出して転圧整備されている。この土取現場の走路を一例として、タイヤの摩擦仕事量を走路の勾配、曲率と走路延長、および重ダンプトラックの運行速度から算定される走路指数、車輛重量および $\mu-s$ 曲線から算定する方法について考察する。



写真1 ORタイヤ

この土取現場の走路を一例として、タイヤの摩擦仕事量を走路の勾配、曲率と走路延長、および重ダンプトラックの運行速度から算定される走路指数、車輛重量および $\mu-s$ 曲線から算定する方法について考察する。

次式に示す1輪モデル運動方程式において、 $dU/dt=0$ 、 $\sin\beta=\beta$ 、 $\cos\beta=1$ 、 $\sin^2\beta=0$ とすると、

$$\frac{1}{g} \frac{dU}{dt} + \sin I = -c S_{lon} \cos \beta \cos I - c \sin^2 \beta \cos I \quad (11)$$

$$\frac{1}{g} \frac{U^2}{r} = -c S_{lon} \sin \beta \cos I - c S_{lat} \cos \beta \cos I \quad (12)$$

$$\text{より、} S_{lon} = -(\frac{1}{c}) \tan I \quad (13)$$

$$S_{lat} = -(U^2/g_r) / (\sin I + c \cos I) \quad (14)$$

かえらねる。単位走行距離に対する摩擦仕事量 W_0 は次式

$$\text{で与えらねる。} W_0 = c S^2 N = \mu^2 N/c \quad (15)$$

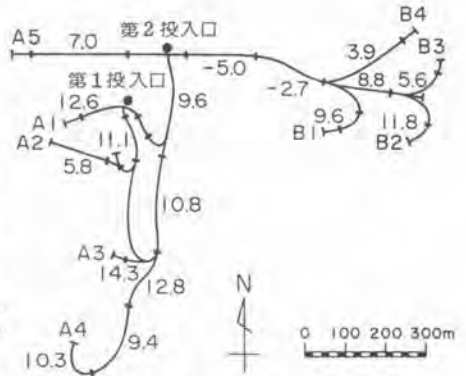


図2 重ダンブトラック走路平面図

今、 $W_i = W_0 c/N$ とし、 $\tan I \ll c$ より $\tan I/c = 0$ とすると、

$$W_i = W_{i lon} + W_{i lat} = \tan^2 I_i + U^4/g^2 \cdot \cos^2 I_i r_i^2 \quad (16)$$

となる。ここで、走路特性を表わす指標として次式に示す K 値を走路指数とする。 l_i は各走路区間の走路延長である。

$$K = \sum W_i l_i / \sum l_i \quad (17)$$

図3は、各走路における走路指数 K と、当該重ダンブトラックの各走路一往復あたりの全タイヤの摩擦仕事量の総和を往復距離で除した値 BW_c との関係をも、 $B_T=0, 0.5$ および 1.0 について示したものである。ここで、 $c=1.41$ とし、 N 値を近似的に空車重量と実車重量の平均値 $72,050 \text{ kgf}$ とすれば、両者の関係は高い相関性をもって比例関係にあることが判明した。

$$B_T=0.0 \text{ のとき } BW_c = 2.76 NK/c \quad (18)$$

$$B_T=0.5 \text{ のとき } BW_c = 2.46 NK/c \quad (19)$$

$$B_T=1.0 \text{ のとき } BW_c = 2.72 NK/c \quad (20)$$

上式で、 NK/c を走路条件係数とする。

6. タイヤの実測摩耗量 積載量45トンクラスの重ダンブトラック8台(C号車～J号車)について各タイヤの摩耗量の実測を行った。装着タイヤは写真1に示すN型トレッドをもつアースムービングタイヤ21.00-35-36PRで初期溝深さは68mmである。図4は、C号車とG号車の実測摩耗履歴曲線であり、C号車については途中でタイヤ交換を行っている。図中、FLは左前輪、FRは右前輪、RLは左後輪、RRは右後輪である。

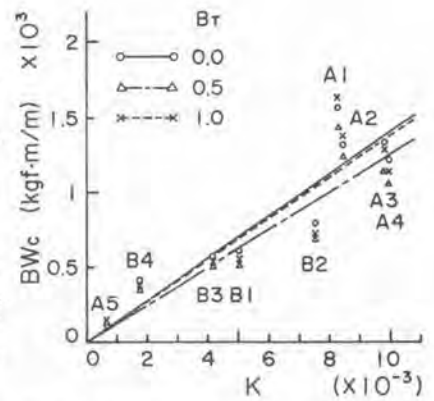


図3 走路指数 K と摩擦仕事量 BW_c

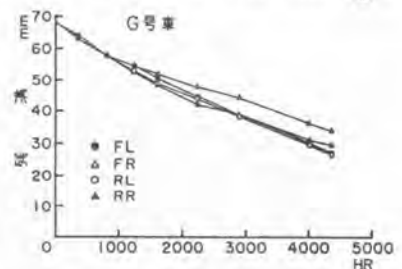
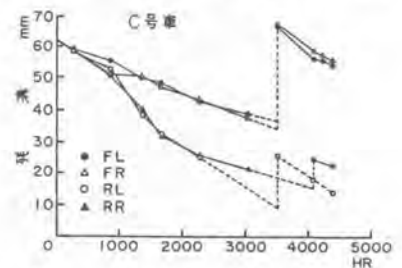


図4 実測摩耗履歴曲線

了。摩耗履歴曲線の理論式 i 号車の位置 i にあるタイヤの摩耗量測定期間中における摩擦仕事量 $F_w(\ell)_i$ を算定するためには、 i 号車がその期間中に走行した走路 j の往復運行回数 n_{ij} を実測し、各走路 j 往復あたりの摩擦仕事量 $f_w(\ell)_{ij}$ を乗じた総和として求めることができる。

$$F_w(\ell)_i = \sum_{j=1}^n n_{ij} \cdot f_w(\ell)_{ij} \quad (21)$$

さて、各タイヤの $F_w(\ell)_i$ は、摩耗長 χ_c にあるタイヤについて測定した $\mu-S$ 曲線によって算定しているの、当該測定期間中の平均摩耗長 χ に対して修正する必要がある。すなわち、同じ摩擦力を発生するのに必要なスリップ率は摩耗長によって異なり、カーカス

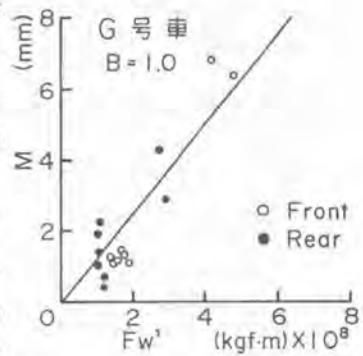


図5 摩耗量 M と摩擦仕事 F_w'

およびトレッドの変形量によって異なる。初期高さを d_a 、摩耗長 χ 、 χ_c にあるタイヤのスリップ率を S 、 S_c とし、トレッドおよびカーカスのせん断弾性係数を等しいとすると、

$$S = \frac{d_a - \chi}{d_a - \chi_c} S_c \quad (22)$$

で与えられる。したがって、修正摩擦仕事量 $F_w'(\ell)_i$ は次式となる。

$$F_w'(\ell)_i = \frac{d_a - \chi}{d_a - \chi_c} F_w(\ell)_i \quad (23)$$

図5に、G号車に対する $F_w'(\ell)_i$ と摩耗量 $M(\ell)_i$ の関係を示したが、一般に、次式で示すような比例関係

$$M(\ell)_i = a(\ell)_i \cdot F_w'(\ell)_i \quad (24)$$

$$\Delta \chi = a \Delta F_w' = a \cdot \frac{d_a - \chi}{d_a - \chi_c} S_c \mu N V \Delta t \quad (25)$$

$$\chi = d_a \left[1 - \exp\left(-\frac{a}{d_a - \chi_c} \int_0^t S_c \mu N V dt\right) \right] \quad (26)$$

図6は、上式によって $B_T = 0, 0.5, 1.0$ に対するG号車の摩耗履歴曲線を求めたものである。

8. タイヤの摩耗寿命予測式 タイヤの摩擦仕事量 F_w と稼働時間 t の関係は多くの場合比例関係にあるので、その比例定数を AW_c ($\chi = \chi_c$ の場合) とすると、タイヤが完磨するまでの稼働時間、すなわち摩耗寿命 t_E は、完磨とみなす摩耗長を χ_E とし次式で表わされる。

$$t_E = \frac{\ln d_a - \ln(d_a - \chi_E)}{a \cdot AW_c} (d_a - \chi_c) \quad (27)$$

9. あとがき 以上、重ダンブトラックタイヤの摩耗寿命を適格に推定するためには、走路の勾配、曲率および走路延長の実測、重ダンブトラックの諸元と運行速度、走行時の摩擦とスリップ率の関係、ブレーキ特性および数ヶ月の摩耗量と運行回数を実測することにより可能であることが判明した。

10. 参考文献 1) 室建朗他：車輛の運動とORタイヤの摩耗, S.56 建設機械と施工法シンポジウム論文集, S.56. 2) 荒川他：ORタイヤのコーナリング時における異方性, 第37回土木学会講演会講演概要集, S.57. 3) 豊高他：重ダンブトラックタイヤのコーナリング時における摩耗特性, 第37回土木学会講演会講演概要集, S.57.

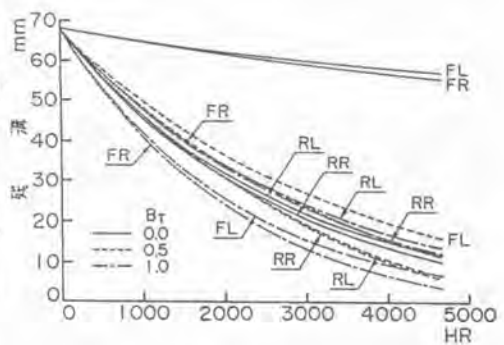


図6 理論摩耗履歴曲線(G号車)

また、 Δt 時間中の摩耗長の変化 $\Delta \chi$ は次式で算定される。左式を t で積分し、 $t=0$ で $\chi=0$ とすると、次式に示すように、摩耗履歴曲線が指数関数で与えられることが判明した。

2. 沿岸漁場整備開発事業における 水陸両用ブルドーザの施工法について

小松建設工業(株) 尾崎忠雄・*三村 充

1. はじめに

昭和45年に建設省の委託を受けて開発された水陸両用ブルドーザ(略称:水陸ブル)は、現在までに港湾, 漁港, 河川等の浚渫, 掘削に使用されている。水産土木分野においても昭和47年度福島県松川浦浅海漁場開発工事を皮切りに現在まで全国の沿岸漁場整備開発事業で使用されている。そのうち岩手県種市町沿岸では昭和50年度より現在まで大規模増殖場開発事業が実施され、今まで不毛の平磯地帯を有用生物の漁場にするため、水陸ブルは、増殖溝掘削機械として有効的に使用されている。増殖溝の施工は、現場の諸条件から従来の建設機械では施工することが困難であったが水陸ブルは、これを容易にしたのである。本文では、陸上の建設機械, 作業船等のいずれでも施工が困難な汀線から碎波帯領域いわゆる浅海域における水陸ブルの施工法について、今年から第2次沿岸漁場整備開発事業として再開された種市地区大規模増殖場開発工事について述べるものである。

2. 種市地区大規模増殖場開発工事の概要

2-1 事業目的と開発方式

種市町の沿岸地域では干潮時に干出する波食台いわゆる平磯岩盤地帯が形成されている。岩盤上は、夏と冬の大潮干潮時に気象の影響を強く受けるため有用生物の生育は皆無の状態であった。事業目的は、この未利用の平磯岩盤上を計画的に整備し有用生物の増殖場として利用することにより地域沿岸漁業の振興を図ることにある。開発方式は、干出岩盤に増殖溝を楕円状に海岸線とほぼ直角方向に掘削し、波エネルギー、沿岸流等を利用し海水交流を促進する方法である。



図-1 位置図

こうすることにより有用生物の生活環境を改善する。増殖用コンクリートブロックを設置し立体的に利用する。

2-2 工事概要

工事名: 種市地区大規模増殖場開発工事

工事場所: 岩手県九戸郡種市町

事業主体: 岩手県

事業実施年度: 第1次 S.50~S.54年度

第2次 S.57~S.61年度

漁場開発面積: 120 ha

対象生物: ウニ, コンブ, アワビ, ワカメ

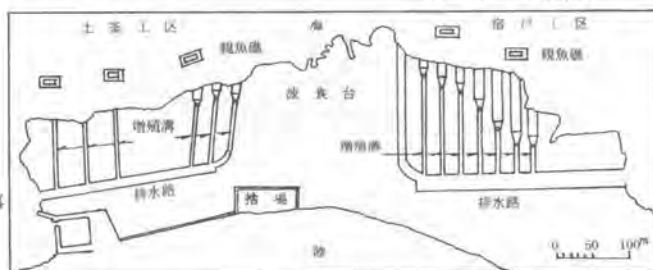


図-2 土釜・宿戸工区平面図

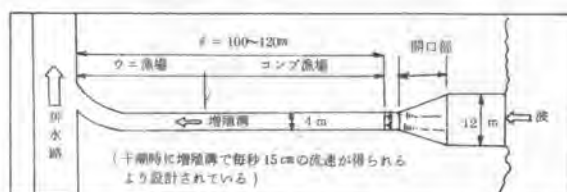


図-3 増殖溝平面図

2-3 現場の地形と土質

原地盤高DL+0.1^m～+0.3^mの波食台は満潮汀線部より100^m～200^m沖合にまで張り出してあり大潮の干潮時以外常時海面下にある。波食岩盤上は、ほぼ平坦であるが100～200^m沖合の波食台の突端付近は、急激に3～4^m落ち込んでおり侵食作用によって形成された亀裂が無数あり非常に複雑な地形を呈している。波食台の岩盤は、白亜紀に属する岩で砂岩、泥岩で構成されている。大部分は、地山弾性波速度V_p=1600～1800^{m/sec}程度、一軸圧縮強度50^{kg/cm²}程度で水陸ブルによりリッピング可能な岩質である。

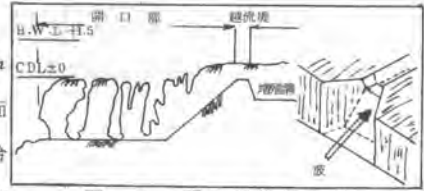


図-4 開口部附近地形

用によって形成された亀裂が無数あり非常に複雑な地形を呈している。波食台の岩盤は、白亜紀に属する岩で砂岩、泥岩で構成されている。大部分は、地山弾性波速度V_p=1600～1800^{m/sec}程度、一軸圧縮強度50^{kg/cm²}程度で水陸ブルによりリッピング可能な岩質である。

2-4 工法の選定

岩盤掘削の工法の選定に当り安全性、岩質、工事費、事業量、工期等の設計条件から水陸両用ブルドーザ工法に決定された。

他工法との比較は、表-1に示す通りである。

表-1 工法の比較

岩盤破砕工法	単価	利点	欠点	適合性
水中発破工法 (ダイナマイトによる)	3,260円/㎡	1. 施工技術が普及しており取組み易い。	1. 定形仕上困難 2. 海水の影響を受けるため危険性が高い。 3. 現場条件により作業日数・時間の制約を著しく受ける。 4. 鉄道、人家密集区では保安上の問題が多い。	△
バックホウ装着大型ブレードによる破砕	4.45万円/㎡	1. 施工断面を小さくでき濁りの発生が少ない。	1. 作業効率が悪く、大規模工事に合わない。 2. 単価が高い。 3. 開口部の施工が不能で水中作業に向かない。	X
水陸両用ブルドーザ(リッパ付)による破砕	破砕 1,200円/㎡ 押土 1,300円/㎡ (20m) 計 2,500円/㎡	1. 水中作業に適し、海象の影響をあまり受けにくい。 2. 作業能力が高く、大規模工事向き。 3. 単価が安い。	1. 施工最小巾が4mに限定される。 2. 作業中海水の濁りとズリが発生しやすい。	○

3. 水陸両用ブルドーザ工法

水陸ブルの形状を図-5に、諸元を表-2に示した。水陸ブルは、陸上用ブルドーザと比べ共通点が多いが、水深7^mまで作業できるよう水密性になっており、しかも無線遠隔操縦で作業できる

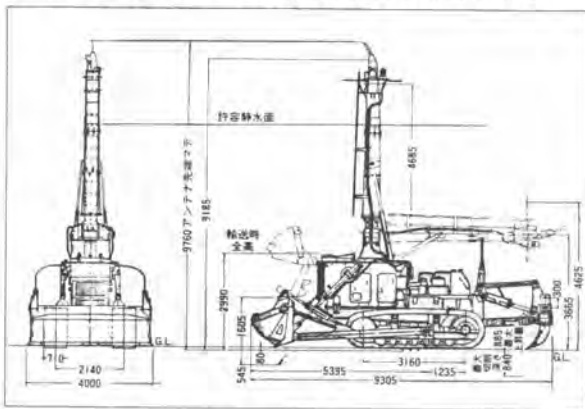


図-5 D155Wの形状

表-2 D155Wの諸元

作業水深(静水時)	7 ^m
運転整備重量	
陸上	43500 ^{kg}
水中	27900 ^{kg}
性能	
走行速度	前進1速 0～3.6 ^{km/h}
	前進2速 0～6.5 ^{km/h}
	後進1速 0～4.3 ^{km/h}
	後進2速 0～7.7 ^{km/h}
最小旋回半径	3.8 ^m
最大けん引力	25000 ^{kg}
寸法	
全長(リッパ付)	9305 ^{mm}
全幅	4000 ^{mm}
履帯中心距離	2140 ^{mm}
履帯長	3160 ^{mm}
履帯幅	710 ^{mm}
浮力(水中)	0.62 ^{kg/cm²}
最低地上高	430 ^{mm}
エンジン	
名称(ディーゼル機関)	小松S6D155-4
シリンダ数-径×行程	6-155 ^{mm} ×170 ^{mm}
総排気量	19260 ^{cc}
定格出力/回転速度	270 ^{PS} /2000 ^{rpm}

ようになっている。そして気象、海象条件に左右されにくく、波高1～2^m程度でも作業できる。

3-1 リッピング、押土作業

リッピング作業は、陸上工事では岩を破砕する工法として定着しているが水中作業の場合、まだ定着していない。水陸ブルのリッパビリティは、地山弾性波速度V_p=2100^{m/sec}程度まで可能である。地山の岩の割目の状態によってはそれ以上も可能である。

破砕岩、砂質土等の押土作業は、水流等で掘削土を逃がさないようにするため、排土板にエプロン装置が装着され、このエプロン装置で掘削土をくわえて作業する方法が一般的である。トラフィカビリティは、水深4^mでROI=4^{kg/cm²}である。

3-2 アタッチメントによる作業

水陸ブルのリッパ装置をはずして7ton吊のクレーン装置を装着できる。このクレーンを使って水深3mまでの重量物の据付作業が可能である。また重量物の水中運搬作業も18ton積(12.5m³)のキャリオールを索引することによって可能である。この工法は離岸堤設置工事に設計されている。このシステムでは陸上から水中へと一連作業が可能であり汀線から砕波帯領域で威力を発揮する。

4. 大規模増殖場開発工事における施工法

工事施工は、図-6に示した施工パターンで実施した。

4-1 増殖溝掘削

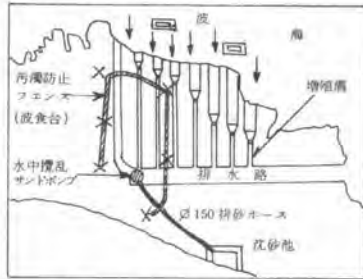


図-6 海水汚濁防止工

増殖溝の施工は、掘削工区毎に汚濁防止フェンスを設置し汚濁水の強制排水を施しながら掘削した。

掘削は、シャック1~2本でリッピンングし、破碎岩を40~50m間隔毎に押土集積する方法をとった。集積した破碎岩はその日のうちに処理し満潮時における波による流出を防止した。溝底面は釜状になりやすいので特にリッピンングしすぎないように注意し施工に当たった。原地盛高の低い工区では積込機械、ダンプトラックが潮待しても作業ができないので、所定の積込場所へ水陸ブルで運土したこともあった。工種別による組合せ機械は表-3の通りである。

4-2 開口部掘削

開口部は、増殖溝の流速を支配する最も重要な場所であり、砕波帯領域で非常に複雑な地形を呈しているので施工面でも最も困難な場所であった。開口部の施工は最干潮時間帯を利用し、まず水陸ブルが安全に作業できるよう足場を確保することから作業し岩盤の無数の亀裂に履帯を落とさないよう水中誘導員をつけ掘削した。

運転手は、越流堤上あるいは別の水陸ブル等を足場にして運転操作した。リッピンングされた破碎岩は、満潮時、波によって波食台上や増殖溝に打ち上げられることのないようエプロン付排土板で丁寧に陸上へ処理した。

尚、開口部付近は、天然漁場のため、ウニ、アワビは施工に当たって事前に移設する処置をとった。

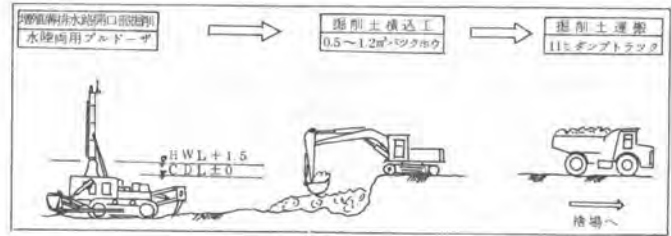


図-7 施工パターン

表-3 施工機械の組合せ

工種	作業内容	使用機械及材料	施工形態
増殖溝掘削 狭さく部掘削 排水路掘削	岩盤リッピンダ 押土集積	水陸両用ブルドーザ D15.5W 43.5ton	水中施工
	掘削土積込	バツクホウ0.5~1.2m ³	
掘削土処理	掘削土運搬	ダンプトラック 11t, 0.1t	潮待施工
ズリ処理	微細ズリ処理	水中攪乱サンドポンプ(37ton)	
汚濁水防止工	汚濁防止帆布設置 強性排水	エモンソクシネレータ(125kw) 海水汚濁拡散防止膜	



写真-1 開口部掘削

4-3 新增殖溝断面と岩盤全面切下げの施工

当初（昭50～53年）法面勾配は1:0.3であったが海藻の付着面積を大きくするために法の水中距離を3mにするようになった。さらに増殖溝以外の岩盤を全面的に切り下げ漁場としてさらに有効利用する方向へ変っ

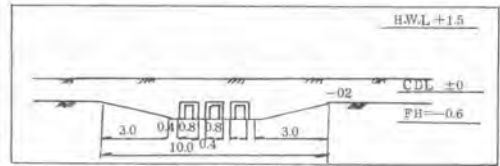


図-8 増殖溝新断面図

てきた。図-8に示したような増殖溝の施工は、増殖溝の計画高と下巾4mを確実に確保してから法面の掘削にとりかかる。増殖溝掘削は、主として溝の縦断方向にリッピング押しし、法面掘削は、横断方向にリッピングする。法面のリッピングされた破碎岩は、増殖溝の中央部へ両肩より押し土集積し、さらに沖から破碎岩積込場まで押し土集積した。効率的には悪いが、かなり精度の良い施工が可能である。増殖溝を仕上げてから岩盤切下げの掘削にとりかかる。岩盤切下げの場合通常の岩盤浚渫と違って精度が高く、しかも岩盤の面が出るような施工が要求されるので、作業に当っては水準測量で掘削高を確認しながら計画高を確保するようにした。

4-4 ズリ処理工

掘削作業時に発生した微細ズリは、37kwの水中攪乱サンドポンプや水陸ブルのリッパに装着したズリ処理機を使用し岩盤の面がでるよう丁寧に処理した。岩盤全面切り下げをしない原地盤高の高い工区は、干潮時に岩盤を傷つける事なく効率よくズリがとれるようバックホウのバケット爪部に鉄板を溶接し丁寧に処理した。

4-5 増殖用コンクリートブロックの据付

増殖ブロックの据付は、クローラクレーンを使用していたが、岩盤全面切下げ工区や原地盤高の低い現場は、潮待しても陸上用建設機械では施工できないので、水陸両用クレーン（7ton吊クレーン付水陸ブル）を使用し施工した。



写真-2 増殖ブロック据付

この場合の施工法を述べる。増殖溝の法肩に仮置された増殖ブロックは、溝中に入った水陸両用クレーンで溝の縦横断方向を確認しながら1個づつ据付けた。横断方向に張ったロープにはあらかじめマー

キングしておき、その場所へ適格に据付けける方法をとった。据付作業時の波の影響を防止するため水陸ブルの前方を沖側に向かせ安全かつ施工精度を高めるよう施工した。

5. あとがき

このような工法により砕波帯や浅海域の掘削作業等が可能になり平磯漁場開発に於いても磯資源の貧しかった岩盤上が、有効利用される漁場となり、事業効果も当初予想したよりはるかに上廻った。このような工事は、北海道の稚内西海岸でもコンブを対称に昭和55年より大規模増殖場開発事業として実施されている。さらに種市をはじめとして全国各地でも開発が期待されている。しかし造成した漁場は、海の畑として維持管理していかななくては其の役割を充分生せない。その方面の技術開発、施工機械の開発が進められている。

3. 低騒音形ブルドーザ（D6D）の開発

キャタピラー三菱㈱ *小田部 喜三郎・雨宮 信一
和田 敏

1. まえがき

建設省土木研究所からの委託により日本建設機械化協会が昭和52年から実施してきた「低騒音型土工機械の開発」プロジェクトは、昭和57年3月末全ての調査研究が完了した。

キャタピラー三菱㈱はこのプロジェクトに当初から参画し、昭和57年初めD6D低騒音型湿地ブルドーザの試作車を完成させ評価テストを完了した。

本報告はD6D低騒音型湿地ブルドーザの騒音対策方法およびその試験結果について紹介する。



D6D低騒音型湿地ブルドーザ

2. ブルドーザの騒音対策方法

表-1に未対策車の騒音値、騒音対策後の目標値および目標低減量を示す。また表-2に騒音対策車の主な諸元を示す。

	未対策車 騒音値	目標 騒音値	目標 低減量
定置騒音(ハイアイドル)30m	75	61	14
走行騒音(後進中間速度)30m	75	67	8

単位: dBA

表-1 未対策車の騒音値と目標低減量

主な諸元	
形式:	D6D D/D LGP
運転整備重量:	17,250kg
定格出力:	142PS
最大けん引力:	14,400kg

表-2

今回の騒音対策車はエ

ンジン本体、足廻り装置等の騒音源の対策を主体に行なうとともにエンジンエンクロージャ対策を向上させた総合的な騒音対策を施したものである。以下に採用した主な騒音対策項目を示す。

2.1 エンジンおよび補機類関係

- ① エンジンパーシャルエンクロージャ(図-1)
- ② エンジンラバーマウンティング
- ③ エンジン回転数低減
- ④ ファン変更および回転数低減
- ⑤ ブレクリーナシュラウド(図-2)
- ⑥ 騒音対策マフラ(図-3)
- ⑦ マフラシュラウド(図-3)

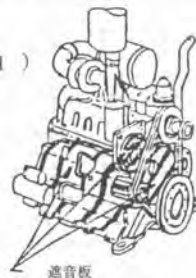


図-1 エンジンパーシャルエンクロージャ

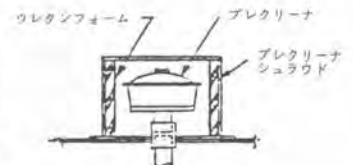


図-2 ブレクリーナシュラウド

上記対策に伴う車両性能の低下を防止するため、エンジン性能、ラジエータ、トランスミッション、油圧ポンプ等の変更を同時に実施した。

2.2 エンジンエンクロージャ関係

- ① 二重フード（図-3）
- ② 密閉型サイドパネル
- ③ フロント消音ルーバ（図-3）
- ④ フロントサイレンサ（図-3）
- ⑤ 遮音壁（エンジンルーム後部）（図-3）

2.3 足廻り装置関係

- ① ラバーラグ（図-4）
- ② フロントアイドラ（図-5）
- ③ トラックキャリアスキッド（図-6）
- ④ ステアリングクラッチケースカバー
- ⑤ 吸音材付足廻りガード

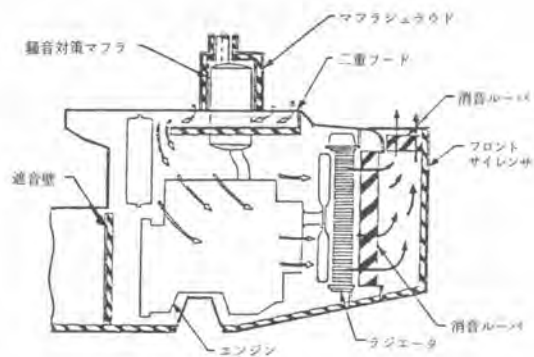


図-3 エンジンエンクロージャ

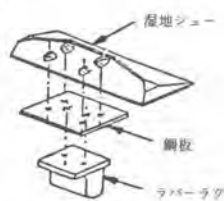


図-4 ラバーラグ

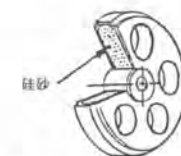


図-5 フロントアイドラ

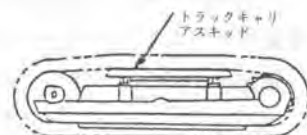


図-6 トラックキャリアスキッド

3. 騒音測定結果と騒音低減効果

3.1 定置騒音

表-3に定置騒音の測定結果および対策効果を示す。30m地点の騒音値は前方、左側、右側で58dBA、後方で57dBAと目標値を若干下廻り、未対策車と比較して14~17dBA

低減効果が得られた。また図-7に定置騒音の周波数構成を示す。4方向とも全周波数で低減効果が認められ、特に前方向の4KHzでは19dBAと著しい低減効果が得られた。したがって、これ等の騒音対策には車両全体としてのエンクロージャ効果があり、また前方騒音対策のファン騒音対策、フロントルーバ、フロントサイレンサ等の低減効果

が大きく寄与している。

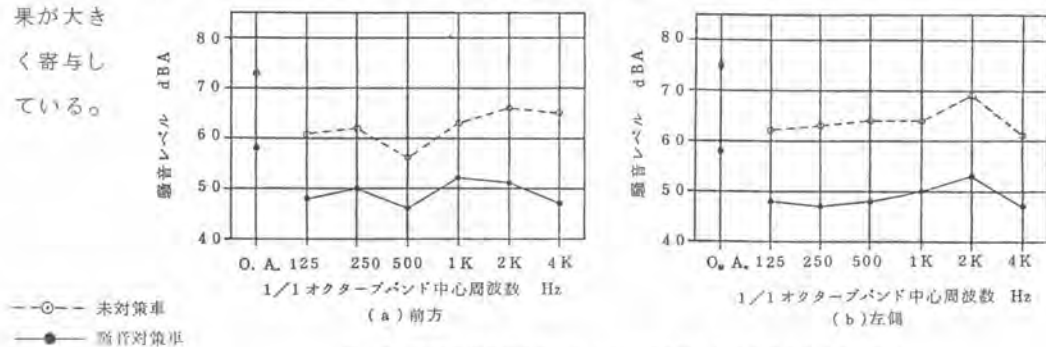


図-7 定置騒音の周波数構成（車両最外側から30mへイデル）

条件	方向	前	左	後	右
未対策車		73	75	71	75
騒音対策車		58	58	57	58
見かけの効果		15	17	14	17

単位：dBA

表-3 定置騒音の対策効果

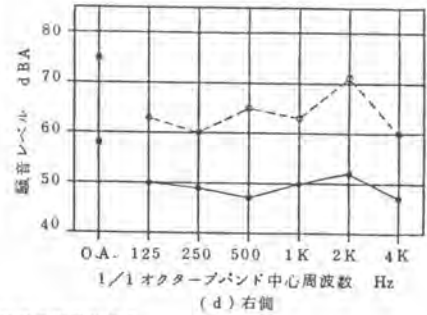
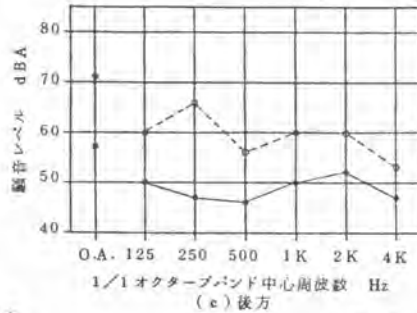


図-7 定置騒音の周波数構成

3.2 走行騒音

表-4に30m地点における走行騒音の測定結果および対策効果を示す。後進2速での騒音値は63dBAで目標値67dBAを大幅に満足し、未対策車と比較して12dBAの低減効果があり、前後進とも3速まで目標値を満足した。また図-8は30m地点における走行騒音の周波数構成を示す。1KHz以上の周波数で大きな低減効果が認められ、250～2KHzまではほぼ同一レベルに低減された。これは500～2KHzの騒音が大きいフロントアイドラ、キャリアローラ、スプロケット等に対する対策の効果が大きく寄与したものと考えられる。

条件	進行方向 速度段			後進		
	1速	2速	3速	1速	2速	3速
未対策車	74	74	77	74	75	79
騒音対策車	61	62	67	61	63	67
見かけの効果	13	12	10	13	12	12

単位：dBA

表-4 走行騒音の対策効果(ブルドーザ右側30mフルスロットル)

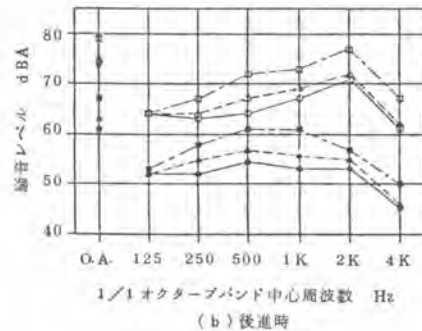
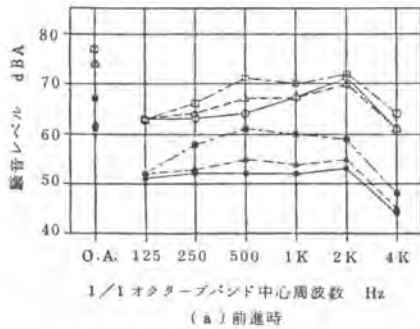


図-8 走行騒音の周波数構成(ブルドーザ右側30m,フルスロットル)

3.3 パワーレベル

表-5にパワーレベルの騒音低減効果を示す。オーバーオールでは14dBA、エンジン排気関係で6dBA、エンジンルームエンクロージャで8dBAそれぞれ低減された。これにより今回の騒音対策は音源対策およびエンジンエンクロージャ対策の両方を施したものであることが認められた。

条件	測定点 ISO4872	2	4	6	8	10	12	パワーレベル
		① 未対策車	87	84	86.5	87.5	88	
② 騒音対策車 (エンクロージャ)		81.5	78.5	79	81	81.5	81.5	107
③ 騒音対策車		71	73	70	69	76	75.5	99
見かけ の効果	エンクロージャ 関係①-②	5.5	5.5	7.5	6.5	6.5	7.5	6
	エンクロージャ 関係②-③	10.5	5.5	9	12	5.5	6	8
	トータル ①-③	16	11	16.5	18.5	12	13.5	14

単位：dBA

表-5 定置騒音(パワーレベル)の対策効果

3.4 騒音分布

図-9は未対策車および騒音対策車の定置騒音分布図である。未対策車ではエンジン本体およびマフラ本体付近に音源の中心が広く分布しているが、騒音対策車では音源の中心は排気管出口付近に集中している。これにより騒音対策車の主な音源は排気音であり車両全体としては点音源に近くなっていることが認められる。

図-10は未対策車および騒音対策車の後進3速における走行騒音分布図である。未対策車では音源の中心は履帯の後部上方に広く分布しておりエンジン関係の騒音より大きくなっている。一方騒音対策車では履帯の後部上方に音源の中心が分布して排気管出口の騒音よりも大きくなっているものの、全体としては平坦な騒音分布になっている。

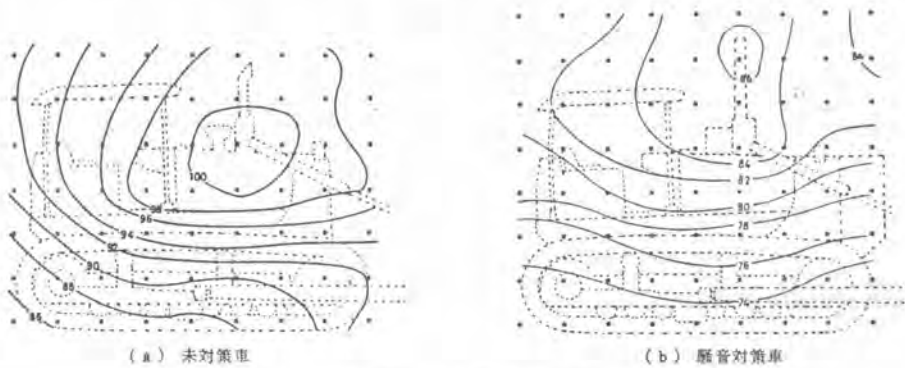


図-9 ブルドーザの右側における騒音分布(定置,ハイアイドル)

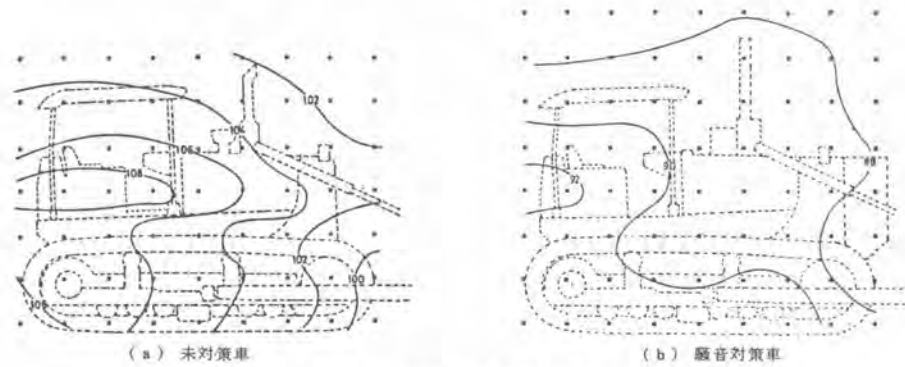


図-10 ブルドーザの右側における騒音分布(後進3速,フルスロットル)

4. あとがき

D6D騒音対策車は未対策車における限られたスペースを有効に利用し、車両の性能、耐久性、サービス性、視界等を充分配慮して騒音対策を実施した。ユーザにおける実作業での評価を今後の使用実績によって確認していきたい。

4. 低騒音形ブルドーザ（D60P）の開発

(株)小松製作所 飯塚 武彦・杉本 豊
*平 賢治・福島 明

1. まえがき

環境保全に対する社会的な要請により、都市土木における騒音振動公害は工事施工上の欠く事の出来ない重要な問題の一つとなって来た。騒音に関しては、騒音規制法が昭和43年に施工されてから、東京都をはじめとする数都府県が条例によりブルドーザ等による作業時の騒音を工事敷地境界線より30m地点で75ホン(dB(A))以下と定めている。しかしながら工事現場周辺住民の苦情は、条例をクリアしているからといって収まるものでもなく、できるだけ低いレベルが要求されている。一つの目安として環境庁通達の「騒音に係る環境基準について」(表1)があり、一般的な目標値については、通産省による機情法(特定機械情報産業振興臨時措置法)や、海外に於ける種々の規制値がある。(図1)このような低騒音化の社会的要請に応えるべく、定置ハイアイドル周囲30mで60dB(A)、後進中間速フル走行時30m側方で64dB(A)の中型湿地ブルドーザを開発した。

なお、本研究は建設省土木研究所の委託を受けて(社)日本建設機械化協会が昭和53年から55年計画で実施して来た「低騒音型土工機械の開発」⁽¹⁾の一部でもある。以下開発成果について紹介する。

2. 開発目標

(社)日本建設機械化協会と実施して来た「低騒音型土工機械の開発」の昭和57年度最終目標値を、開発の目標に設定した。(表2)本レベルは、昭和53年に建設省に納入した⁽²⁾D60P低騒音ブルよりも、騒音、ヒートバランス両方に於いて厳しいものである。また走行騒音についても、このクラスとしては最高のレベルといえる。

3. 開発の経緯

この低騒音型ブルドーザD60Pは、数多くの先行研究の積み重ねで出来上がったものである。それらの基本は、①エンジンルームの密閉と冷却系の効率向上、②足まわり騒音低減用緩衝装置の開発、③音源となるコンポーネント及び装置の騒音低減技術開発の3つから大きく成り立っている。特に、①の騒音低減とヒートバランスの背反性の克服は大きな開発のポイントである。図1に当社の中型湿地ブルドーザD60Pを中心とした騒音低減技術の推移を示す。

地域の 類型	時間の区分			該当地域
	昼間	朝・夕	夜間	
AA	45ホン(A) 以下	40ホン(A) 以下	35ホン(A) 以下	指針基準に係る水域及び地域の指定権限の委任に関する政令(昭和46年政令第159号)第2項の規定に基づき都道府県知事が地域の区分ごとに指定する地域
A	50ホン(A) 以下	45ホン(A) 以下	40ホン(A) 以下	
B	60ホン(A) 以下	55ホン(A) 以下	50ホン(A) 以下	

(注) 1. A Aをあてはめる地域は、娯楽施設が集まって設置される地域などくに静穏を要する地域とすること。
2. Aをあてはめる地域は、主として住居の用に供される地域とすること。
3. Bをあてはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とすること。
ただし、次表に掲げる地域に該当する地域(以下「道路に面する地域」という)については、その環境基準は上表によらず次表の基準値の欄に掲げるとおりとする。

地域の区分	時間の区分		
	昼間	朝・夕	夜間
A地域のうち2車線を有する道路に面する地域	65ホン(A) 以下	60ホン(A) 以下	45ホン(A) 以下
A地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	60ホン(A) 以下	55ホン(A) 以下	50ホン(A) 以下
B地域のうち2車線以下の車線を有する道路に面する地域	65ホン(A) 以下	60ホン(A) 以下	55ホン(A) 以下
B地域のうち2車線を越える車線を有する道路に面する地域	65ホン(A) 以下	65ホン(A) 以下	60ホン(A) 以下

備考 車線とは、1縦列の自動車安全かつ円滑に走行するために必要な一定の幅員を有する帯状の車道部分をいう。

表1 騒音に係る環境基準(昭和46年環境庁通達)

	目標	現状	D60P 建設省
定置ハイアイドル 30m周囲dB(A)	61 以下	74	65
R2フル走行 側方30mdB(A)	67 以下	77	72
ヒートバランス 許容大気温度℃	40 以上	45	35

表2 騒音レベルの現状と目標

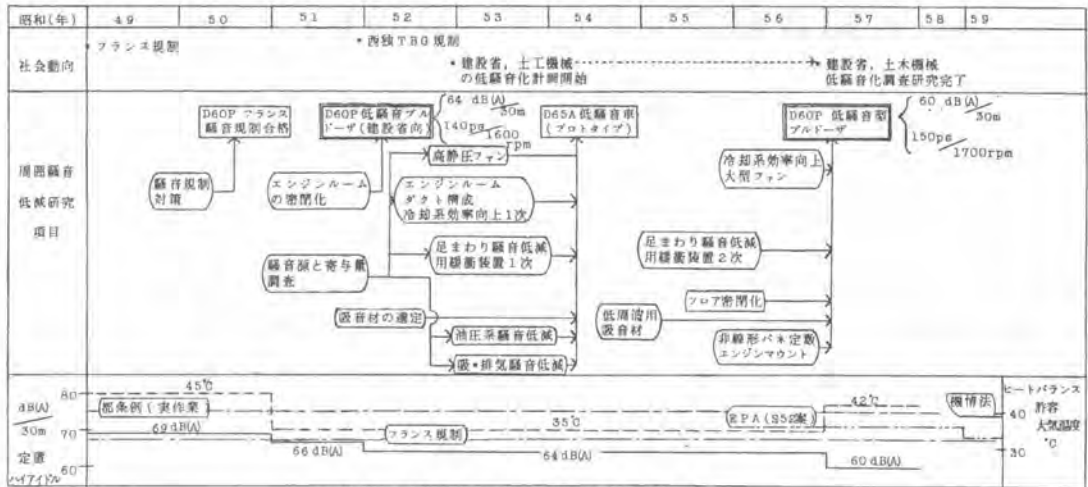


図1 D60Pを中心とした騒音低減技術の推移

4. 低騒音型ブルドーザD60Pの概要

図2に低騒音型ブルドーザD60Pの外観写真を示し、表3に標準車と比較した概略仕様値を示す。さらに改造概要を図3に示す。この改造に於ける設計上の基本は下記とした。

- (i) 騒音以外の基本性能及び車両の耐用年数は、標準車と同等であること。
- (ii) 車両性能のうち標準車の持っているパワフルさを保ちつつ、特にヒートバランス、整備性が標準車と同等であること。
- (iii) ゴム部品、吸音材は定期交換部品とし、その為の交換は容易なこと。



図2 D60P低騒音型ブルドーザ

表3 D60P仕様値概略

項目	D60P	低騒音型	標準車
運転整備量	Kg	(ROPSキヤ付) 20000	キヤ付18340 (キヤ無17140)
エンジン定格	PS/rpm	→	155/1700
接地圧	Kg/cm ²	(ROPSキヤ付) 0.34	キヤ付0.31 (キヤ無0.29)
車速	FL/F2/F3/F4/P5 km/H	→	2.6/3.7/5.3/7.4/10.9
	RL/R2/R3/R4 km/H	→	3.4/4.8/6.9/9.7
全長	mm	5680	5585
全幅	mm	→	3970
許容大気温度	°C	42	45

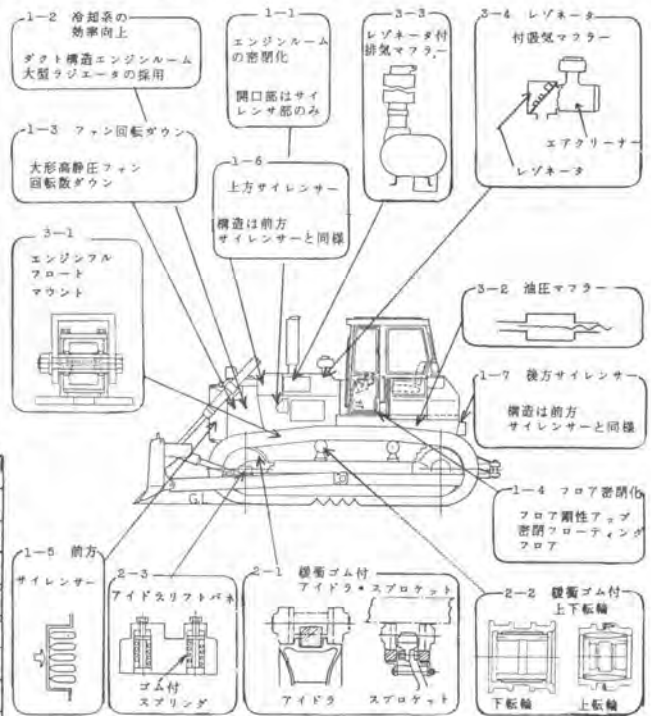


図3 D60P 低騒音型ブルドーザ改造実施概要

4. 1 騒音源と寄与量

定置ハイアイドル時の騒音では、エンジン、ファン音が最も大きく（図4）、目標レベル達成には14.5~16.5 dB(A)低減する必要が有る事がわかる。また走行時の騒音では足まわり騒音がエンジンファン音とほぼ同等のレベルにある事がわかる（図5）。

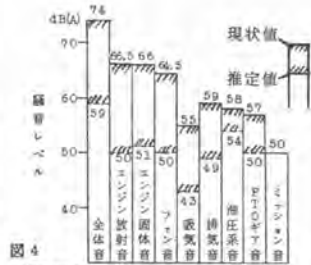


図4 D60P定置ハイアイドル30m周遊騒音寄与量



図5 D60P R2フル走行側方30m騒音寄与量

そして、目標達成には足まわり騒音を10dB(A)下げなくてはならない事がわかる。

4. 2 エンジンルーム内の空気流れの効率化

エンジンルームは、風のみを流して音を外に出しにくい構造とする為に①エンジンルーム・車両内部を全体でダクトに準ずる構成とし、（図6）風の流れる方向を規制し、外部に対し風の出入口を除き密閉構造とする。②ダクトが曲がっている事で減音作用があり、③吸い込まれた風はラジエータ、エンジン、マフラーを冷却しながら効率良く流れ出る。④風の出入口にはサイレンサーと称する吸音板を設けたダクト部を構成し、外部へ音が伝播するのを減ずる。⑤密閉化による内部音圧上昇を防ぐ為にエンジンルーム内壁の一部に吸音材を貼り付けた。

ファンは、ラジエータを大型化するのと同時に、高静圧タイプの大型吸い込みファンを用いて、回転数を落とした。

4. 3 コンポーネント（吸・排気マフラー、エンジンマウント、油圧マフラー）

吸排気音は、エンジンの燃焼に起因する脈動音と気流音に分けられる。一般に低減が困難とされているのは、燃焼の低次の周波数音であり、D60P（定格1700 rpm）では1次85Hzである。今回低周波成分を減音する為に、レゾネータ付エアクリナー（図7）及び、分散、膨張タイプにレゾネータを加えた大型マフラーを開発した。これらレゾネータは、エンジンの燃焼1次2次成分を中心に減音する為の2種類の形状を1つの中で持っている。

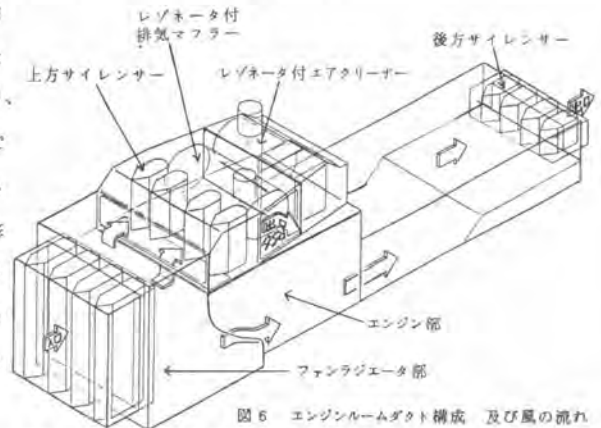


図6 エンジンルームダクト構成及び風の流れ

（注1）レゾネータ（共鳴箱）⁽³⁾

$$\text{共鳴周波数 } f_p = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{nSp}{V}}$$

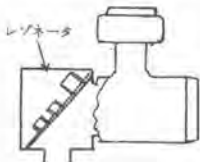


図7 レゾネータ付エアクリナー

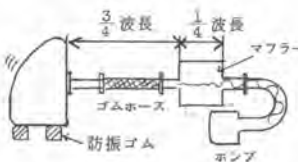


図8 油圧マフラー

前方サイレンサー

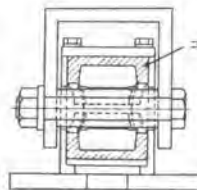
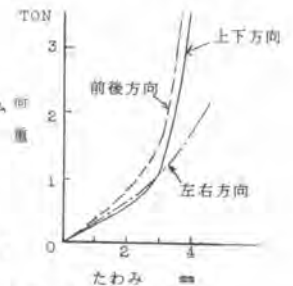


図9 エンジンマウント



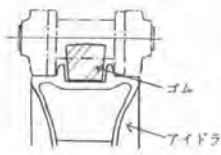


図10 アイドラ

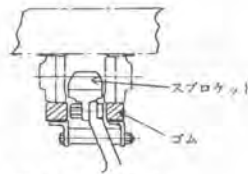


図11 スプロケット

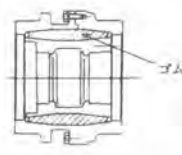


図12 上転輪

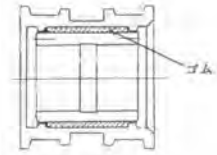


図13 下転輪

油圧タンク周辺から出る音は、ギアポンプの脈動により配管タンクが振動する事が原因である。脈動を低減する為に、タンクより3/4波長の所へ、1/4波長の長さの油圧マフラーを設けた。この位相の反転を利用して脈動を減じたタンクを、さらに防振支持した(図8)。

エンジン振動による固体音の低減方法は、エンジンの防振支持が最も良いわけであるが、建設機械の如く苛酷な外部振動系の中で使用される場合、大きな外部低周波振動に対しては変位を押さえて衝撃を緩和する硬いバネ定数を持ち、通常は軟いバネ定数で振動を吸収するマウントが必要となる。今回、この様な非線形バネ特性を全方向に対して持つコンパクトなゴムマウント(図9)を採用した。

4.4 アイドラ・スプロケット・上下転輪

アイドラ・スプロケットに関しては、図10、11に示す如く、当社では十分実績のあるゴムで直接緩衝させる方式を採用した。上下転輪に関しては、主に耐久性上より緩衝ゴムを内蔵したタイプを採用した。内蔵タイプの場合、外観上標準品とほとんど変わらないし、部品がサブアッセンシで交換可能となる。

5. 結果

図14、15に測定結果を示す。騒音レベルは目標に達し、ヒートバランスも許容大気温度として、現標準車と同等の42°Cという結果となり、全て開発目標値をクリアした。

6. あとがき

以上、低騒音型ブルドーザR60Pの概要を述べたが、全体の騒音レベルがここまで下がると、さらに低減する為には、各コンポーネント、特にエンジン単体騒音の低減に力を注ぐ必要がある。

なお、本車両は57/3建設機械化研究所にて騒音、ヒートバランステストを行なった後、ユーザーデモで好評を博し、その後千葉の生コン業者に納入された。現地では早朝から稼働しており住民からの苦情も無いと聞いており、今後は耐久品質をフォローしてゆく所存である。

参考文献

- (1) (社)日本建設機械化協会：騒音振動対策工法及び対策機械の開発委託業務報告書 1982.3
- (2) 塩野久夫：騒音対策型ブルドーザの開発、建設の機械化 1978.1 P62
- (3) 福田基一：騒音防止工学、日刊工業新聞社

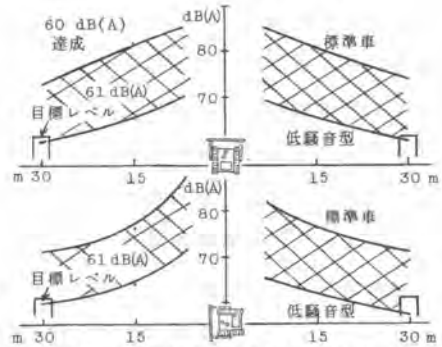


図14 定置ハイアイドル周囲騒音レベル

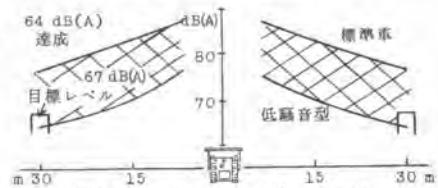


図15 R2速フル走行側方騒音レベル

5. 湿地ブルドーザによる畦畔整形装置の開発

キャタピラー三菱株 *小田部 喜三郎・内 田 富 夫
近 藤 成 人

1. まえがき

水田の区画整理工事の中心を占める畦畔工の整形施工法は、大規模圃場整備事業の進展による施工の能率策として、旧来行われていた土羽打ちなど人力を伴う整形施工法から、法面バケットを装備した油圧ショベルを主とする機械整形施工法へと転換され、今日広く定着している。

一方、大形区画化の進む中で、圃場条件に対応しながら、更に、施工性、生産性、操作性を高めたいとする要望が、施工側から強く示され、これに応えるため、区画整理工事の主要既存機械の稼働率向上と、併せて畦畔のより経済的な施工を目標として、湿地ブルドーザによる畦畔整形装置を開発することとなった。

本報告は、油圧ショベルの整形施工法で最も問題とされている、対面断続整形施工法を、ブルドーザの特性を応用した3面同時併走連続整形施工法に置替えることを、目標の達成として、昭和55年度から研究を進めてきたが、実用化の見通しを得たので、ここに開発の来歴を添えて発表する。

2. 畦畔施工の要件

農林水産省構造改善局による、土畦畔の指導要領を、図-1、図-2、表-1以下に示す。

2-1 畦畔の整形形状

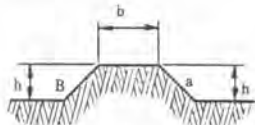


図-1 平地圃場

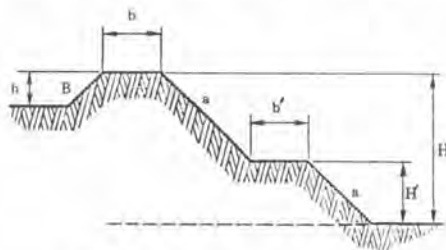
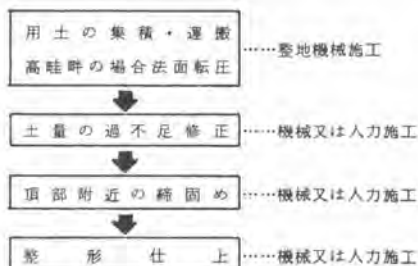


図-2 傾斜地圃場

2-2 畦畔作業工程



H (m)	a	B	h (m)	b (m)	H' (m)	b' (m)
1.0以下	1:1.0	1:1.0	0.2	0.5	—	—
1.0 ~2.5	1:1.2	1:1.0	0.2 ~0.3	0.5 ~1.0	—	—
2.5以下	1:1.5	1:1.0	0.2 ~0.3	0.5 ~1.0	2.0以下	0.5 ~0.8

表-1、図-1、図-2の整形寸法

3. 油圧ショベルの畦畔整形

法面バケットを装備する油圧ショベルが、整形機械として定着していることから、本項では、油圧ショベルの整形に限定して考察する。

3-1 油圧ショベルの特徴

- ・まき出し工程を要する高畦畔の施工，整形が行える。
- ・用排水路工，農道工の整形が可能。
- ・人力整形に比べ，整形面への押圧力が大きい。
- ・アタッチメント換装形であり，一般作業への転用が容易。



図-3 作業姿勢

3-2 整形工法と問題点

油圧ショベルの整形工法は，畦畔基線に対し，法面バケットを対面姿勢に，軌走部を併走姿勢に位置させ，図-3，図-4に示す切削，排土，切削面の押圧，の順を繰返し併走移動するもので下記問題点があげられる。

- ・余剰土の排土，整形（切削，排土）押圧など，多工程整形のため，作業性が制約される。
- ・多支点アーム作用のため，斜面部の整形には，特に熟練度の高い操作技量が要求される。
- ・断続整形によるため，整形面に段差が生じ易く，整形精度の妨げとなり易い。
- ・畦畔の直線度，整形精度，断面形状の維持は可視形導糸と，オペレーション感覚に頼っており，オペレータが過疲労に陥り易い。
- ・法面の転圧をバケットで行うため，油圧ショベルの振動，騒音が激しく，オペレータの疲労が大きい。

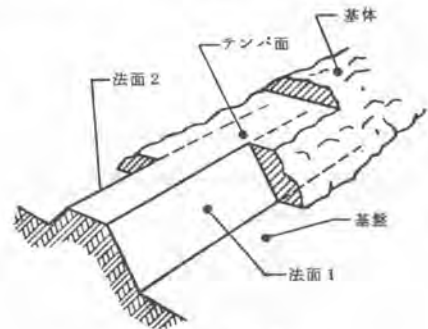


図-4 整形構造図

4 湿地ブルドーザによる畦畔整形装置

4-1 機構概要と主要仕様

図-5，図-8，図-9は装置の外観と主要寸法を，図-6はブレードと押圧シューの構成を，図-7はインジケータと導糸の構成を各々示す。

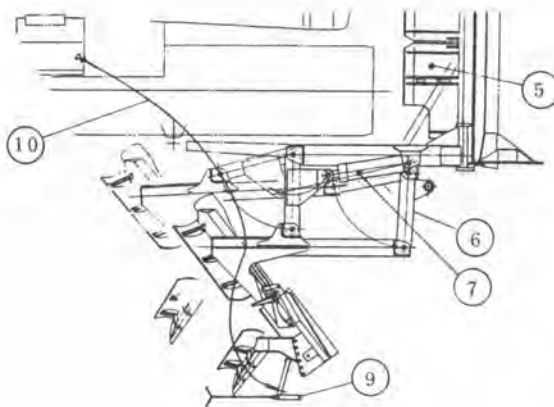


図-5 平面図

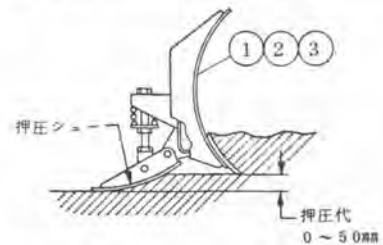


図-6 ブレードと押圧シューの構成

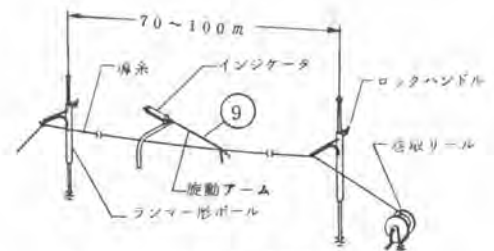


図-7 インジケータと導糸の構成

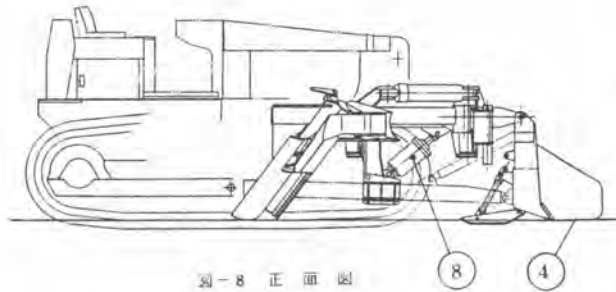


図-8 正面図

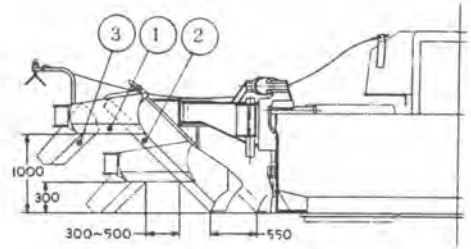


図-9 側面図

形 式：湿地ブルドーザによる連続整形形式

装置総重量：1150kg

整形速度

荒整形：2.5～3.0km/Hr

仕上整形：1.0～1.2km/Hr

畦畔高さ：0.3～1.0m

最大押圧力：6.25kg/cm²

架装方式：湿地ブルドーザへのタイクック着脱式

整形能力：180～220m/Hr
(畦畔高さ1.0m以下)

番号	名称	構造・機能
1	テンパ面ブレード	テンパ面ブレードは上下調整形に法面ブレード2へ、法面ブレード3は左右調整形に、テンパ面ブレードへ取付け、各々のブレードの背面には図-6に示す押圧シューを装着して、切削～排土～押圧を3面同時に行う。
2	法面ブレード	
3	法面ブレード	
4	排土ブレード	ブルドーザのメインブレード両端に取付け、整形後、畦畔ののりじりに添って余土の排出を行う。
5	フロートシュー	メインブレードの後部に3分割で上下調整形に取付け、畦畔高さ規制を行う。(メインブレード浮きポジション)
6	リンケージ	パラレルリンケージ形、3面構成のブレードとドーザ本体を連結す。上下左右動形
7	油圧シリンダ	パラレルリンケージを摺動させ3面ブレードに左右の動きを与え直線精度を保持する。
8	油圧シリンダ	整形行程に必要な3面ブレードの上下動を行う。
9	インジケータ	導糸と接合し、偏荷重によるブルドーザの変動を感知する。
10	コントロールケーブル	導糸とインジケータの着脱を運転席で操作する。

表-2 機構概要

4-2 特徴

- ・ 切削、排土、押圧を一工程で処理しながら、テンパ、法面の3面を同時に、連続走行整形を行える機能があり、高い作業性能が得られる。
- ・ 圃場整備の中での整地工に使用されるブルドーザのアタチメントとして装着できるため、稼働率、汎用性の向上が図れる。
- ・ 直線性維持の自動コントロール機構、畦畔の断面形に枠組したブレード形状などによって、操作性、作業性、整形精度の大巾な向上が図れる。
- ・ ブルドーザの重量に比例する均一で大きな押圧力が得られる。
- ・ 農道工の法面作業が行える。

4-3 整形工法

図-10に、ブレードの調整寸法、図-11に、整形構造を示す。

予め、畦畔の大きさに調整した3面ブレード(図-10)を、図-11の荒整形～仕上整形の順に切下げながら、3面同時整形工法で、連続走行整形を行う。

この際、ブレードはインジケータに導びかれながら、導糸に添って自動コントロールされる。

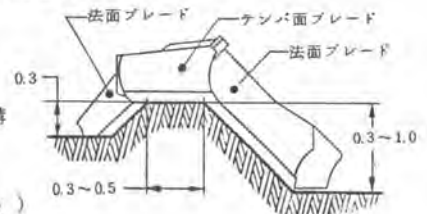


図-10 ブレード調整範囲

土質、余剰土量などによって、多少異なるが、高さ0.3m畦畔では、荒整形1回、仕上整形1回の2工程でよく、0.3m～1.0m畦畔でも、荒整形2回、仕上整形1回の3工程で完全な整形が行える。

4 = 4 性能試験結果

表-3は実圃場での試験結果を示す。

断面精度 (mm)	テンパ巾	±15以下
	のりじり巾	±15～20
直線精度 (mm)	±20以下 (目視で直線が感じられる状態)	
整形面の仕上； 押圧状態 (kg/cm ²)	平均5.0全面平滑で均一な仕上り押圧状態が得られている。	
有効整形長(%)	93.0 畦畔長100mについて両端を除く93m。	
整形後の基盤状態	基盤均平状態の保全を損うような破壊、損傷は見られない。	
整形性能 (m/Hr)	畦畔高さ 0.3m	220
	0.3～1.0m	180

表-3 作業試験結果

5. まとめ

表-4は、湿地ブルドーザによる整形装置と、油圧ショベルの適応性、性能の一部を比較して、まとめたものである。

湿地ブルドーザ形整形装置は、油圧ショベルに比べ、畦畔の高さ区分と、汎用性の一部で適応性に欠けているが、3面同時整形による操作性、高押圧による畦畔の耐久性など、明らかな優位性を示しており、特に平均畦畔高さの約80%を占めると考えられる1.0m以下畦畔では、油圧ショベルに比べ3.5～4.0倍もの大巾な整形性能を発揮する。また畦畔工を包含する整地工の主要機械へのアタッチメントとしたことで、施工機械のローテーション、稼働率の向上などと併せて、

畦畔施工の生産性、経済性を向上させ、湿地ブルドーザ形整形装置による畦畔施工の有効な能率化が実証された。

6. あとがき

今回、開発された湿地ブルドーザ形畦畔整形装置は、まだ改良点が残っており、今後更に施工主の御指導を賜り、実験を重ねながら玉成を行いたい。なお、開発に際し御指導と御協力をいただいた国土開発工業協会の関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

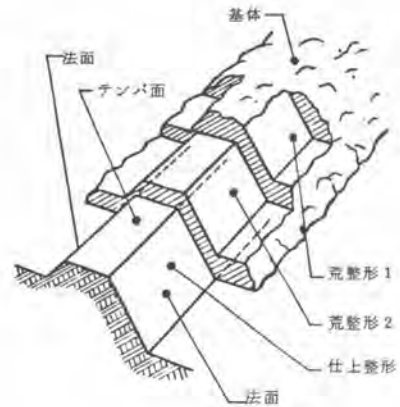


図-11 整形構造

整形装置		整形装置	
		湿地ブルドーザ形	従来型 油圧ショベル形
適応性	畦畔の高さ区分	0.3m	0.3m
		0.3～1.0m	0.3～1.0m
		1.0m以上	1.0m以上
整形精度		適応性有	適応性有
整形性能	0.3m	■ (220m/Hr)	■ (60～65m/Hr)
	0.3～1.0m	■ (180m/Hr)	■ (35～40m/Hr)
操作性		■	□
汎用性	整地工	■	□
	農道工	■	■
	用排水路工	□	■
施工要件(耐久性)		■ 最大押圧力 6.25kg/cm ²	■ 最大押圧力 2.56kg/cm ²

表-4 適応性比較

■ 優位
■ 適応性有
□ 適応性無

6. 建設工事の省力化に関するアンケート結果について

(社)日本建設機械化協会 川 端 徹 哉

*小 越 富 夫

1. まえがき

建設工事の機械化、高度化が進むなかで、昨今の建設業界にあつては、技能労務者の慢性的な不足とともに、一般労務者の高齢化という切実な問題に直面している。一方、現場にはなお人力を主体として施工される工種や機械施工にあつて、補助労力を多く必要とする工種が少なからず残されている。

こうした環境下にあつて、従来から他産業に比べて、高いといわれる労働災害事故のなかで高齢化に伴う四肢機能の低下に起因する新しい労働災害パターンさえ生まれつつある。

(社)日本建設機械化協会北陸支部では、かねてからこのことについて憂慮し、人力施工分野の省力化の方向を探るべく検討を続けてきたが、今回、新潟、富山、石川の各県建設業協会の協力を得て、北陸地方における建設工事の省力化ということでアンケート調査を行ったので、そのとりまとめ概要を報告する。

2. アンケート調査の概要

アンケート調査に用意した6つの設問内容と回答率は次のとおりであつた。

- (1) 対象とされた会社の背景を知っておくために、設問1においては、昭和55年度年間受注額と受施工種構成を、設問2においては、技術職員、労務者等の在籍人数、平均年齢等を知り、技術職員1人当り受注額、各層の平均年齢構成などを求めた。
- (2) 設問3から6までは、人力施工にかゝる度合の多い作業例とそれに伴う労働災害例、現在行われている人力施工作業のうち早急に合理化や機械化を図る必要があると思われる作業の例、機械の改良、開発で施工分野を拡げるようなアイデア、建設工事の機械化や合理化に対する意見を求め、取り組むべき調査研究の方向を得ようとした。
- (3) アンケート用紙の配布につい

表-1 アンケートに対する回答率

ては、各県建設業協会に一任した。会員数に対する依頼件数、回答率については表-1のとうりであり、多少の差は生じているが、標本数としては、概ねよいのではなからうか。

項目 \ 県別	新 潟	富 山	石 川	計
56年6月現在協会員数	480 社	会社882社 個人132	271 社	1,215 社
アンケート依頼件数(A)	480 社	60 社	105 社	645 社
アンケート回答件数(B)	245 社	89 社	32 社	316 社
回答率(B/A)	51.0%	65.0%	30.5%	49.0%

3. 工事受注状況と職種別年齢構成について

3.1 55年度工事受注状況

図-1は296社の受注額分布をみたもので、平均受注額は2.6億円強である。しかしながら、受注額50億以上の比較的大きな業者は21社にしか過ぎず、逆に10億円以下の業者が、187社63%と、ほぼ2/3を占めており、この平均受注額は約4億4千万円でしかない。北陸地方の建設業界を議論するとき、こうした小規模業者への配慮に欠けることのないようにすべきであろう。

また、在籍技術職員1人あたりの受注額は、7,520万円であったが、一般土木受注額が80%以上を占める、いわゆる土木專業々者について、この受注総額を3階級に分類すると、10億円以上の業者の場合、7,550万円/人にに対し、5億円以上10億円未満では、6,950万円/人、5億円未満では、5,960万円/人と低減し、小規模業者ほど、消化能力が低いことを示している。

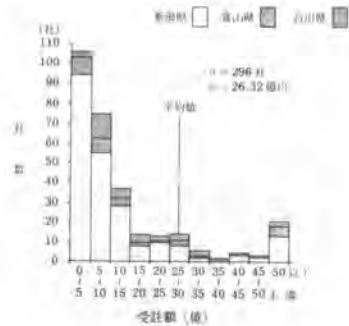


図-1 受注額分布図

3.2 職種別平均年齢

各職種別の平均年齢は、技術職員の平均年齢35才、重機械運転手の平均年齢36才で、一般産業界とさして変りはなさそう

である。ブロック工、とび工など特殊技能者を含む技能工の加重平均年齢は43才である。一般労働者の男女別平均年齢をみたものが、

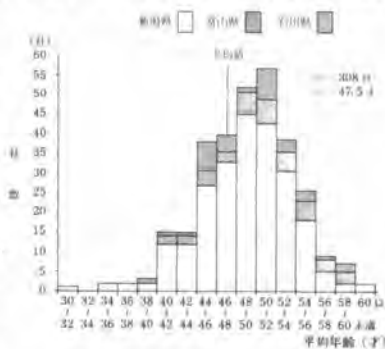


図-2 一般労働者(男子)平均年齢分布

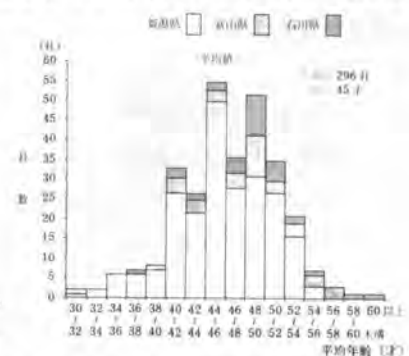


図-3 一般労働者(女子)平均年齢分布

平均は、男子47.5才、女子45才であった。建設者

が調査した56年6月における普通作業員の平均年齢は、47.1才であり、今回調査の男子平均年齢と大差ない結果となっている。一般土木工事では、就労者の大部分が技能工であり、一般労働者であろうから、フィールド作業の大部分は40才以上の中高年齢者層によって支えられているといっても過言であるまい。高齢化は労働生産性の停滞を招き、また四肢の機能低下から、思わぬ労働災害を引き起すことともなるので、安全面からも機械化、合理化が望まれるところである。

4. 人力施工にかゝることの多い工種と労働災害例

4.1 人力施工にかゝることの多い工種

基礎工、土工など26工種に分類して、人力施工にかゝる例をあげ、その平均的張付人員を求めたものの結果では、土工、型枠工、擁壁工、法面保護工、河川護岸根固工などに意見が集中している。土工においては、掘削後の仕上げ段階、建設機械の誘導、交通整理、道路清掃などに多くの人力を要し、型枠工においては、型枠小運搬から解体、清掃に至るまで、人力を必要とし、1パーティの平均

的張付人員は6.5人となっている。

コンクリートブロック積を中心とした擁壁工に関するものが、報告のなかではもっとも多く、73件を数えた。施工件数の多いことと、人力施工に依存する割合の高いことを示すもので、1パーティ平均では6.8人となっている。ブロック積工で使用

される機械では、バックホウがほぼ半分を占め、ついでクレーンとなる。床掘り作業のバックホウが、クレーンとして代用されるものであろう。図-4はブロック積の施工パターンを機械、人力に区分して模式化したものである。1次運搬(主として上下)は人力、機械あい半ばしているが、2次運搬(主として横方向)では、圧倒的に人力に依存しており、すべてを機械で行う例は64例中8例に

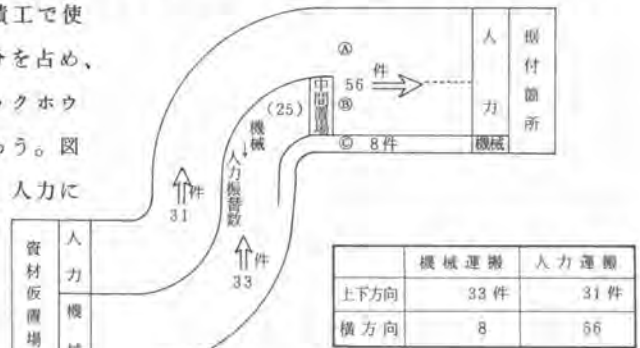


図-4 ブロック擁壁施工パターン図

過ぎない。材料の運搬、据付、裏込め、埋戻しから玉掛け、積み卸しの機械の補助作業まで、人力に依存することの多い作業工種として、解決に取り組むべき大きな課題であろう。

4.2 労働災害の傾向

人力施工例、機械の補助労力例として報告のあった作業に関して、労働災害例(ヒヤリ事故を含む)

のあげられたもののうち、件数の多いものは、やはり擁壁工であり、発生比率の高いものでは、トンネル工が群を抜いている。図-5は事故を類型別、起因別に分析したものである。類型別ではくはさまれる>、<落下物>、<墜落、転落>が多く、起因別では<ブロック材料>によるものが多く、ついで<建設機械>、<仮設物>となっている。人力作業による人と物との係わり合い、機械作業における人間の介在など事故に結びつく要因の一つ一つを解決し、防護手段を講じていくべきであろう。

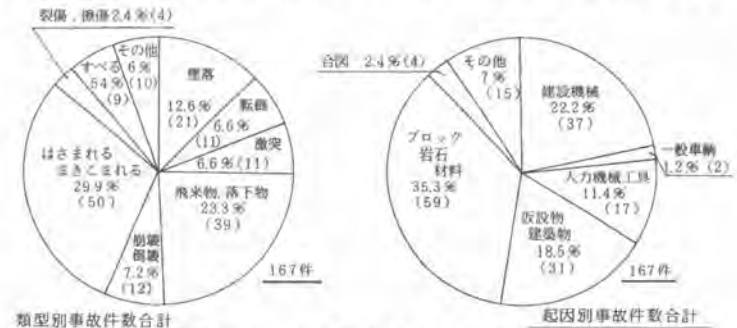


図-5 全工種集計事故分析図

5. 省力化に関する検討事項

5.1 省力化促進工種

早急に機械化や合理化を図るべき工種や作業については、前述の擁壁工にも含まれるブロックや材料の小運搬作業、法面工における土羽打作業の機械化と併せて人力施工に頼らざるを得ない筋芝工の種子吹付工への転換などを含む工法の見直し、詰石などに問題の多い蛇籠工、片法砕工の再検討、型砕工における組立解体作業の合理化のほか各種構造物におけるコンクリート打設要領の改善などが望

まれている。

また、現場コンクリートに代え、2次製品の積極的利用の声が多いなかで、高齢化による作業負担軽減のための小型化と機械施工を前提とする大型化の意見が半々にある。作業条件別の重量検討や積ブロックなどではメーカー間の控え形状の統一など共通化、再規格化も希望されている。

5.2 建設機械の多角的活用

建設工事の合理化、省力化の手段として、建設機械の多角的活用を望む声は、約半数の業者に及び、特にバックホウに関するものは、その2/3、86件にも及んでいる。

バックホウはクレーン、敷均し整正、加圧などの機能を既に有しており、本来の掘削作業以外に多くの作業をなし得る可能性を有している。図-6はこれらのニーズをまとめたものであるが、不整地走行、舗装路走行に叶



図-6 バックホウに対するニーズ

った足廻りの改善などとともに、クレーン化、杭打機化、法面整形などを図りたいとしている。バックホウのもつ能力の限界を知り、過不足機能の整理充実、利用面での法的な検討整備を行ったうえでの多角的活用が望まれるところである。

そのほか、アスファルトフィニッシャーによる路肩同時舗装、路盤材敷均し機構の付加による多角活用、ブルドーザーにキャリア装置を設けた材料運搬機能の強化、コンクリートミキサ車にストリューコンベヤを設け、高所打設に対応させるなどにより一層の合理化が望まれている。

5.3 省力化推進上の問題点

建設工事の省力化を図るとき、行政面、管理基準面、積算基準面での対応も欠くことができない。

バックホウをクレーン使用するときの規制緩和など合理化をはばむ諸規制の見直しと安全施工面との整合、蛇籠、片法枠の面石施工や法面整形作業の機械化を進めるときの仕上り精度など管理基準の再検討、機械化され、機械の保有が増大することで遊休となりがちな傾向に対する機械損料上の配慮、機械掘削による余掘り幅の十分な計上など設計積算上の十分な配慮を行うなど、従来の人力施工に依存した工種を機械化施工に切替えるための多くの問題点解決が望まれるところである。

6. まとめ

今回のアンケート調査から、中小企業で殆んど占められている北陸地方の建設業者の省力化に対する考え方を、ある程度知ることができた。その結果、次の3点について当面の調査研究課題とした。

- (1) コンクリートブロック積(張)工の機械化に対する検討(ブロック形状重量の検討も含む)
- (2) 油圧バックホウの多角的活用の検討(法的な検討も含む)
- (3) 法面工、植生工の合理化の検討

今回の調査を一つのきっかけとして、建設工事の省力化に関する議論が更に活潑となり、高齢化社会に対応した新しい建設工事の施工法が、安全面からのニーズを十分踏まえ、かつ施工品質面の向上にも配慮されたいうえで確立される一方、若年層にも魅力ある産業として改変されていくことを願うものである。

7. 打撃式杭打機における エネルギー伝達率の測定について

建設省土木研究所 北川原 徹

建設機械化研究所 藤本 義二・*西ヶ谷 忠明

1. まえがき

打撃式杭打機の能力を表わす一項目として打撃エネルギーがあげられるが、この値はラム重量とラム落下高さの積をもって表わされる場合が多く、ラムの落下行程やクッション材で消費されるエネルギーについては不明のために、杭打機の出力としての表示には適当でない。さらに、最近の打撃式杭打機は、騒音対策のためにクッション材に工夫を凝らしたドロップハンマの登場や、排気煙を清浄に保つために燃焼方式を改善したディーゼルハンマの実用化など多様化しているために、ラムの落下行程で消費されるエネルギーは、機種毎に大幅に異なった値をとることも考えられる。従って杭打機の能力表示としては、これらの損失エネルギーを差引いた、何れの打撃式杭打機にも適用できるような表示方法が求められる。

本報告は、打撃式杭打機の能力を、杭頭部へ伝達されたエネルギーで表わすこととして、ディーゼルハンマ及び油圧ハンマの杭打実験を中心に、その測定方法について述べたものである。

2. 実験の概要

2.1 実験場所の地質

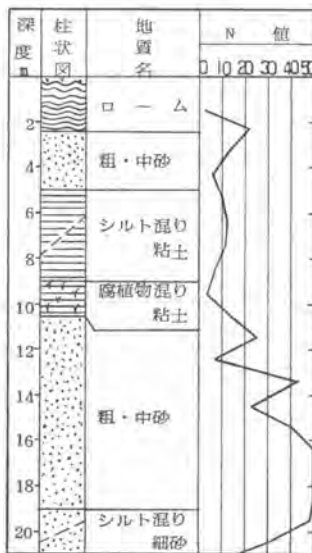


図-1 地質柱状図

実験場所の地質は図-1の柱状図に示すように、地表面から深さ10mまではN値20以下の比較的軟い層であるが、5～9m間では強い粘性を示すシルト混り粘土層を介在している。10m以深では主として粗・中砂層となり、14～20mでN値40以上の中間支持層を構成する。実験は杭先端がこの中間層に達してから行なった。

2.2 杭打機と杭の組み合わせ

実験対象とした杭打機と杭は次のような組み合わせで行なった。

- (1) 2.5 tディーゼルハンマA；鋼管杭（直径40 cm、厚さ9 mm、長さ1.7 m先端開放杭）
- (2) 2.5 tディーゼルハンマB（燃料噴射霧化方式）；鋼管杭（直径40 cm、厚さ9 mm、長さ1.7 m先端開放杭）
- (3) 8 t油圧ハンマ；PHCパイルB種（直径50 cm、厚さ90 mm、長さ1.5 m先端閉塞杭）

2.3 測定項目

主な測定項目は図-2の測定フローに示すように、打撃力と杭体変位量およびラム落下高さである。

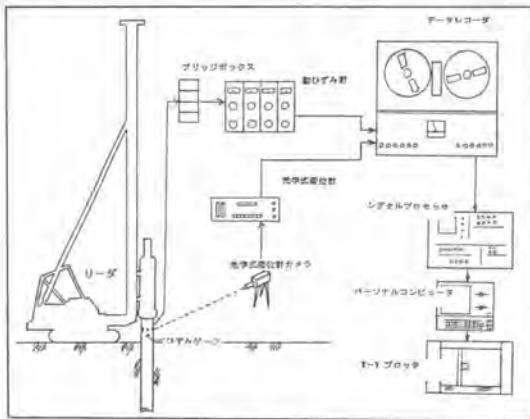


図-2 計測のフロー

打撃力は、杭の打撃端から1 m 杭先側の円周方向に等間隔で貼付した4枚のひずみゲージにより測定した。測定は各ゲージ毎に独立して行ない、解析時に4方向の平均値を求めた。杭頭変位は、無接触の光学式変位計を使用し、杭打地点から約20 m 離れて計測した。変位計測のためのターゲットは、杭頭部のひずみゲージ貼付位置に重ねて設置した。ディーゼルハンマのラム落下高さは、16 mm カメラを用いてラム上死点を撮影し、後日これをフィルム上から読みとった。油圧ハンマのラムストロークは、機械操作盤

上で設定できるうえに再現性も良好であったので設定値とした。また、打撃力と杭頭変位はデータレコーダに記録したが、各データ毎に、ラム落下高さの値と打撃力等は正しく対応づけられるよう十分な注意を払った。

2.4 使用計測器の性能および光学式変位計

打撃時に杭頭部に発生するひずみは、立ち上りが非常に速いため高い周波数応答を備えた計器類を用いて計測しなければならない。今回の実験に用いた計測器は、記録・再生の全ての段階においてDC ~ 5 KHz の周波数範囲を確保した。

次に光学式変位計の主な要素は、① 明暗の強いコントラストをもつターゲット、② レンズ、③ 光電子増幅管(②、③はカメラ部)、④ サーボ制御回路およびアンプ等である。今回の計測では、ターゲットに約30 cm x 40 cm のケント紙を中央で上下に2分し片側を黒く塗ったものを杭に貼り付けて使用し、カメラには600 mm 望遠レンズを使用した。ターゲットの動きは、光電子増倍管のフォトカソード上の動きとしてとらえられる。フォトカソードからはアバーチャに向かって、ターゲットからの光のコントラストに比例した電子イメージが投射される。アバーチャでは、電子イメージを常に中央で検知するようにサーボ回路が働き、フォトカソードからの電子ビームを制御する。このとき偏向コイルに流されるフォードバック電流が、ターゲットの変位に比例した電流として計測される。光電子増倍管の構成を図-3に示す。

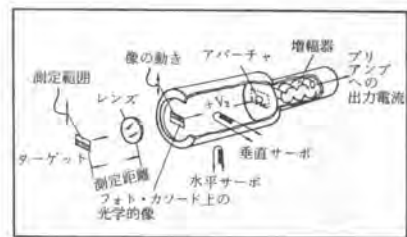


図-3 光電子増倍管(イメージディセクター式)

3. 実験結果

3.1 打撃力と杭頭変位

図-4 にディーゼルハンマ A による、図-5 に油圧ハンマによる打撃力および杭頭変位波形を示す。ディーゼルハンマの打撃力波形では、打撃直前の空気圧縮行程による緩やかな力の変化が見られる。杭頭変位は、この時点でやはり僅かな変化を示し打撃力の立ち上りより緩やかな速度で変化（貫入）し最大変位に達した後、リバウンドを生じ、やがて平衡状態となる。変位ゼロのラインから、この平衡状態までの距離が普通に言う貫入量に相当する。図-4 では、16.7 mm の最大変位、リバウンド 8.6 mm、貫入量 8.1 mm である。油圧ハンマでは図-5 にみられるように、打撃力は突然立ち上り、ディーゼルハンマの空気圧縮に相当する部分が無いことがわかる。また、ラムは 8 t の大質量のため力の作用時間が長い。図-5 では、最大変位 20 mm、リバウンド 12.9 mm、貫入量 7.1 mm である。

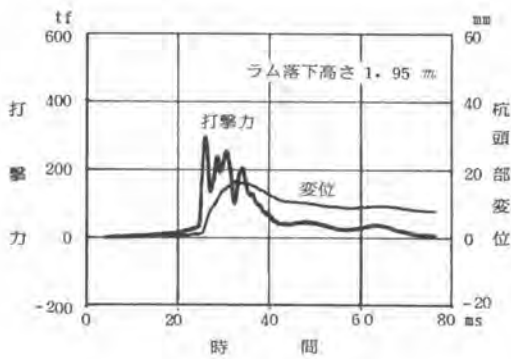


図-4 打撃力及び変位
(ディーゼルハンマ A)

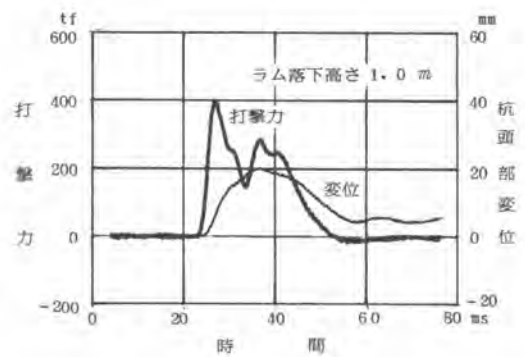


図-5 打撃力及び変位
(油圧ハンマ)

3.2 杭へ伝わったエネルギー

図-6 は図-4 をもとに、図-7 は図-5 をもとにそれぞれ縦軸に打撃力を、横軸に変位をとって描いた打撃力-変位線図である。従って、この曲線に囲まれた部分の面積が、杭頭部に伝達されたエネルギーの総量を表わす。同線図は、変位ゼロから出発して最大変位に達した後、リバウンドによりハンマ方向にエネルギーを返すことを示しているが、返還されるエネルギー量は地盤の

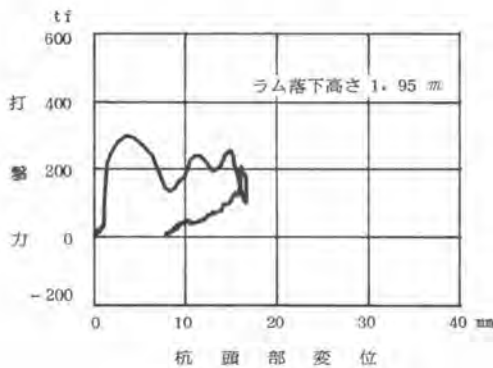


図-6 打撃力-変位線図
(ディーゼル A)

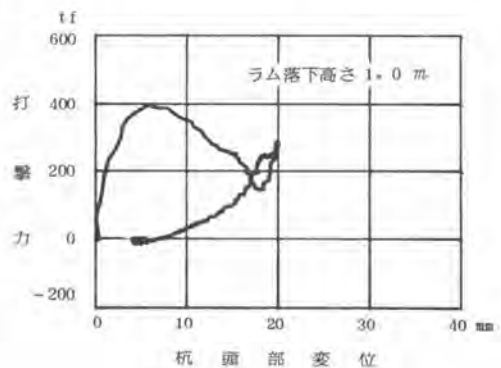


図-7 打撃力-変位線図
(油圧ハンマ)

抵抗によって変わる。ここに示すことはできなかったが、地盤抵抗が小さければ、殆んどのエネルギーを地盤が吸収してしまふ結果、杭変位が最大となる時点で打撃力はほぼゼロとなる。逆に地盤抵抗が大なる場合は、ハンマからのエネルギーは杭体及び地盤の弾性変形によって吸収された後、大きなリバウンドでハンマ方向に戻され、ラムをより高くはね上げる。

杭打機の出力として表わそうとする、杭に伝わったエネルギーは、打撃力-変位線図で示される変位最大の点までの打撃力の積分値とし、リバウンドエネルギーは計算に入れない。

図-8は、3種類の杭打機について上記の考えのもとに、杭に伝わったエネルギーを計算した結果である。ラム落下高さは油圧ハンマ0.5~1.2m、ディーゼルA 0.95~2.35m、ディーゼルB 1.66~2.62mの範囲でそれぞれ実験したものであるが、この範囲では、各ハンマとも杭に伝わったエネルギーは、ラムの位置エネルギーに対し直線関係にある。また、油圧ハンマはほぼ座標原点を通り、ラムの落下行程において空気圧縮等によるエネルギー損失が少ないことを示している。ディーゼルハンマは、ラムが落下し吸気ポートを閉じてから一定量の空気を圧縮するための仕事の大部分が損失エネルギーとなり、これは図-8において、破線及び実線を下方に延長し杭に伝わったエネルギーがゼロとなる時の位置エネルギーの値で表わされるものとする。次に、位置エネルギーに対する、杭に伝わったエネルギーの比をエネルギー伝達率とすると図-9が得られる。ディーゼルハンマは常に一定の損失エネルギーを必要とするので、ラム落下高さが高いほどエネルギー伝達率は向上する。

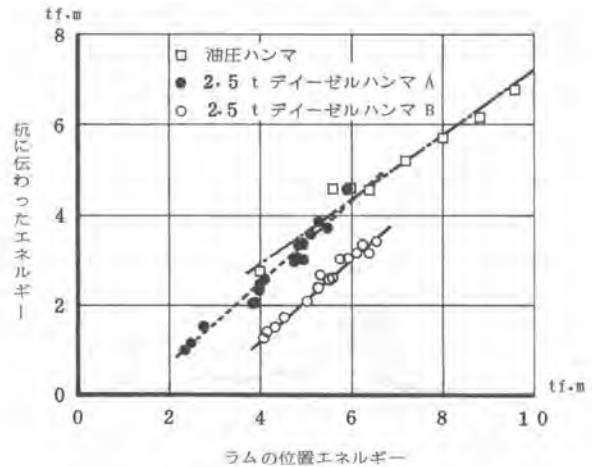


図-8 伝達エネルギーと位置エネルギー

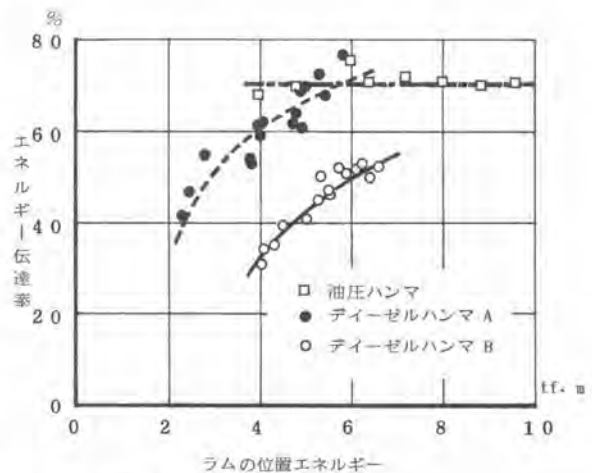


図-9 エネルギー伝達率

4. あとがき

従来一般的に行なわれていた、エンピツ書きによる杭の沈下記録に替り、杭の変位を打撃力と同期させて電気信号として計測することによって、杭の挙動に関する情報量が飛躍的に増加した。ここに述べた方法を標準化すれば、あらゆる打撃式杭打機の能力評価に適用できるものとする。さらに実測を重ね、これを確認してゆきたい。

8. エムアールディ工法による地盤改良

小野田セメント(株)*八木格而・森 公一

1. まえがき

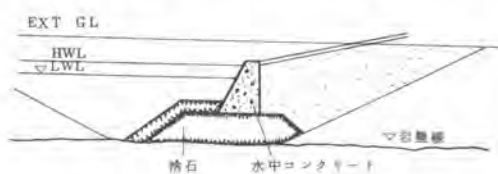
柏崎市の番神海水浴場に於て、その整備事業の一環として流砂防止策が計画された。その計画はコンクリート擁壁を造成し流砂防止を計るもので、コンクリート擁壁の造成方法として

- 1) 水中コンクリート方式 (第1図)
- 2) 捨石マウンド方式 (第2図)
- 3) 地盤改良方式 (第3図)

第1図 水中コンクリート方式



第2図 捨石マウンド方式



の3つの方式が検討されたが、構造的信頼度・施工性の容易さ・工事費の安さなどの面から3)項の地盤改良方式により、砂地盤内に固化改良杭を造成し、コンクリート擁壁を支持する方法に決定された。

その固化改良杭の造成工法にエムアールディ工法(MR-D工法)が採用され、施工を行った結果、所定の工事目的を達成出来たので、その実施状況について報告する。

2. 工事内容

1) 全体計画

- 流砂防止擁壁の造成

海水浴場の海岸線に延長約650m造成する。

- 地盤改良区間

岩盤線が露出している部分及び砂層の厚みが50cm以下の部分については、地盤改良を行わず、砂層が50cm以上の部分についてのみ地盤改良を行う計画とし、地盤改良区間は延長約450mとなった。

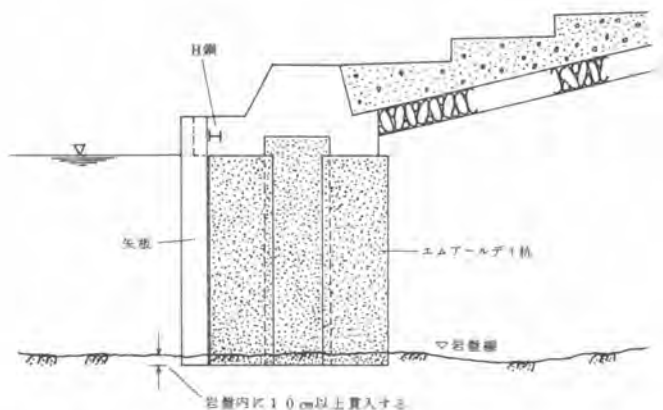
- 地盤改良の設計

地盤改良の設計上最大の問題点となったのは、流砂防止擁壁を海岸線ギリギリに設置するために、改良固化杭が波浪により洗掘される点にあった。

従って、その洗掘防止対策が重点的に検討され、改良固化杭の前面（海側）に矢板を打設し洗掘防止を行うことになった。

以上の通り設計された流砂防止擁壁を第3図に示す。

第3図 流砂防止擁壁構造図



2) 地盤改良工 - 工事仕様

○ 工法名 : エムアールデイ工法 (MR-D工法)

エムアールデイ工法とはセメント系固化材をスラリーとし、改良対象土中に注入しながら、攪拌羽根により機械的に混合攪拌し、円柱状の改良固化体を造成する工法である。

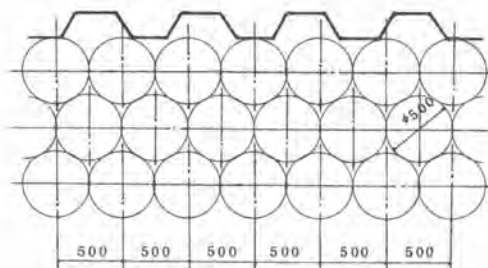
この工法は特に砂質土の地盤改良工法として開発したもので、固化材の種類、添加量などの選定により、砂質分の顕著な地盤では経済的に高強度が得られる工法である。

尚、本工法については55年度、建設機械と施工シンポジウム……昭和55年10月17日～18日……にて報告済みである。

○ 改良径 : $\phi 500$ mm

○ 配列 : 千鳥配置 3列及び4列 (第4図参照)

第4図 エムアールデイ杭配置図



- 改良強度 ; $q_u > 10 \text{ kg f / cm}^2$
- 打設本数 ; 3,196本
- 打設延長 ; 12,059 m
- 平均打設長 ; 3.77 m
- 工期 ; 昭和56年9月26日～昭和56年12月19日

3. 地盤改良工施工

1) 施工状況

施工状況を写真により説明する。

写真-1 施工全景

写真-1



工事始点より50 m付近施工中の全景写真である。

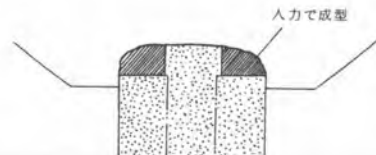
手前ではコンクリート擁壁の型枠組の施工中である。

写真-2 エムアールデイ杭の出来形

写真-2



エムアールデイ杭3列(及び4列)の中央部分の杭頭を30 cm打ち上げる設計となっていたが、実際にはその施工はむずかしく、掘削後、人力成型を行った。(第5図)



2) 施工上の問題点

- 打設長が岩着+0.1 mの設計になっているので、エムアールデイ杭1本毎の打設長が変り、施工管理に注意した。
- 矢板に接して打設する設計になっており、可能な限り近接打設を行ったが、結果は矢板との完全な密着は出来なかった。
- 改良対象土が第6図の様に、ほぼ単一粒度の砂(粒径0.4~0.9%)であったため、添加し

9. 軟弱地盤改良のサンドマット工法にかわる特殊排水マット工法

フジタ工業(株) 中 光 秀 登・林 英 雄

*茶 山 和 博

1 ま え が き

最近、土地不足から軟弱地盤を利用可能地に作り変える造成、道路、鉄道、等の工事が目立つ。そこで、軟弱地盤改良技術の一環として、F・D・D工法(Fujita Diabase Drain Method)を開発したものである。F・D・D工法とは、従来のサンドマット工法にかわる軟弱地盤の圧密排水促進工法の一つで、サンドマット工法は、軟弱地盤上に透水性の高い良質の砂で軟弱地盤の圧密による過剰間ゲキ水を盛土外へ排除する排水層を形成する。一方、本工法は、工場製品であるポリオレフィン製の不織布を使用し、サンドマットと同等以上の排水効果を發揮させ、且つ各種垂直ドレーン工法とも有効な併用が可能なものとして考案したもので、本工法の特長を列記すると次の通りである。

- i). 透水性の高い良質の砂を必要としない。
- ii). 砂運搬によるダンプ公害問題が発生しない。
- iii). 工場生産されるため安定した品價が得られる。
- iv). 高度な透水性を發揮する。
- v). 降雨後でも搬入敷設可能であるため工程が安定する。
- vi). 運搬取扱いが容易で、施工場所にあわせた自由な切断継ぎ足しができる。
- vii). 垂直ドレーンの併用が可能である。

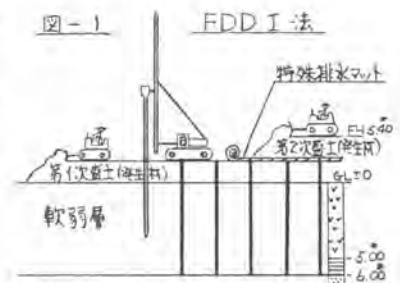
本工法は、昭和53年11月に実験工事を千葉県流山市に於いて行ない、サンドマット工法にかわる有効な新しい工法として十分実用に供することを確認し、昭和56年7月より千葉県印旛郡に於いて本工法を採用した結果を納めた。

2. 実験方法

実験は、約2000^mの面積で地盤、荷重、排水等の諸条件が出来るかぎり同一となるよう配慮した。特殊排水マットは、図-1に示すように、垂直ドレーン打設用機械のトラフィカビリティ確保のために発生穴(関東ローム)で盛土した上に敷設した。測定は、水位計、間ゲキ水圧計、沈下板の観測により、行なった。

施 工 手 順

- i) 地表面排水及び第1次盛土(H=1.00)
- ii) 垂直ドレーン工
- iii) 特殊排水マットの敷設($\sigma=2\text{cm}$)
- iv) 第2次盛土(H=4.40)



3. 地盤構成

地盤構成は、表-1に示すが上位より有機質土層、砂質シルト層、砂質土層より成っている。

軟弱層厚は、有機質土層が5mで、下位の砂混りシルト層1mは、N値が5~6で、締っており改良後のボーリング調査結果からこの層の沈下は生じていない。(有機質土の工性値は、表-1に示す)

表-1 有機質土の工性値

自然含水比	$w_h = 150 \sim 250\%$
比重	$G_s = 1.78 \sim 2.26$
単位体積重量	$\gamma_t = 1.00 \sim 1.30 \text{ t/m}^3$
塑性指数	$I_p = 80 \sim 330$
一軸圧縮強度	$q_u = 1.12 \sim 2.17 \text{ t/m}^2$

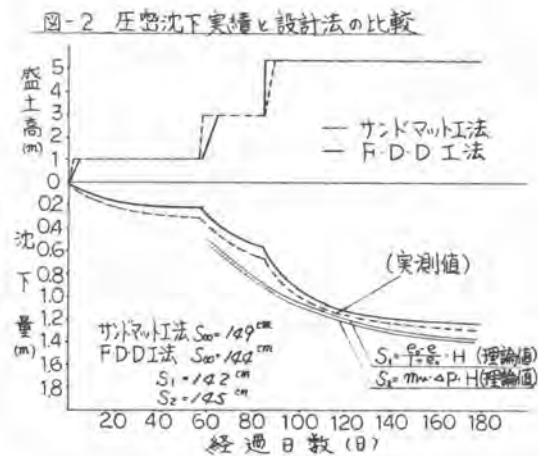
4. 実験結果と考察

4-1 軟弱層の沈下

F・D・D工法とサンドマット工法の沈下性状は、図-2に示すように、工法による有意の差は認められない。

沈下実績より双曲線法で最終沈下量を推定すると、サンドマット工法では $S_{\infty} = 149 \text{ cm}$ で、F・D・D工法では $S_{\infty} = 142 \text{ cm}$ であり、図-2に示す理論値と良い一致を示している。

なお、理論沈下曲線は、室内の圧密試験で求めた圧密係数 C_v を採用し $C_v = C_{vh}$ として、水平方向の排水による圧密のみを考慮した。

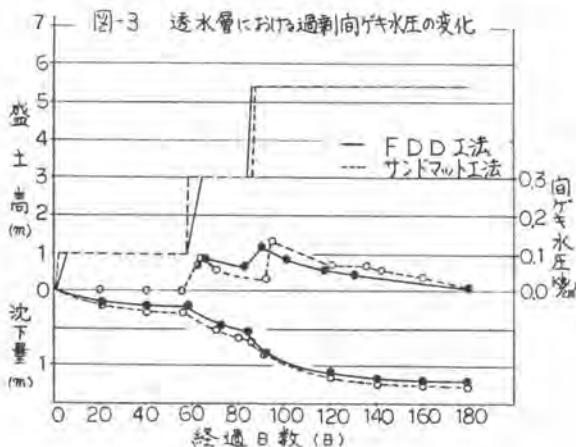


4-2 特殊排水マット層とサンドマット層の過剰間ゲキ水圧

水位パイプと間ゲキ水圧計による過剰間ゲキ水圧の経時変化は、同様の傾向を示し測定結果

が妥当であったと判断し、図-3には水位パイプによる測定値を示した。盛土の増加にともなう両工法の透水管における過剰間ゲキ水圧は、盛土完了後約3ヶ月間で消散している。

この過剰間ゲキ水圧の挙動は、両工法とも有意の差は認められない。



4-3 工復性状の変化

原地盤と盤工開始後ノ75日目(圧密度 $U=85\%$)のボーリング調査結果の工復性状の変化を比較すると次のようになった。

4-3-1 深度に対する C_{sw} 強度の変化

スエーデン式サウンディングより求めた強度を図-4に示すが原地盤の値と比較して、ランドマット工法では、約2.8倍、F・D・D工法では、3.5~4.5倍の強度を示している。

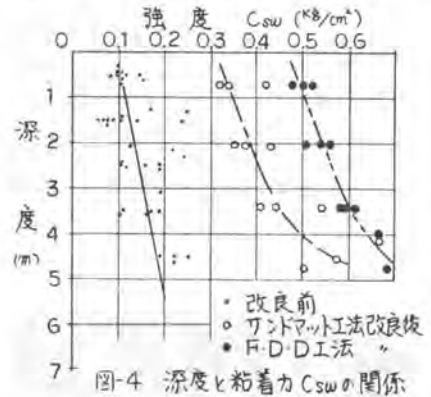


図-4 深度と粘着カ C_{sw} の関係

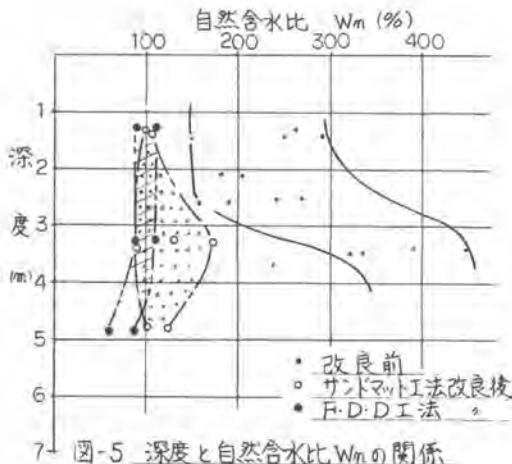


図-5 深度と自然含水比 W_n の関係

4-3-2 深度に対する自然含水比の変化

改良後の含水比は、深度方向に対して、ほぼ $W_n=60\sim120\%$ の含水比までいらじろしく低下しており垂直ドレーンが下層まで有効であったことが示めされている。F・D・D工法の方が、 W_n の低い含水比で、且つばらつきが少ない。

(図-5 参照)

5. 施工実績

千葉県印旛郡に於ける開発面積 76万 m^2 のうち、18万 m^2 の軟弱地盤改良に本工法を採用し、現在約28万 m^2 は、所定の品質を満足してプレロードの撤去作業を完了している。

当該地盤は、利根川および根木名川の支流の小河川によって樹枝状に浸食してきた開析谷に軟弱な沖積層が堆積して形成された谷低地帯に位置している。

地盤構成は、上部より腐植工層、粘性工層、砂質工層を呈し、上部腐植工層厚は、中央部で4~5mであり、その工性を表-2に示す。

表-2 有機質土の工性値

自然含水比	$W_n = 300\sim675\%$
単位体積重量	$\gamma_s = 1.05\sim1.20 \frac{kg}{m^3}$
塑性指数	$I_p = 100\sim265$
一軸圧縮強度	$q_u = 1.60 \frac{kg}{m^2}$

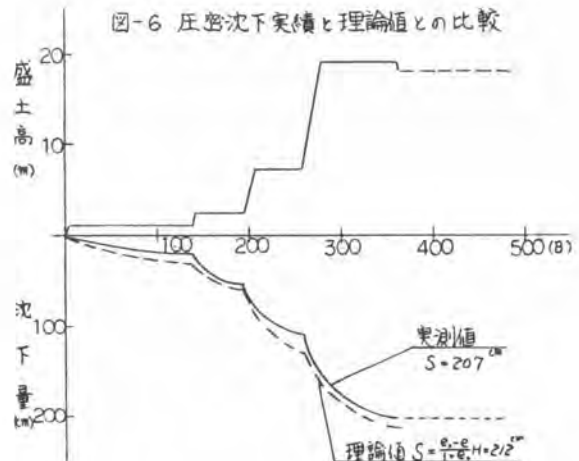
撤去作業を完了してこの部分の沈下実績と理論値について図-6に示す。

最終沈下量を双曲線法で推定すると
 $S_{\infty} \approx 207 \text{ cm}$ であり、理論値 $S = 212 \text{ cm}$
 である。

F・D・D工法の沈下曲線は、理論値
 と良い一致を示している。



写真-1 垂直ドレーンとの接続状況



6. あとがき

サンドマット工法とF・D・D工法との比較実験を行なった結果、盛土の沈下性状、排水層の過剰間ゲキ水圧の発生並びに消散は、両工法に有意の差は認められない。又軟弱層の改良前後の工性値を比べると、改良後の含水比の低下は、両工法ともほぼ同様の結果を示している。

一方、強度については、深さ方向に関し、両工法とも下部において強度が入り、上部で低い傾向を示している。改良後の強度増加は、F・D・D工法の方が大きく、サンドマット工法で約2.8倍、F・D・D工法では約3.5～4.5倍を示している。

実施工に於いても実験工事同様、滑らかな沈下を示している。

以上の結果、F・D・D工法は、サンドマット工法にかわる新しい工法として十分実用に供することが判明した。なお、今後は、積極的に本工法を採用して実績をあげると同時に、より一層の改善に努めていく。

10. 深層混合処理工法における攪拌装置の開発研究

(株)大林組 松尾 龍之

1. まえがき

機械攪拌方式の深層混合処理工法は、セメントや石灰などの固化材を地盤中に供給するとともに、攪拌翼で固化材と改良対象土を攪拌混合し、地中に固結体を造成する地盤改良工法である。当工法は他の改良工法に比較して短時間に大きな改良強度が得られ、しかもセメントなどの化学反応を利用するため、施工機械の制約を受けるだけで大深度の改良も可能であることから、最近、地盤のすべり防止、沈下防止等にその適用例が増大している。しかし、固化材と対象土を原位置で攪拌混合するために混合の不均一が避けられず、改良効果に大きなバラツキが生じるケースが多く見られるのが施工上の課題となっている。そこで混合の均一性を向上すべく昭和52年度より当工法の心臓部である攪拌装置の研究に着手した。

開発研究の経緯は、基礎的な室内モデル実験から改良効果の優れた攪拌装置の原形を比較選定し、これに引き継ぎ、実大規模の中型モデルによるフィールド実験を実施して試作攪拌装置の実用性の確認。さらに、実際の地盤を対象とした現場試験を行なって開発した攪拌装置によって造成したパイルの物性調査および掘削試験を実施してきた。

2. 開発経緯

一般に、深層混合処理工法の主要な施工条件は、攪拌軸回転数が $N = 40 \sim 50 \text{ rpm}$ 、昇降速度が $V = 0.5 \sim 1.0 \text{ m/mm}$ の範囲が多く、改良深度各断面における混合時間はきわめて短い。

そこで、短時間の攪拌混合でも固化材と対象土をできるだけ均一に混合できる攪拌装置を、次の2点の機能に焦点を絞って実験的に研究した。

- ① 固化材であるセメントミルクの地盤中への均等供給機構
- ② 供給された固化材と対象土との均一攪拌混合機構

2.1 室内モデル実験

図-1に示す試験機を用い、直径50cm×長さ80cmの固結パイルを造成しながら、各種実験調査項目を比較検討した。実験地盤は、直径1m×深さ1mの鋼製土槽に粘性土を投入した均一地盤で、その強度は、粘着力が大きく固化材との混合が比較的難しい一軸圧縮強度で $qu = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ とした。

100ケースに及ぶ混合実験を行ってきたが、実施した実験調査項目およびそれらの結果を要約すると次の通

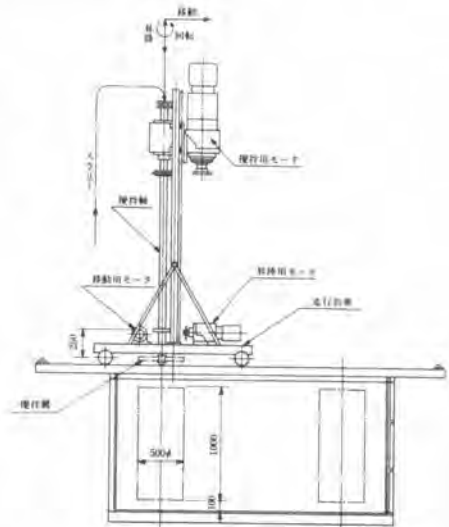


図-1 モデル混合用実験機

りである。

(1) 固化材供給方法の検討

セメントミルクの供給方法として、図-2の代表的な4例を含め10ケース以上の方法を検討した。その結果、Case1、2の中空攪拌軸の1箇所あるいは複数箇所から単独にミルクを吐出させるよりも、吐出口そばに三角断面あるいは平板状の注入補助翼を備え、回転に伴って生じる空隙に向かってミルクを噴射させるCase3、4の供給方法が注入範囲全域にわたってミルクが分散しており、特に、平板ブレードを30度前後の傾斜角で攪拌軸に取付けたCase4の方式が最もミルクを均等に分散した。

(2) 攪拌混合方法の検討

攪拌混合翼についても図-3に示す5種類を初め、20種類近くの形状の混合性能を比較検討した。その結果、対象土を上下、左右、斜め方向と立体的に攪拌するType D、Eのひし形、だ円形の攪拌翼の方が従来の攪拌装置に見られる水平ブレード形攪拌翼よりも良好な混合性能を発揮し、なかでも平板状の注入補助翼とだ円形の攪拌翼を組み合わせたType Eのだ円型(Oval型)攪拌装置が最も優れた改良効果を示した。

2.2 野外フィールド実験

次に、モデル実験で良好な混合性能を示したOval型攪拌装置の原形をもとに、直径1mの攪拌装置を試作し、実大規模の混合性能を確認するために、次のようなフィールド実験を行なった。

(1) 実験概要

- ①実験期間 : 昭和55年11月
- ②試験地盤 : 縦7.5m×横2.5m×深さ4.0mの大型土槽に粘性土を埋立てた人工軟弱地盤
- ③造成パイル仕様 : 直径1.0m×長さ3.0m
- ④造成パイル数 : 合計8本(内、2本は予備パイル)
- ⑤パイル配置と攪拌混合条件 : 表-1
- ⑥攪拌混合方式 : 下降時に地盤の掘削と攪乱、上昇時にセメントミルクの供給と混合を行なうバッチ方式
- ⑦固化材の種類 : 水・セメント比 $W/C=1$ のセメントミルク

(2) 実験結果

造成したパイルから、直径100mm×長さ4mの塩ビパイプで固結土を採取し、材令28日で強度試

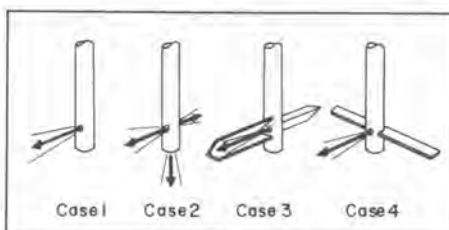


図-2 各種の固化材供給方法

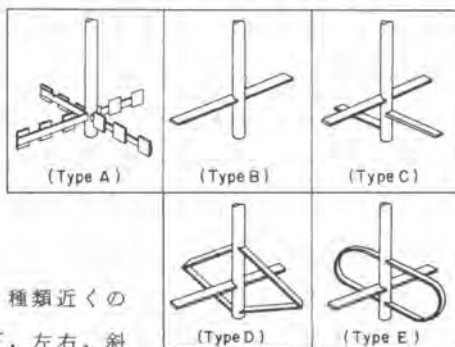
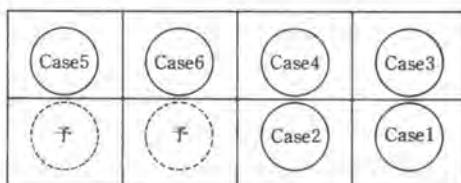


図-3 攪拌翼の形状



ケース番号	引上げ速度 v(m/min)	注入圧 P(kgf/cm ²)	混合回数 N(往復)	備考
1	0.50	30	1	
2	0.50	30	2	
3	0.50	50	1	
4	0.50	30	1	切削羽根付
5	1.00	30	1	
6	1.00	50	1	

表-1 パイルの配置と攪拌混合条件

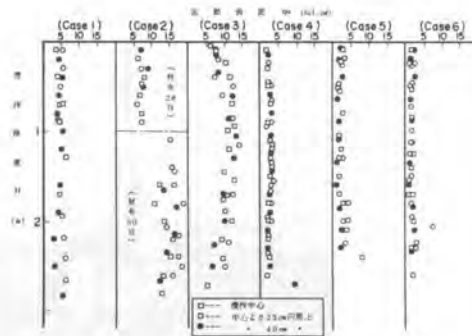


図-4 各パイルの固結強度



写真-1 造成パイルの出来上り形状

験した結果は、図-4である。各種変化させた攪拌混合条件によって固結強度の大きさやバラツキに差が見られ、攪拌混合時の引上げ速度、セメントミルクの吐出圧が混合効果に大きな影響を与えている。しかし、固結パイルの出来上り形状を観察するために、深さ2 mまで掘削したパイルの形状調査では、写真-1に見られるように全てのパイルが攪拌径通りに造成されているのが確認された。

3. 現場試験

以上、基礎的なモデル実験から開発したOval型攪拌装置は、攪拌径を実大規模の1 mにしたフィールド実験においても期待通りの混合性能を示すことが確認できた。しかし、これらの実験は、全て人工的に作成した均一地盤である。そこで、自然堆積の軟弱地盤に対する混合性能を調査し、Oval型攪拌装置の実用化を計るために、実際工事を想定した次のような現場試験を行なった。

3.1 実験概要

①実験期間：攪拌混合……昭和56年8月、掘削確認……昭和56年9月

②実験場所：埼玉県荒川河川敷内

③試験地盤：(GL0～-5 m)細砂混リシルト、(GL-5 m以深)シルト

地盤強度は、両層とも粘着力で $c = 0.2 \sim 0.4 \text{ kg/cm}^2$

④造成パイル仕様：

直径1.0 m × 長さ1.0 m

⑤造成パイル数：

P-1～P-15、合計15本

⑥パイル配置と攪拌混合条件：

図-6の通り

⑦攪拌混合方式：

フィールド実験と同じバッチ式

⑧固化材の種類：

セメントミルク、 $W/C = 1$

⑨使用機械

・ベースマシソン……日立パイル

ドライバPD-100

固結パイル番号	P-1	P-3	P-5	P-6	P-7	P-10	P-12	P-14
攪拌混合装置	0-I	0-I	0-II	0-II	0-IC	0-I	0-I	0-I
注込率(%)	20	19	15	15	20	20	20	20
注入圧(kgf/cm ²)	5	33	20	20	30	20	20	40
回転数(rpm)	41	41	41	41	41	41	41	41
上昇速度(m/min)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0

--	--	--	--	--	--	--	--	--

固結パイル番号	P-2	P-4	P-8	P-9	P-11	P-13	P-15
攪拌混合装置	0-1	0-1	0-I	0-I	0-II	0-I	0-II
注込率(%)	20	20	15	15	20	20	15
注入圧(kgf/cm ²)	15	40	30	40	40	30	20
回転数(rpm)	41	41	41	41	41	41	41
上昇速度(m/min)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5

図-5 パイル配置と各パイルの攪拌混合条件

- 回転掘進機…… 三和 D-60H 改造型 45 kw
- 注入プラント…三和 PM-J-23WA 50 kw
- 注入ポンプ…… 鉦研 MG-15H, MG-30, PG-75

Q0 攪拌混合装置 (写真-3)

- Oval シングル攪拌装置 (O-I 型)
- Oval シングルーッタ付攪拌装置 (O-IC 型)
- Oval ダブル攪拌装置 (O-II 型)

3.2 実験結果

造成したパイルの材令 28 日における固結強度の代表的な測定例を図-6 に、また固結形状確認のため掘り出したパイルを写真-4 に示す。

本工法に適合した施工条件のもとでは、ソイルミキサによる室内配合試験の固結強度 (添加率 $\alpha = 20\%$ で $q_u \approx 45 \text{ kg/cm}^2$, $\alpha = 15\%$ で $q_u \approx 25 \text{ kg/cm}^2$) の 50~60% の強度発現が得られた。

4. あとがき

室内モデル実験から開発した Oval 型攪拌装置は、現場試験においても予想通りの混合性能を持つことが確認された。そこで本年 1 月から 2 月にかけて本装置を用いた最初の工事を実施した。この工事は、擁壁基礎地盤の改良と盛土によるすべり防止対策工である。工事は順調に進み良好な改良結果が得られたが、この報告は、次の機会にしたいと思っている。



写真-4 掘り出した固結パイル



写真-2 攪拌混合機械全景



写真-3 使用した攪拌装置

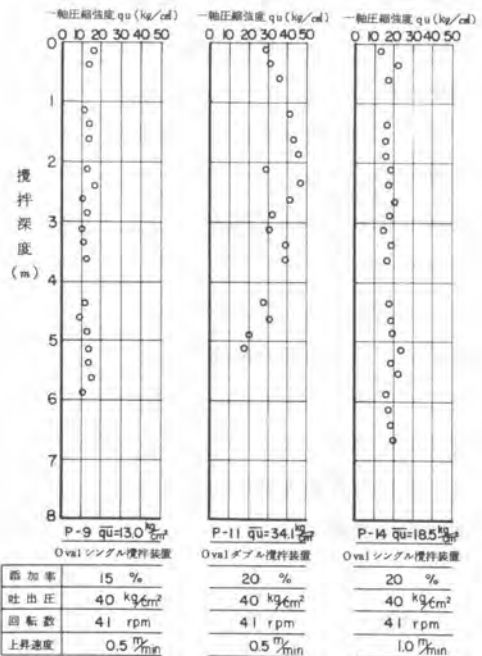


図-6 主要パイルの固結強度

11. ニューマチックケーソン工法における バケット式自動ずり出し装置

鹿島建設(株) 菊池 建二・中川 毅・*高橋 忍

1. 背景

ニューマチックケーソン工法は高気圧下の作業という特殊な作業環境に耐えうる熟練作業員を必要とするが、年々高齢化が進み労務上の問題が起きている。しかしながら施工管理も品質管理の面で本工法の高い信頼性が見直され、労働条件の厳しい工法ではあるが都市土木など高度な技術を要する構造物の建設にかなり採用されている現状である。過去において無人化・自動化の要請の強い代表的な本工法は、掘削方法やずり出し方法に数多くの改善が試みられてきたが、コストの点や難点があり普及を阻む要因となっていた。当社では現状の設備を有効に活用することを目的として自動ずり出し装置を開発し、都内大島幹線立坑その1工事で使用し、所期の効果を認められた。

本稿は、このバケット式自動ずり出し装置の開発経緯と装置の概要および施工実績について述べる。

2. 開発経緯

(1) 従来のずり出し方法

通常クレーン運転員、エアロップ操作員、函内掘削・積込作業員の協働で行われており、三者も給排機の信号（合図）と巻上ワイヤロープに付けた目印を頼りに経験と勘で作業している。このためバケットとエアロップ操作員の接触事故やエアロップ内めねいす函内でのバケット過巻上による巻上ワイヤロープの切断事故の危険性が潜在している。



写真-1 装置の全景

(2) 自動ずり出し装置の開発

経験と勘に頼ったこれまでの掘削・ずり出し方法を改善し、安全性や作業効率の向上および作業環境の改善は本工法の今後大きな課題であり、現在各種の方法の開発が試みられている。今回の開発の目的は現状の機器を活用し大規模な設備変更することなくバケット式ずり出し方法を自動化すること（焦点を絞り）、危険なエアロップ上の作業員をなくすること、シャフト内やエアロップ内の見えない部分を通過するバケットの動きを自動化することによって安全作業が行えることへの効果をも求めた。

3. 装置の概要

(1) 装置の構成

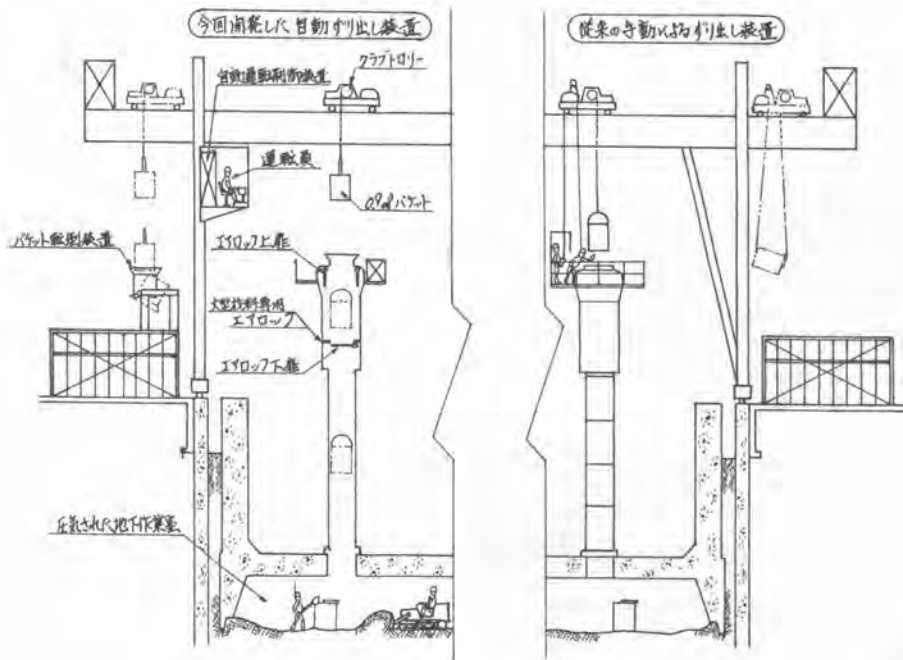


図-1 装置の全体構成図

工事で使用した装置の全体構成を図-1に示す。
その主な装置は次の通りである。

- 材料専用エアロック : 0.9m³バケット用大型搬送機を採用しており、従来同機種よりエアロック径スペースを大きくし、扉開閉および送排気装置を改良した自動化対応の新機種である。
- クラブトローリ- : 巻上、横行速度はそれぞれ0~50m/min, 0~25m/minに可変速制御をき、停止位置精度の向上と横行時の荷振れを防止すると共に効率の良、搬送速度を得るようになっている。また、荷振れ防止については図-2に示す装置を別に設けている。
- ワイヤロープ芯出し装置 : 材料専用エアロックの上扉のワイヤロープ通過孔にロープ芯を合わせるための図-3に示すワイヤロープ芯出し装置を採用した。実施では横行速度制御によりほとんど完全に荷振れを消去できたと、ケーソン沈下時の傾斜がほとんど無かったことから筒状の案内体は不用となり、ガイドローラも十分効果があつた。
- バケット駆動装置 : 本装置は図-4に示す通りバケットの巻上とバケットが装置内

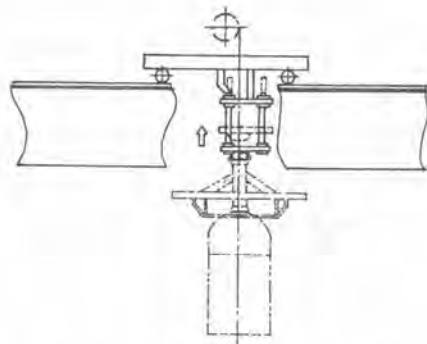


図-2 吊荷振れ止め装置図

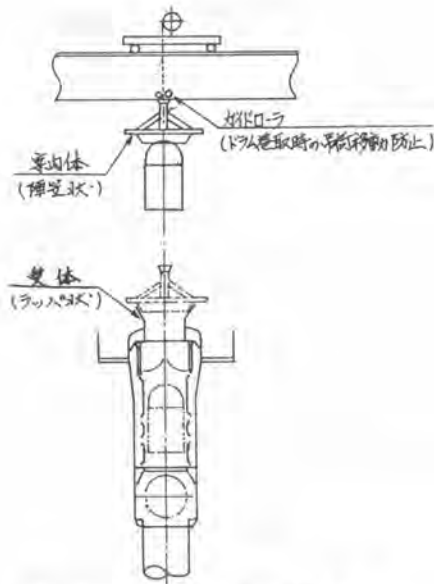


図-3 ワイヤロープ吐出装置図

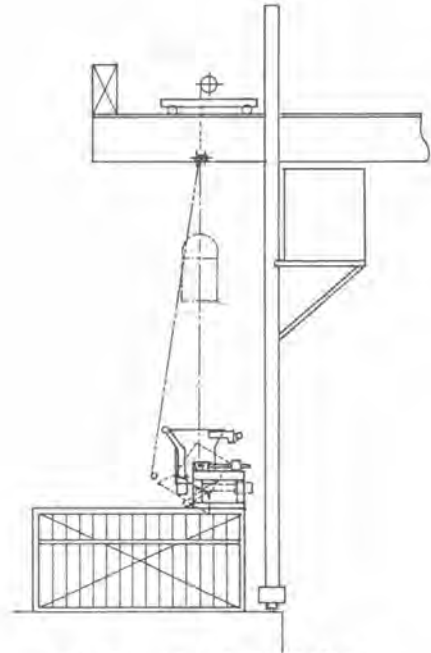


図-4 バケツ転倒装置図

- 着床した時の全体重バ変化で転倒する方式も採用してあり、バケツの転倒方向に対する「つら」の向きも一定に対する自動回転機構や安全ロック装置、バケツ飛出し防止装置と設けている。
- 巻上下位置検出装置 : 巻上装置のワイヤロープ繰り出し量を加減速・停止位置と計測しており、ドラム回転数を検出し1cm=1パルスのデジタル信号を後述の自動運転制御装置に送っている。また、ゲソンの氷下に対して自動的に距離変化を補正し、停止精度の要求されるロック室内では他のセンサによってバケツの停止位置を確認している。
 - 自動運転制御装置 : 本装置の中核には容量1K 踏、入出力点数128点のシーケンスコントローラを採用しており、動作プログラムに従って各種センサからの信号を計数、確認しながら各装置の動作を制御する他、各種の異常監視と異常内容の表示、運転室内グラフィックパネルの表示を行なっている。
 - ① シーケンスコントローラの特徴は次の通りである。
 - ① 制御内容の追加、変更が容易であり、耐用性が高い。
 - ② 能力以内であればどの様な制御対象、制御規模でも使用できる。
 - ③ 演算装置、入出力装置が電子回路を構成されており、高性能・高信頼性が得られる。
 - ④ リレーの代りに数ヶ〜数百個に相当する制御能力があり、小形軽量化が可能である。

(2) 自動運転動作手順

自動運転の1サイクル動作フローを図-7に示す。作業室内のバケツ入れ換えはプログラムを組み込まれた自動運転区域としており、それ以外は異常発生時を除き完全自動運転である。

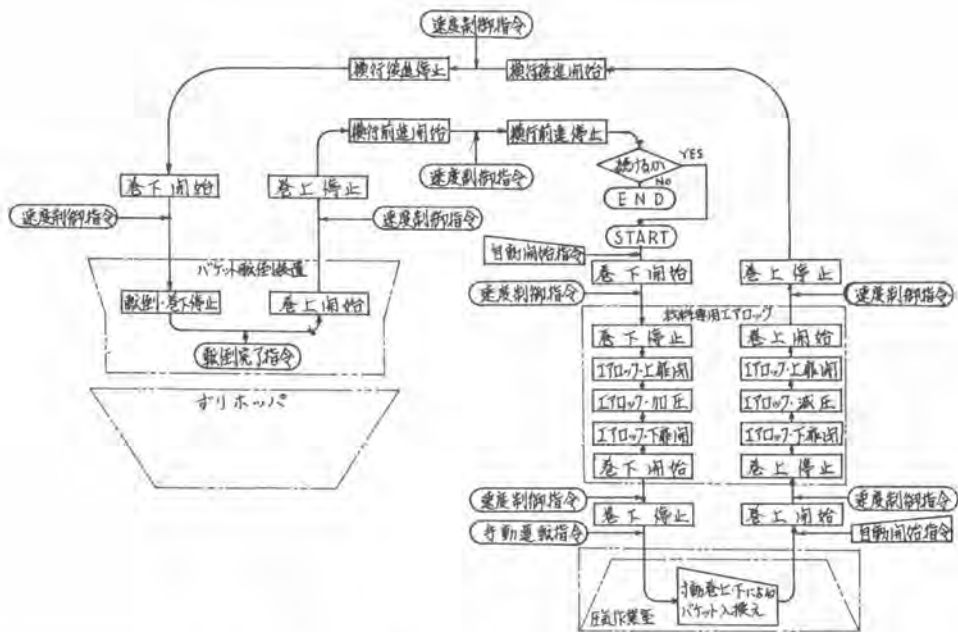


図-4 動作フロー図(1サイクル)

4. 施工実績と効果

工率では従来方式のすり出し装置を同時に稼働しており、能力(サイクルタイム)では表-1に不日通り約25%長い。これはバケットからの排上方法に従来の方法をほぼ踏襲したことに起因する。この点を除けば専任作業員の評価は良好であった。また、いままで困難とされていたエアロック操作を含めた自動化が可能で、十分使用に供し得たことが実証されたことで工事への採用により安全面、施工管理面々次の効果をあげることができる。

- ① 危険度の高いエアロック操作を無人化できる。
- ② 熟練したオペレータと必要としない。
- ③ 運転状況を集中的に監視する必要性がなくなり、状況変化に対する対応が迅速・確実に行える。
- ④ 複数のすり出し設備を有するゲソンの場合は集中管理による省力化が可能となる。

5. 考察

今回のバケット式ゲソン自動すり出し装置はゲソン工事の無人化・自動化の一つの試みとして開発、採用したもので、サイクルタイムの短縮など今後改善すべき点はあるが従来設備を根本的に変更することなく自動化し得る方法として参考になれば幸いである。

表-1 サイクルタイム比較表

順番	動作名	自動		手動	
		%	累計	%	累計
1	巻下開始・エアロック停止	4.5		4.5	
2	エアロック・加圧・下扉開	8.5	12.9	9.5	14.1
3	エアロック外巻上・掃地	18.0	30.9	18.5	32.6
4	バケット入れ換え				
5	地盤引・エアロック上	20.0	50.9	19.7	52.3
6	下扉閉・減圧上扉開	11.0	61.9	10.7	63.0
7	エアロック外巻上	7.0	68.9	4.5	67.5
8	横行後進	15.0	83.9	12.0	79.5
9	巻上	0.0			
10	敷削	7.0	90.9	7.0	86.5
11	巻上	0.0			
12	巻上	2.0			
13	横行前進	15.0	105.9	12.0	100.0
合計			125		100

*各数値は百分率(%)と採用しており、手動を100とした。

12. 凝灰質粘土の盛土流用における地山石灰安定処理

フジタ工業(株) 中 光 秀 登・林 英雄・茶 山 和 博

*北 哲 郎・林 隆 佳

1. はじめに

千葉県柏市内の道路建設工事において、切土地表面下GL-4.0^M以深に約3.0^Mの層厚で凝灰質粘土が堆積していた。この土質は粘性土の中でも比較的活性が強く、高含水比であるため、安定処理を行なわない無処理の状態で切土側から盛土側に運搬し、盛土材として利用するにはトラフィカビリティを得ることが困難であり、又所定の締固め基準を満足することもできない。

そこで、この凝灰質粘土を乱されない状態で粘土が有している構造強度によるトラフィカビリティを利用して、切土地山側でライムスプレッダー、ライムミキサーを使用して生石灰を散布、添加、混合、攪拌して安定処理を行なった土を盛土側へ運搬し、盛土工に流用したのであるが、その結果、施工性、品質の面でかなりの成果が得られた。凝灰質粘土の今後の土工の参考になると考えられるので、改良前・改良後の土性と共にこれらの施工内容について報告する。

2. 凝灰質粘土の特性

表-1

試料地域		試料A	試料B
採度深度		3.0 ^M ~ 6.0 ^M	4.6 ^M ~ 5.0 ^M
土粒子の比重		2.57	2.67
粒度	60% 径 (MM)	0.0012	0.0038
分類	現場視察による分類	凝灰質粘土	凝灰質粘土
	三角座標	粘 土	粘 土
	日本統一土質分類	CH	CH
液性	液性限界 %	127.5	119.9
	塑性限界 %	47.4	41.4
	塑性指数	80.1	78.5
	コンシステンシー指数 $I_c = \frac{WL - WP}{WL - WP}$	0.16 < 1	0.59 < 1
自然状態	含水比 %	114.9	73.2
	間隔比	2.966	2.037
	湿潤体積重量 %/CM ³	1.394	1.552
	飽和度 %	99.70	99.90

1) 物理特性



ロ) 力学特性

表-2 突き固め試験結果

試料	突き固め試験結果			自然含水比状態の突き固め		
	最適含水比	最大乾燥密度	コーン指数	自然含水比	乾燥密度	コーン指数
A	55%	0.985 ^{g/cm³}	24	113.7%	0.644 ^{g/cm³}	0.5
B	42	1.020	28	73.4	0.869	2.1

表-3 締め固め基準 (最大乾燥密度の90%以上による自然含水比の低下分)

試料	最大乾燥密度の90%時の含水比	最大乾燥密度の90%時の含水比	自然含水比と最大乾燥密度の90%時の差	最大乾燥密度の90%時のコーン指数
A	0.887 ^{g/cm³}	72%	42.9%	10
B	0.918	66	7.2	6

表-4 C B R

試料	自然含水比状態の水浸CBR	盛土側でのトラスコピルに必要な現場CBR
A	0.3%	< 2.5
B	1.05	< 2.5

生石灰添加率による力学特性

(突き固め、コーン指数)

表-5

項目	生石灰添加率			
	Wn +15%	Wn +20%	Wn +2%	Wn +5%
土粒子の比重	2.62	2.64	2.68	2.70
生石灰添加前の含水比 (%)	115.0	115.0	73.2	73.2
生石灰添加後の含水比 Wn (%)	98.1	89.0	67.7	64.3
乾燥密度 δd (g/cm ³)	0.703	0.755	0.910	0.918
Wn時のコーン指数 Ic (g/cm ³)	5.0	12.5	11.1	20.8
最適含水比 Wopt (%)	76.0	78.5	46.0	47.5
最大乾燥密度 δdmax (g/cm ³)	0.793	0.782	1.025	0.974
δdmax × 90% の密度 (g/cm ³)	0.713	0.704	0.922	0.877
δdmax × 90% の含水比 (%)	95	98	66.5	70.5
δdmax × 90% のコーン指数 (g/cm ³)	7.5	7.5	12.0	12.0

2-1. 自然状態

凝灰質粘土の色は乳灰色で、自然含水比は試料A 114.9%、試料B 73.2%と大きな差があるが、いずれも高い。又粒径についても、加積通過率60%の粒径が1~4μと小さいことから、比較的活性の強い粘土であることがわかる。(表-1、参照)

2-2. 室内試験の結果

表-2~4の乾燥密度、コーン指数、CBRはいずれも自然状態での力学値が低く、盛土材としての基準値を満足していない。

又、自然状態では締め固め基準の最大乾燥密度の90%以上を満足するのに必要な低下含水量は試料Aで42.9%、試料Bで7.2%であり、コーン指数は $I_c \geq 5$ ($I_c = 2CBR = 2 \times 2.5$)を得るには同程度の含水比低下が必要である。(表-3) その結果、凝灰質粘土は自然状態のままでは盛土材として使用するのには問題であり、何らかの方法で自然含水比を低減せねばならない。

3. 施工

施工は試料Bの工賃で行なった。安定処理の方法は処理面積、改良深さにより使用機械も異なるが、従来工法としては生石灰の散布は人力又はブルドーザー、攪拌はバックホーにて施工するケースが多い。これらの方法で施工した場合、混合具合の良否、生石灰の散布量の管理等の面で多くの問題点がある。これらのことを踏まえて、散布はライムスプレッダー、攪拌はライムミキサーを使用した。又、安定処理は切土側で行なう方法と盛土側で行なう方法とがあるが、工賃条件より切土側で処理する方法を採用した。凝灰質粘土は比山を乱さない状態ではかなりの強度を有しているので、ライ

ムスプレッダー、ライムミキサーに対するトラフィカビリティが確保出来たからである。

本施工の主要目的は、機械の施工量、生石灰散布量の精度、最適混合深さ、改良土の均一性を把握することである。今回は、生石灰添加率の目標を3%とし、改良深さは機械の性能より50cmで施工した。

表-6に、主要機械の性能を挙げる。

表-6 主要機械

用途	機械名	諸元	
生石灰散布	ライムスプレッダー	散布巾	3.250 m
		散布速度	0~3.0 km/H
		ホッパー容量	4.5 t
		全長	7.720 m
		全幅	3.500 "
		全高	3.650 "
混 合	ライムミキサー	攪拌巾	2.500 m
		攪拌深	600 "
		攪拌速度	0~1.0 km/H
		全長	8.200 m
		全幅	3.500 "
		全高	3.650 "

写真1. ライムスプレッダー



写真2. ライムミキサー



写真3. ライムミキサー(攪拌中)



その他の機械

- 転圧 タイマローラ (15t)
- 集積 湿地ブルドーザー (16t)
- 積込 バックホウ (1.0m³)
- 運搬 ダンプトラック (11t)

生石灰の添加量は改良土の湿潤密度 (w_t)、含水比 (w_m) により決定する。

$$\delta_t = 1.550 \text{ t/m}^3, \quad w_m = 75.25\%$$

$$w_c = \alpha \cdot \delta_d = 0.03 \times \frac{1.550}{1.753} = 0.0265 \text{ t/m}^3 = 26.5 \text{ kg/m}^3$$

w_c 添加量、 δ_t 湿潤密度
 α 添加率、 w_m 含水比
 δ_d 乾燥密度 ($\frac{\delta_t}{1+w_m}$)

これを単位面積当りの散布量に換算すれば、改良厚50cmの場合

$$26.5 \times 0.50 = 13.25 \text{ kg/m}^2 \text{ とする}$$

4. 施工実績

改良面積	7000 M ²	(一層50 ^{cm} 計6層、日当り800~1000m ²)
改良工量	21000 M ³	(日当り400~500m ³)
実施散布速度	21.5 M/MIN	
実施攪拌速度	1.67 M/MIN	
生石灰添加率	2.25 %	(目標2.0%に対し 約12%のロス)

以上の様な実績が得られたが、さらに精度を良くするために、実施工では次の様な管理を行なった。

- イ) 散布量の制御はロータリーフィダーの回転数を変化させて行なうが、予備検定としてビニール(1M x 1M = 1M²)を敷き、散布量をチェックし確認しながら施工した。
- ロ) 改良厚は、ミキサーにチェック目盛がついているので改良中の管理はこれで行なうが、必ず改良厚を実測して管理した。
- ハ) 散布及び改良速度は、決定した速度を確保する為、必要に応じて散布速度をチェックした。

5. 安定処理土の品質

攪拌、転圧して、翌日集積した状態では(攪拌で最大粒径10^{cm}以下)、凝灰質粘土は含水比が低下し、一見サラサラした状態になった。改良した凝灰質粘土の含水比の低下量は約7%となり、実験室での値とはほぼ同様の値が得られ、所期の目的を達した。

表-7 盛土側実績

試 験	数 値	転圧回数
現場CBR	2 ⁸ ~2 ⁵ (%)	4~8回
現場密度	85~92 (%)	.
ユーン指数	7~14 (%)	.
含水比	60~65 (%)	.

6. あとがき

当工事では、凝灰質粘土を切土地山側で生石灰安定処理し盛土材として使用、地山での施工能力、改良土の品質面でも所期の成果が得られたと思われる。ただ凝灰質粘土そのものの土質性状については、含水比その他の面で多種多様で不明な点があると思われるが、今回は生石灰を用いて安定処理を行なったが、その他の処理材としてセメントその他についても考えられるので、土質そのものの特性を研究し、今後の安定処理の課題としたい。

13. スリップフォーム工法等による管制塔建設

(株)大林組 大 島 勝 之

1. まえがき

昨年才I期工事が竣工、一部開港したシンガポールのチャンギ新国際空港の管制塔は、ターミナルビル正面に位置し、その規模、斬新な外観より新空港のシンボルとなっているが、建設技術上もユニークなもので、プレストレストコンクリート工法、スリップフォーム工法、リフトアップ工法といった構造、施工法上の特殊技術を駆使して建設され注目を浴びたものである。

本論文では、施工上の観点から工法の概要を述べ、それぞれの工法の組合せによる建設手順全体を紹介するものである。

2. 工事概要

工事名称: Changi International Airport Air Traffic Control Tower

発注者: Public Work & Department, Republic of Singapore. 公共事業省 略称 PWD

設計監理: PWD, Changi Airport Development Division (略称 CADD) Architectural Branch

工期: 1979.7.3 ~ 1980.11.15

施工: (株)大林組シンガポール工事事務所 (レーダー施設、管制施設、通信施設各設備工事は別途)

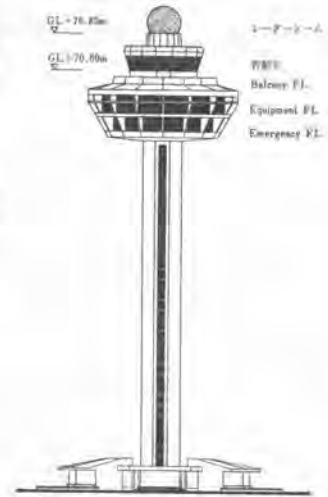


図-1 立面図

3. 建物概要

この管制塔は頂部のレーダードームを含めて全高約80mで、地上70.60mの高さに管制室がある。この管制室はRC造塔体の上に載った形で納まっており、塔体より約2.4m跳ね出している。外周部16ヶ所の柱および梁は鉄骨で、床は八方向に伸びた放射状鉄骨大梁とRCスラブの組合せとなっている。塔体は壁厚50cm、柱角の長さ約7mの八角形で内部には階段室、エレベーターシャフト、パイプシャフトがあり、3.5mごとに床が設けられている。

管制室の下部、それぞれ地上67.5m, 63.5m, 60.0mの高さに塔体から大きく跳ね出した形で、三層の床がある。最大出巾は約9.1mでその外径は25.3mの規模を有する。この三層躯体はRC造であるが各階それぞれ16本の放射方向大梁にはプレストレスが導入されている。(図-1, 2)。

4. 建設手順

当工事の計画にあたっては、工事発注と南港予定時期とのかねあいから工期の面で特に厳しい要求がなされたため、常にも増して工期短縮を最優先に考え、施工手順工法の検討を行なった。

この管制塔地上躯体を大別すると、高さ約70mまでのRC造塔体、その上部の管制室、レーダードーム架台鉄骨架構および跳出しRC造三層構造物の三つの部分から構成されている。

そこで工法的には、塔体をまそスリップフォーム工法で施工し、上部鉄骨は地上で地組し大型クレーンで吊り上げ、跳出し三層躯体は地上で製作しこれを一挙にリフトアップする方法を採用することとした。図-1にその建設手順を示す。

計画、実施を通して最も困難であったのは三層躯体のリフトアップ工事であったが、この工法を採用するに当たっては、オーの目標である工期を短縮できることのほかに、

- 地上70mといった高所での鉄筋、型枠、コンクリート打設工事といったRC躯体工事が無くなるため、作業の安全性に優れる。
- 地上でRC躯体工事、プレストレス導入緊張工事が行なえるため、作業管理が容易で品質の向上が図れる。
- 型枠支保工、足場を地上から組み上げ、上部で作業を行なうよりは工事費の面からも安い、といった点も加味された。

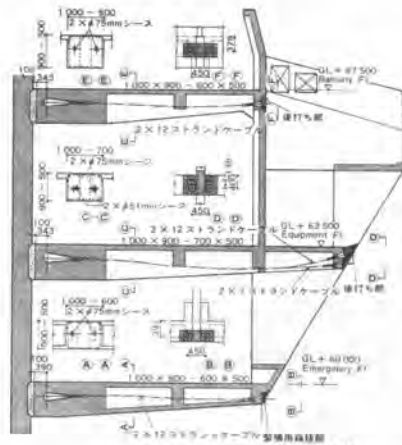


図-2 三層跳出し躯体断面図

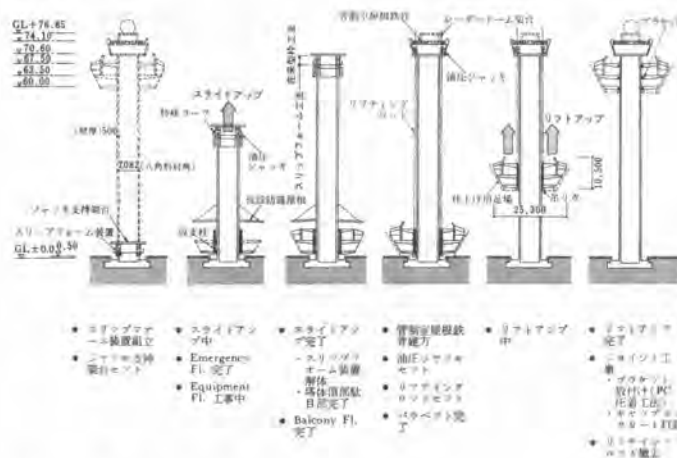


図-3 建設手順図

4-1. スリップフォーム工事

スリップフォーム工法はわが国ではサイロ、超高RC造煙突、RC造電波塔といったタワー等の施工に用いられているが、シンガポールでは数多いRC造高層ビルのコア躯体にも多く用いられポピュラーな工法となっており、この塔体施工に当っても当然のようにその採用が決められた。しかしながらこの工事では従来にない問題点も生じ、技術的な検討が加えられた。

スリップフォーム工法により施工されたのは八角形の外壁のみでなく、階段室、エレベーターシャフト、パイプシャフト等内部の壁もすべて同時に行ない、各階床、階段はあとに続きコンクリートを打っていった。この型枠装置の上部には塔体完成後、その頂部に据えられるリフトアップ用ジャッキ支持架台を地上で前もって組み込み、塔体上昇と同時にせり上げていく方法をとった。この為型枠装置は大型で特殊なものとなった。

スリップフォーム用ヨーク、ジャッキはこのジャッキ支持架台の重量を支え、押し上げるようにすると共に、その配置については埋込み金物、開口部、壁と壁の取合い位置等を検討して決めた。

コンクリートはポンプ圧送で打設し、鉄筋その他の揚重は、型枠装置頂部に設けたスリップフォーム工法専用クレーンを用い塔外部より行なった。

工程的には内部床の梁下より次の階の梁下まで3.5mごとにスライドアップ（コンクリート打設）1日、梁鉄筋組立て、開口部箱置き型枠セットほか2日、計3日のピッチで進めていった。

4-2. リフトアップ工事

地上で製作されプレストレスも導入された三月躯体は、外部仕上げ用足場その他の仮設材、一部仕上げ材を含め総重量は約1,350tに達したが、これを能力600t、ストローク300mmの油圧ジャッキ4台を用いて地上約70mの高さまで吊り上げた。

外壁および最下月床底面の仕上げはガラスモザイクタイル張りとなっており、地上で施工すれば能率は上がるが工程上クリティカルな作業となり、検討の結果工事全体から見れば工期短縮には寄与し



写真-1 縁切りアップ後



写真-2 リフトアップ中



写真-3 リフトアップ後

ないことが明らかになったため、リフトアップ後行なうとし、その為の作業足場を用意し吊り下げ構造にリフトアップした。

1) 装置概要

塔体スリップフォーム工事中にせり上げられたジャッキ支持架台は、8本の放射状大梁から成っているが、この大梁2本に1本、計4本の梁（ジャッキ支持梁）が塔体の外側に壁面と平行に渡され、ジャッキはそれぞれこの梁の中央に載っている。このジャッキの上にさらに1本の梁（押上げ梁）が載っている。

リフティングロッドは、1台のジャッキの両側に4本ずつ、押上げ梁、ジャッキ支持梁およびジャッキ支持架台の放射状大梁を貫通し、8ヶ所、合計32本が使われた。これは全ネジ型リブ付きPC鋼棒（デイビダブ鋼棒）で、 $\phi = 36\text{mm}$ 、材質はSt 110/125、1本当り負担荷重は約42t、破断に到るまでの安全率は $F=3$ となっている。

2) リフトアップ作動

このリフトアップシステムは社内的には「大林式大容量ジャッキシステム」と呼ばれるもので、その機構は図-4に示すとおりである。

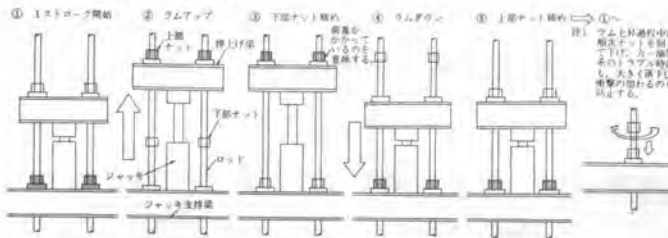


図-4 リフトアップ作動原理図



写真-4 リフトアップ装置



写真-5 ロッド定着部

3) 工程 縁切りアップで約2m上昇した後、仕上げ用吊り足場を取り付け以後本格的リフトアップに入ったが、1日平均6m強のペースで残り約55mを9日間で上昇した。

5. あとがき

今回の工事はあまり例のないものであり、それだけ困難なものであった。工法採用の理由となったメリットも無事に施工されてはじめて生きてくるものであり、設計面にまで検討を加え、安全な作業を心掛けてきたものである。

14. P & Z 式移動支保工法及び装置

清水建設(株) 岡野 正

1. まえがき

P & Z 式移動支保工法 (P & Z 工法) は、清水建設が西独の P o l e n s k y & Z o l l n e r 社から技術導入したプレストレストコンクリート橋架設工法である。

プレストレストコンクリート橋の架設工法は細かく見れば 100 種近くに分類されるが、この中で特に専用機械装置を用いた比較的大きな径間の橋梁架設に適用される主なものに、(1) デビダーク工法、(2) ストラバーク工法、(3) ゲリューストワーゲン工法、(4) 押し出し工法、などがある。

これらの工法はそれぞれに特徴を持ち、施工の省力化、サイクル施工による工期短縮、河川敷使用条件など、施工現場の状況と橋梁設計条件に応じて性能が発揮されている。

ここに紹介する P & Z 工法は長大橋への適用と地上からの作業を排し桁下空間の状況に関係なく施工可能なことを主題として開発された工法である。

2. P & Z 工法の概要

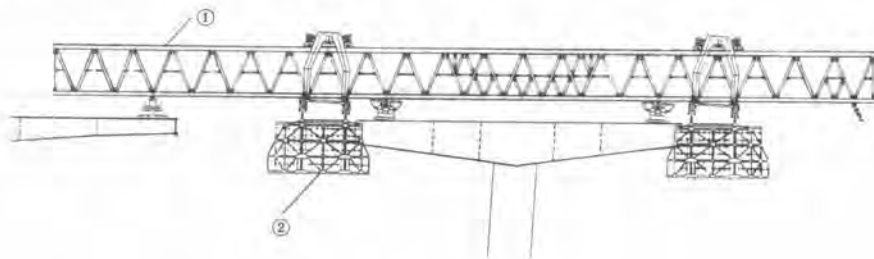
2-1 装置の構成

P & Z 装置は図-1 に示すように、上部工上に位置し型わく装置を吊り打設コンクリート等の荷重を支持すると共に既設上部工上からの資材搬入路ともなるトラスまたは箱型構造の送り桁①、型枠装置を吊支持し送り桁上を移動して所定の位置に型枠装置をセットする吊枠装置②、コンクリートを成型支持し吊枠装置によつて吊支持される型枠装置③、既設上部工上にあつて送り桁を支持した移動用駆動装置を備えている架台装置④、架台盛替時等に送り桁を仮受する中間架台⑤、装置径間移動時に柱頭部上で送り桁先端を仮受する先端補助支柱⑥、その他の装置から構成されている。

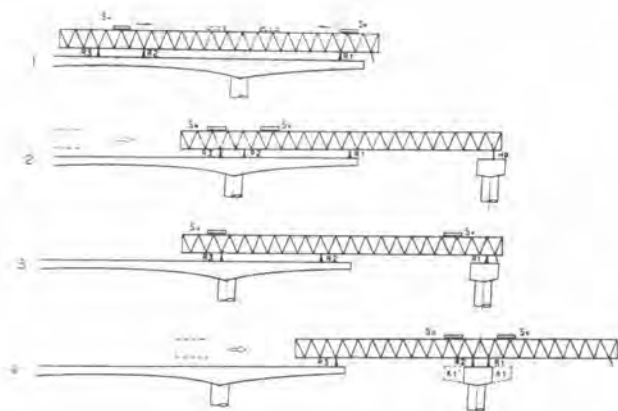
2-2 張出ブロック施工

橋脚の両側に上部工を順次張出し、分割施工する従来のカンチレバー工法と同様である。

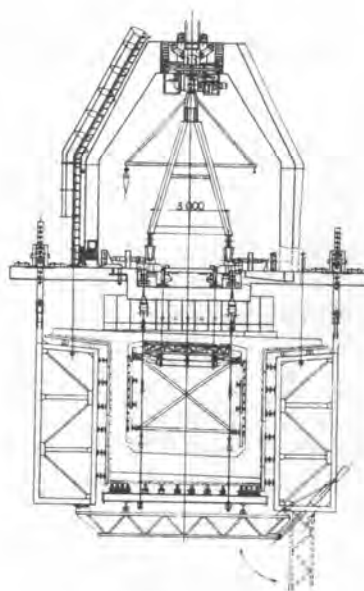
1 ブロックの長さは 5 ~ 10 m で、標準サイクル工程は 7 日間に種々条件による稼働率を考慮し実工程が決定する。



(図-1)



(図-3)

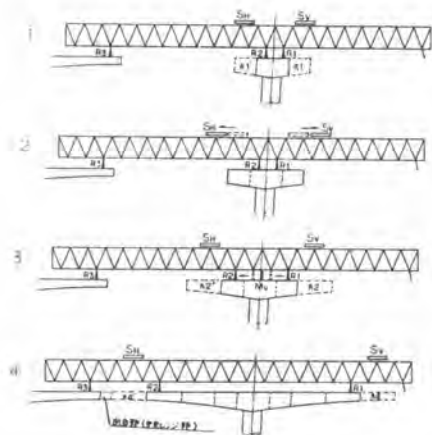


(図-2)

2-3 装置径間移動

張出しブロック施工にあたりP & Z装置を所定の位置に移動しセットする作業で図-3に一連の移動手順を示す。

柱頭部はP & Z装置を用いて施工することが標準であるが、あらかじめ先行施工しておくことにより工期短縮を計ることが出来る。この場合は装置の径間移動が10～15日程度で完了する。



(図-4)

3 P & Z装置の特長

移動式支保工法と張出し架設工法の特長を活かし、河川敷使用制限などに関係なく、最大径間を150m程度まで伸ばすことができるもので、主な特長を次に示す。

- (1), 適用径間40～150m : 張出しブロック施工により長大橋への対応が容易である。
- (2), 河川敷使用制限に無関係 : 地上からの作業を必要としないので全く制約を受けない。
- (3), 張出しブロック長さ10m程度 : 型枠装置は送り桁で吊支持されるので長くできる。
- (4), 本装置による柱頭部施工 : 地上支保工を必要とせず本装置型枠を用いて同時施工できる。
- (5), アンバランス調整 : 架設時、柱頭部や橋脚に生ずるアンバランスモーメントを架台反力により調整できる。
- (6), 曲線橋の施工 : 送り桁の横移動と吊枠の旋回操作で型枠の曲線位置合せが容易にできる。
- (7), 変断面橋梁の施工 : 型枠装置底版の傾斜と上下高さ調整により対応できる。

(8)、側径間部の施工 : 送り桁で既設ブロックを仮支持しながら閉合ブロックを施工できる。
 その他、サイクル作業、装置作業の省力化など種々特長を備え、多径間連続橋梁、高橋脚橋、大水深海上橋、高水期工事継続を必要とする河川橋、側径間部に支保工が設けられない急峻な溪谷に架かる橋、などの施工に特に性能が発揮される。

4 P & Z 装置

P & Z 装置は施工橋梁の最大適用径間によつて3機種に分けられる。

小型 …… 適用支間 40 ~ 70 m 程度
 中型 …… # 70 ~ 90 m #
 大型 …… # 90 ~ 150 m #
 海外においては大型装置を用いた長大橋施工実績 (イタリア、サビ大橋、110m) があるが国内では清水建設が中型装置を保有し、最大径間 84.5m の施工経験がある。この仕様は、表-1 に示す通り。

表-1 P & Z 装置 (中型) 仕様と性能

		全長	105.5m			最大反力	350t
送り桁	高	6m			吊り枠	回転角度 (左右)	7度
	幅	3m				橋軸方向振角度 (上下)	5度
桁	最大架設スパン	90m			枠	走行速度	1m/min
	最大荷重	250t				型	最大打設長
架	最大反力	最大支間	(前方)	(後方)	枠	最大打設重量	250t
			481t	240t		最大スラブ幅員	12.5m
台	最大支間	スライド量 (左右)	6m	6m	そ	最大桁高	5.5m
			1.3m	1.3m		補助支柱最大荷重	220t
支	回転角度 (左右)	駆動速度	7度	7度	の	架台移動装置最大 (荷重)	30t
			7度	7度		「 走行速度	1m/min
柱	主ジャッキストローク	最大反力	前後共 0.5 (m/min)		・	トロリーホイスト	
			300mm	250mm		吊り上荷重	2.8t
中	最大反力	最大支間	252t		他	同上 揚程	12m
			6m			同上 走行速度	21m/min
間	ねじジャッキストローク	主ジャッキストローク	300mm				
			300mm				

P & Z 装置 (中型) に付いて主要機能を説明する。

(1)、送り桁

図-1、-2 に示すように底辺 3m、高さ 6m、全長 105m のトラス桁で、上弦材上面および下弦材下面にはそれぞれレールが取付けられている。

送り桁は吊枠を介して型枠装置をブロック重量を含め吊支持する強度を持つと共に、トロリーホイストレール、作業員通路、コンクリートポンプ配管、電源用バスダクト、給水管などを備え全ての資材の既設上部工上から作業地点への搬入路となつている。

また、径間移動時は型枠類および架台等装置移動の仮橋ともなる。

(2)、架台

前方架台 2 基、後方架台 1 基の 2 種があり、前方架台は既設上部工上に固定され送り桁が架台車輪上を移動するのに対し、後方台車は送り桁と一体となつて既設上部工上に敷設されたレール上を走行移動するものである。

共に以下のような機能を備えており各架台ごとに油圧ポンプユニット上の操作盤で集中操作できる。

- ① 高さ調整 : 主ジャッキ 2 台により送り桁を所定の高さに調整保持する。
- ② 送り桁縦移動 : 前方架台の主ジャッキを降し送り桁を電動ギヤードモーター付駆動車輪に受けなおし、橋軸方向に前後走行させる。
- ③ 送り桁横移動 : 水平ジャッキにより主ジャッキ取付部を横スライドさせ送り桁を移動する。
- ④ 旋回 : 旋回ジャッキにより主ジャッキ取付部を右左逆方向にスライド旋回させる。

⑤ 架台移動 : 電動ギヤードモーター駆動の移動装置により前方架台を送り桁下弦材に吊り下げ走行移動する。

⑥ 吊枠装置

吊枠装置は、電動ギヤードモーターで上面レール上を移動する走行台車と、この台車上に球座で支持される吊枠本体にわかれ、頂部の4本の油圧ジャッキにより吊枠本体の前後左右および旋回姿勢制御ができる。

送り桁格点上の所定位置に移動した走行台車は油圧ジャッキにより車輪を引上げ、台車フレームで直接総荷重を支持する。

(4) 型枠装置

外型枠と内型枠がそれぞれ2組ずつ、吊枠装置から油圧ジャッキを介してアイバーおよびP C鋼棒等で吊支持される。

外型枠は底版が側枠に対し自由に上下動できると共に中央部で曲がり、桁高および桁下曲線に合わせ調整セットできる。

装置の径間移動時は両側枠間の継梁と底版を油圧ジャッキにより順次開閉しながら橋脚をかわして、次の径間に移動できる。

内型枠も桁高の変化あるいは径間移動時の柱頭部通過穴の大きさに対応して高さ、幅が大きく変化できる構造となっている。

(5) その他

中間支柱は、2台のネジジャッキにより高さを調整し、送り桁下弦材のレールに合わせる。

移動は2台のトロリーホイストで相吊りして行う。

先端補助支柱は、送り桁先端部を柱頭部上で支持し、柱頭ブロック施工時、あるいは径間移動時に送り桁の荷重を支える。

下端部には、ネジジャッキを備え送り桁のたわみなどに対し高さ調整する。

滑動防止装置は、P C鋼棒を用いて送り桁後端部を既設上部工に緊結し不測の事態に備える。



5. あとがき

P & Z協会が設立され、国内での実績も上りはじめて来た。

更に今後はP & Z工法の特徴を活かし、安全、確実、経済的な工法へなお一層発展させるため改良改善を重ねて行きたい。

15. トラベリング工法等による屋根建設

(株)大林組 大 島 勝 之

1. まえがき

体育館、集会場などの大空間を構成する鉄骨屋根構造物の建設にあたっては、クレーンを建物内部に入れ、鉄骨仮受ステージ、作業足場を鉄骨下端の高さまで屋根全面に設けて高所で鉄骨を組み立てる。いわゆる「在来クレーン工法」と、地上で前もって鉄骨を組み立て、屋根・天井等の仕上げ工事を行ない、これを油圧ジャッキなどを用いて吊り上げる「リフトアップ工法」、さらに標題にある「トラベリング工法(横引工法)」といった施工技術が用いられている。

このトラベリング工法は、汎用性もあり従来工法の欠点をカバーし得る工法ではあるが、そのメリットを生かす上で二三の問題点があったため、これ迄十分に活用されず、特殊な工法として位置付けられてきた。

本論文では、以下に当工法の特徴を従来工法と比較しながら述べ、その問題点を示し、先頃実施された工事を例にいかん解決したかを紹介し、技術向上の一助としたい。

2. トラベリング工法とは

体育館などの屋根鉄骨架構形式は、意匠デザインの表現上の要求よりいろいろなタイプがあるが、通常最も多く用いられているタイプ、すなわち、桁方向相向い合う柱間に大スパンのメイントラスを架け、これらメイントラス間につなぎ梁を設ける架構の建設に適用されるのがこの工法である。こうしたタイプ以下に多く見られるものに、四隅の柱で支持する立体トラス架構がある。

この工法は、上述のような鉄骨屋根の建設にあたって、まず、屋根を支える柱・壁といった躯体を完成させ、この上部片方の端部に建物外部からクレーンにより鉄骨1ブロックを組み立てる。この1ブロックはクレーンの能力にもよるが、通常桁方向1スパン、すなわち、2本のメイントラスとその間をつなぎ梁となる。次いでこれを桁梁の上を横方向に1ブロック巾だけ移動し、空いたスペースに次の1ブロック(メイントラス1本とつなぎ梁)を組み立て、先行して組み立てたブロックとつなぎこれを移動する。こうして順次、組立て・移動を繰り返して全体を架ける方法である。

3. トラベリング工法の特徴——他工法との比較——

上述の在来クレーン工法にあつては、内部に設ける鉄骨仮受ステージ、作業足場用の仮設資材量は膨大なものとなり、その組立て・解体にも多大の労力と時間を必要とする。又、クレーンならびに鉄骨を建物内部に入れる為、外壁に大きな駄目開口を設けねばならず、内部床も、クレーン通路、仮受ステージ部等に補強が必要となる。これら部分の床コンクリート打設を後にする場合には、駄目部として残ることになる。鉄骨建方工事そのものは、熟練した専門工によるとはいえ高所における不安全作業である為、その安全対策は十分に行なう必要がある。鉄骨現場ジョイント部の品質管理も、ジョ

イントレサが屋根全面にわたる為、容易では無いといった問題もある。

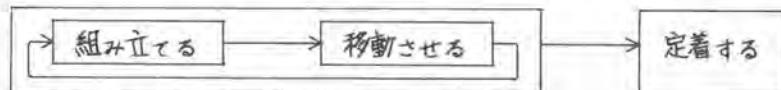
リフトアップ工法は、鉄骨を地上で組み立てるといった性格上、こういった問題の多くを解決する手段ではあるが、その工法の成り立ちより、構造・意匠両面にわたり設計上の制約が多く、又、リフトアップ機器の据付け、納り上困難な場合が多く、在来クレーン工法にとってかわれるだけの経済性を見出せない場合がしばしば見受けられる。

トラベリング工法は、在来クレーン工法に比較して、仮受ステージは端部組立て範囲のみでよい為大巾に縮小され、安定した作業足場上で同一作業を繰り返すこととなり集中的管理を行なうことができる為、安全性および施工精度の向上を計ることができる。原設計が在来クレーン工法を予定して設計されていても、この工法適用の為の変更は少なくてもすむというのもメリットの一つで、これは、リフトアップ工法の適用を検討する際特に痛感される点である。これらのメリットを総合し、当工法は建物規模にもよるが、工事費低減・工期短縮が期待できる工法であると言えよう。

4. トラベリング工法の機構と問題点

この工法は上述のとおり、従来工法にくらべメリットの多いものであるが、このメリットを生かし切るには、施工上必要となる仮設段取りが簡単で、費用の掛らないものでなければ意味の無いものになってしまう。

当工法の機構は、作業手順より明らかなどおり、次に示す内容より成り立っている。



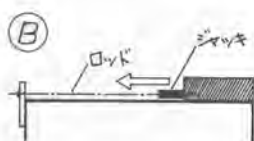
① 組み立てる——在来のクレーンによる建方と基本的に同じであるが、メイントラスの支承部は、組立て時、トラスが本設同様しっかりと固定されると同時に、組立て後移動時に邪魔とならない納りとする必要がある。仮受ステージにはキリンジャッキ等を組み込み、本締め完了後ジャッキダウンし、横移動させる。

② 移動させる——移動の原動力 + 移動時の抵抗を少なくする機構

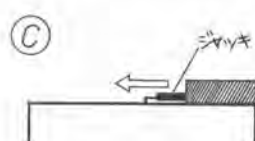
②-1 移動の原動力：通常油圧ジャッキが用いられるが下図に示す方式が知られている。



ジャッキを鉄骨組立てと反対側端部に設置し、ロッドを引っ張ることにより鉄骨を移動させる。ジャッキ定置方式。



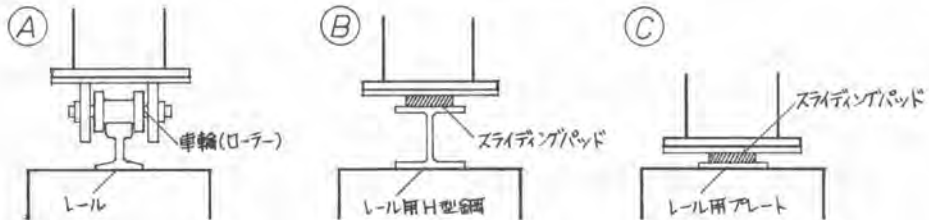
ロッドを端部に固定し、このロッドをかんでジャッキが鉄骨を牽引していくジャッキ移動方式。



いわゆるロッドは用いず特殊な牽引機構を備えたジャッキを用いる方式。

この移動の原動力となるジャッキシステムは、方向が縦と横の違いがあるものの、リフトアップ工法、あるいはスリップフォーム工法におけるジャッキシステムと共通のものである。

②-2 移動時の抵抗を少なくする機構：これは上述の移動の原動力となる方式、および次の定着する方式と密接にかかわりあっており、これらを総合したシステムが当工法の最も重要なポイントで、いろいろな工夫がなされている。



桁方向の梁上にレールを乗せ、鉄骨各支承部に車輪あるいはローラーを取り付ける方式。

レール用にH型钢を用いローラーに代ってスライディングパッドを用いる方式。

レール用に鉄板アレットを用い、且つスライディングパッドを用いる方式。

このほか②-1, ③方式において、レール用に溝型钢を用い、円筒状の移動用シューを用いる方式も開発、実施されている。



写真1 スライド支承部

スライディングパッドについて：—従来、この種の低摩擦樹脂材としてはテフロンに代表されるフッ素樹脂が多く用いられており、当社も開発の途上ではこれを用いたが、最近実施した工事ではハイモラー（超高分子量ポリエチレン）を使用した。これはテフロン等に比べ安価であり、耐摩耗性も良く、摩擦係数も実用上差がないためである。

③ 定着する—通常、支承部納りはアンカーボルト方式となっている。このアンカーボルトは、柱梁躯体完成時にはすでにコンクリート内に埋め込まれ、鉄骨ベースプレート面より上方に突き出ている。この為、横引移動時鉄骨ベースプレート下端はこのアンカーボルト方式の納りを変えない限り、これより高い位置とする必要がある。この為、と同時にレールあるいはレール用にH型钢を用いる方式では、横引移動を終えた時点で全体を同時にジャッキアップし、レール材及び車輪等を取り除き、所定の位置までダウンする必要がある。このダウン量は200mm位ではあるが多数点同時に行なう必要があり煩雑な作業で、この工法の他の面でのメリットを大きく損う問題点となっている。

この為、このダウン作業を必要としない定着部の納りが工夫され、特許出願もなされている位である。これらの工夫はしかしながら、当工法を予定しない原設計の単純な納りを変更し、複雑

なものとなっている。

当社で開発、実施したシステムは、この定着部納りにについては原設計の思想を変えることなくその作業も簡単で、且つ種々の要因から生じる精度誤差も吸収できるもので、上述のごとく、総合してかゝりあう横引移動用の仮設設備を極力簡単にしたものである。

5. 実施例

工事名称：狭山市民総合体育館新築工事

設計：(株) 梓設計

施工：大林・村本・小高建設工事共同企業体

屋根概要：桁方向 6,300×10 = 63,000

スパン 50.400

鋼管トラス, H=2.700

横引部分：両妻トラス部を除いたメイントラス9本分

横引重量 約220t, 横引回数 計8回

横引方式：②-1, ④方式

ジャッキ—100t×200mm, 2台
 ロッド—ねじ鉄筋 25φ (SD-35)
 カップラージョイント

スライド機構：②-2, ③方式

スライディングパッド—ハイモラー t=20, 200×200
 $\mu=0.06$ (実測値)
 レール用プレート—PE-12×125

横引工期：57.6.7 (オ1回)～7.5. (オ8回)

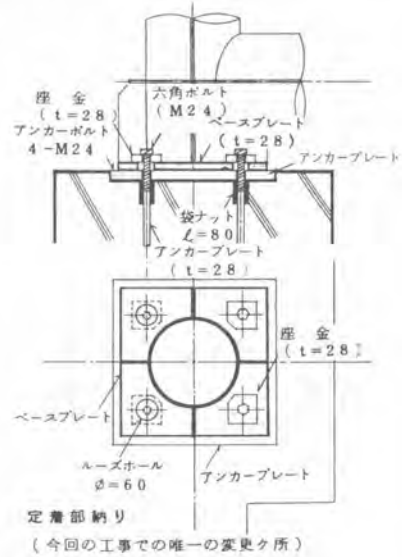


写真2 トラス引点部



写真3 ジャッキ部

16. 押上げ工法による大型鉄塔架設

(株)大林組 大 昌 勝 之

1. まえがき

市街地変電所、電信電話局、放送局、官庁などのビルの屋上には、無線通信用塔として多くの鉄塔が建てられている。形状、構造方式はいろいろであるが、規模としては鉄塔自体の高さで60m程度以下が多く、建設工法的にみれば、ほとんどすべてのものがタワークレーンなどを用いて下部から順次上部へと建て、いく「積上げ工法」である。この工法も鉄塔高さが80mを超え、地上よりの高さが100mを超えるような大規模なものになると、安全性、施工能率、品質管理、経済性などの面で問題点が生じ、施工技術上の工夫が必要となってくる。こういった大型鉄塔の建設に際し、積上げ工法に代わるものとして考えられるのが押上げ工法である。この工法はビル屋上鉄塔に限らず、地上より立ち上がる鉄塔やその他の塔状、筒状構造物の建設にも適用されており、広い意味でのリフトアップ工法の一つである。



写真-1 屋上鉄塔(実施例)

本論文では、当工法の機構、施工上の問題点を述べ、当社が開発、実施した建設例を中心にそれら問題点をいかに解決したかを紹介する。

2. 押上げ工法とは

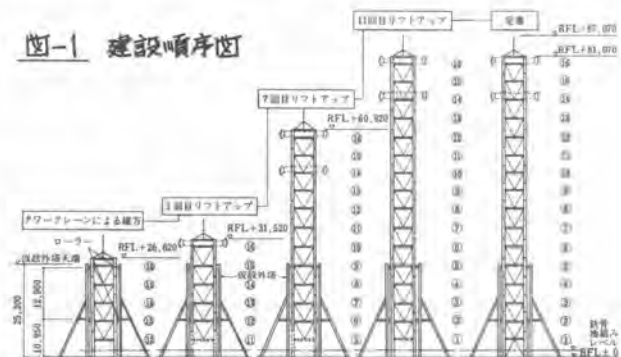
この工法は、鉄塔を取り囲む形で脚部に外塔を設け、この内部で鉄塔1ブロックを組み立て、これを吊上げ(押上げ)装置を用いて1ブロック分だけ上昇させ、空いたスペースで続く1ブロックを組み立て、すでに吊上げ(押上げ)済みの鉄塔と一緒に吊り上げ(押し上げ)る。こうして順次、組立て、吊上げ(押上げ)を繰り返す。ちょうど“ダルマ落とし”の逆の形で全体を架設する方法である。

この外塔は鉄塔全高の $\frac{1}{4}$ 程度の高さとなる為、鉄塔は外塔上端より上方に“押し上げ”られる形となる。

図-1に後述の実施例における建方の順序を示す。この例では、外塔は本設控え柱の一部を利用しているが仮設であり、最終的には解体、撤去した。

鉄塔の頂部4ブロックは、この外塔建方時タワークレーンにより建方

図-1 建設順序図



を行なった。又、各ブロックを組み立てた後は“押し上げ”ではなくリフトアップ装置による“吊上げ”方式で上昇させたものである。

3. 押し上げ工法の特徴——積み上げ工法との比較——

① 安全性—近隣、オミ者に対して

ボルト、工器具、足場仮設材等を落下させればオミ者傷害の起る確率は極めて高くその絶滅に万全を期す必要があるが、この対策上非常に有利である。

② 安全性—作業員、工事監理者に対して

鉄骨組立て作業——屋上レベル (写真-4)

塗装作業——屋上～外塔頂部間

押し上げ作業——外塔頂部レベル

上記のとおり外塔以上の高所での作業は無く、安定した足場上での同一環境による繰返し作業となり、より安全性が増す。

③ 建設公害(塗料の飛散)防止に対して

塗装工事も常に外塔内部で完全に養生された状態で行ないうる為、近隣に飛散することは無くなる。

こういった屋上、すなわち、低所で全ての作業が行なえることにより生じるメリットが、積み上げ工法では問題となる大型鉄塔の架設に有力な手段となる。

4. 押し上げ工法の機構と問題点

この工法は上述のようなメリットを有し、積み上げ工法では実施が極めて困難な大規模なものでも建設することができ、鉄塔高さ140m、地上高さ200mといった屋上鉄塔建設の実績もあるが、施工技術的には簡単ではなく、次の点が大きなポイントである。

①—押し上げ装置システム (鉛直荷重に対して)

②—転倒防止システム (水平荷重に対して)

→③—外塔架構

H=80mクラスの鉄塔となると重量は300t以上となり、最終的にはこの重さを押し上げねばならない。この為、油圧ジャッキ等を用いた機械装置が必要となるが、これは特殊なものが多く、手軽に誰もが利用できる機械とは異なった性格を有する。

又、すでに述べたとおり、この工法では、鉄塔本体は建設が進むにつれ外塔より上部に押し上げられる。この為、鉄塔本体の重心が高くなり全体が不安定で、横方向から支持してやらないと転倒してしまう。上昇時のアンバランスによる傾き、凡、地震時に作用する横力等に対し倒れないよう鉄塔のバランス保持が工法成立上の絶対不可欠の要素となる。

さらに、外塔架構はこれら二点と相互に関連し合い、総合した全体システムをいかに計画するかが問題となる。この全体システムは、使用する押し上げ機械装置のハード面、および鉄塔の支持架構からは必然的に決定されてくる性格のものである。

5. 実施例とシステム概要

1) 工事概要

工事名称：横浜西口変電所新設に伴う屋上無線鉄塔
建方工事

発注：東京電力(株) 設計：東電設計(株)

施工：大林組・戸田建設・面松建設共同企業体

工期：55.12～56.5 (押上げ工事、全体工期は
55.9～56.8)

構造規模：鋼管トラス構造

鉄塔実高 79.52 m

地上高さ GL+110.87 m

重量 327 t

なお、この鉄塔を支持する建家構造規模は

SRC造、地下3F、地上6F

軒高 GL+30.7 m

延面積 13,468 m²

2) システム概要 (図-2、図-3)

① 押上げ装置システム

② 油圧ジャッキによる押上げ装置 (写真-3)

使用ジャッキ—100 t×200 mm、計8台

油圧ポンプユニット—吐出圧 max. 700 kg/cm²

吐出量 6 ㊦/分 (高圧時)

40 ㊦/分 (低圧時)

(当社システム用改造型) 1台

③ 鉄塔を吊るロッド

使用ロッド—ケビンデスターブ

φ=32 mm、計16本

カップラージョイント、ナット定着

④ 鉄塔を受ける受け架台 (写真-5)

② 転倒防止システム

② 上部ローラーおよび横力支持ブロック (写真-2)

③ 下部ローラーおよび横力支持ブロック

③ 外塔架構システム

鉄塔本体は四本柱であるが、これの外側にそれぞれ2本ずつ、計8本のH型鋼による柱を建て、全体は四隅に面を取った形の八角形をなす架構とした。H≒25mで本設の一部を利用し、斜め控え柱を設け安定度を増している。

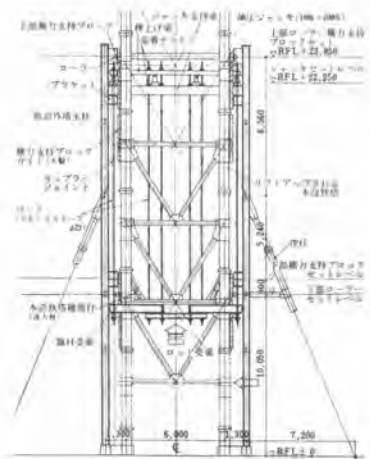


図-2 外塔部立面図

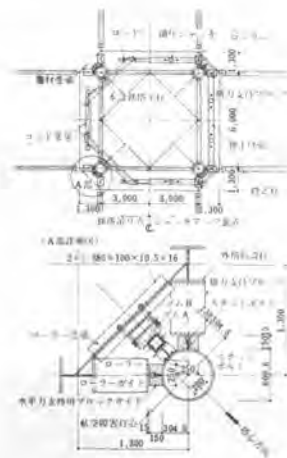


図-3 外塔部平面図

3) 転倒防止システムについて

前述のとおり、上昇中鉄塔の倒れを防ぎ、鉄塔に加わる横力を全て負担するのは外塔架構であるが、この外塔へ鉄塔に加わる横力を伝えるのが、ローラーおよび横力支持ブロックである。

取付け位置：

高さ方向 屋上より約10mと24mの上下二段

平面 鉄塔の四隅で、ローラーは斜め45°の方向に1ヶずつ計8ヶ、横力支持ブロックは各柱2ヶずつ計16ヶである。

ローラーと横力支持ブロック両者の機能は明確に分け、通常の上昇時の横力はローラーが支持し、地震、強同時の大きい横力は横力支持ブロックが受け持つようにした。この為、ローラーにはスプリング機構として強弱二段のバネ定数を有するゴムを組み込み、常に鉄塔を四方から押し付けながら回転し、大きな横力が加わればゴムが縮み、鉄塔と所定の間隔を保って取り付けられている横力支持ブロックに力が伝わる納りとなっている。

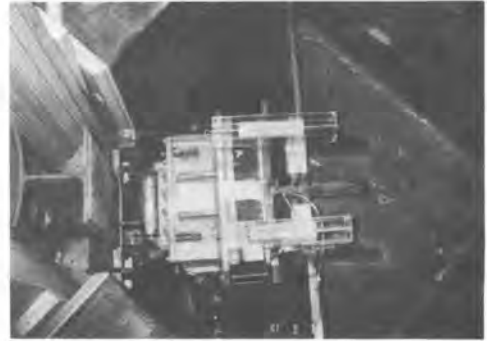


写真-2 ローラー、横力支持ブロック部

6. あとがき

実施例にあげた工事の計画、研究開発、施工を通してシステムとして一応の成果を得た。今後は、小規模のものにあっても積上げ工法と対抗しうるようコストダウンを計ることが課題といえよう。



写真-3 押上げ装置



写真-4 柱吊込み



写真-5 鉄塔受け架台

17. 沈砂池浚渫装置の開発

(株)日立製作所 久保沢 稔・新藤 泰久

*渡 辺 渉 一

1. まえがき

従来から、揚排水機場にある沈砂池の浚渫の機械化は多数試みられているが、まだ完成されたものがなく、クレーン車と水中ポンプの組合わせ、或いは池内をドライにして小形土木機械や人カで行なうのが一般的である。しかしこれらの方法では、(1)池内の一様な浚渫ができない (2)スラリーの含泥率が低くしかも連続的に吸引できない (3)ノズルを使用した場合閉塞が起こる (4)暗渠内の浚渫ができない、などの問題がある。

ポンプの製造、修理、保守サービス等の経験から、堆積土砂浚渫装置の必要性を痛感し開発を進めてきたが、このほどうまく、これらの沈砂池の浚渫に最適な砂泥浚渫装置の開発に成功することができた。この砂泥浚渫装置は、閉塞しない特殊のサクシオンノズルを有し、また機構的にも従来の浚渫方法が拘えている問題点を、全く新しい観点に立って解決した新形式の浚渫装置である。

2. 特殊ノズルの開発

従来のサクシオンノズルは、単純な1本ノズルのため閉塞が起こるとポンプは簡単に落水し、運転不能となるのでノズルの運転操作は非常にむづかしく、浚渫効率是一般に10%程度と云われている。そこで、閉塞を起こさずしかも高含泥率のノズルを開発するため、 $\frac{1}{3}$ スケールノズルで実験を行い、この目的を達する特殊ノズルを完成した。

2.1 実験装置

図1に実験装置を示す。

2.2 実験方法

ノズルを手で操作し、閉塞状況の観察及び見掛け容積含泥率の測定を行った。含泥率の測定時間は、容器の容量制限があり45秒間とした。

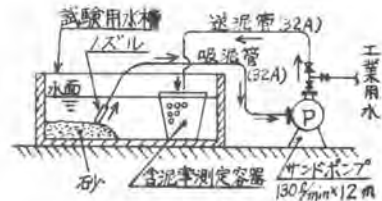


図1. $\frac{1}{3}$ スケールノズル実験装置

2.3 実験結果

2.3.1 閉塞防止に関する実験

閉塞防止を目的として、図2に示す3種のノズルについて性能比較を行った。A形は吸砂開始直後閉塞するため、実用には適さない。B形は吸砂開始後25~30秒で閉塞することが多い。そこで吸水孔を順次上げ閉塞しない寸法を求めると $\phi 20$ 必要で、含泥率は極めて低く5~6%であった。C形はスリット状吸水孔をノズル口近くに設け、吸水孔の効果を積極的に活用したもので、閉塞を起こさずしかも平均17%の含泥率を得た。

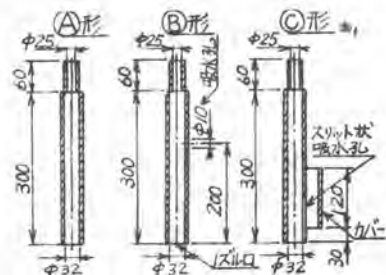


図2 $\frac{1}{3}$ スケールノズル

(※特許出願中)

C形ノズルの吸引状況を観察したのが図3で、スリット状吸水孔の効果が良くわかる。

2.3.2 スリット形状と含泥率の関係

2.3.1の結果からC形を基本とし、図4に示すマルチノズルを作成した。一般には、浚渫幅を広くするため1本ノズルをスイングするタイプが多いが、機構が複雑になるため今回はマルチノズルとし、幅広く浚渫できるようにした。また、閉塞防止作用を更に確実にするためスリットカバーの下端を塞ぎ、砂の侵入を防ぐ形とした。含泥率の測定は、スリット形状と含泥率の関係を調べるためD₁~D₄、E₁~E₄の計8種のノズルについて行った。結果を図5、6に示す。D形は30~33%、E形は25~32%で全体的に高含泥率となっている。

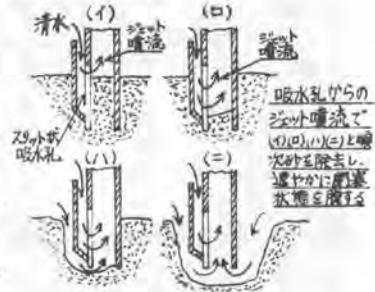


図3 スリット状吸水孔の効果

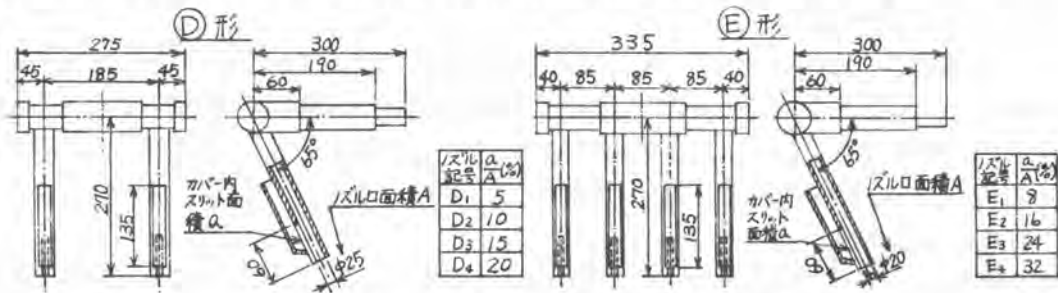


図4 1/8スケールマルチノズル (特許出願中)

次に、スリット面積とノズル口面積との比 a/A と含泥率の関係を図7に示す。

a/A が20%を越えると含泥率の低下割合が大きくなっている。逆に a/A が小さいと、ノズルを土砂の中に深く差し込んだ場合閉塞する恐れがあり、むやみに小さくはできない。以上のことから $a/A = 15 \sim 20\%$ が適当と考えられる。

以上の結果から、実物ノズルを作成し実験した結果、25~43%の含泥率を得、閉塞のない高含泥率のノズルを完成することができた。

3 砂泥浚渫装置の構造

図8に本体の構造を示す。サクションノズルの昇降は、ノズルフロート上の電動ウィンチで行う。ノズルは本体と平行リンクで連結されており、水深が変わっても傾斜角は最適に保たれる。

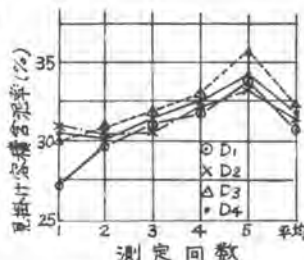


図5 D形ノズル含泥率

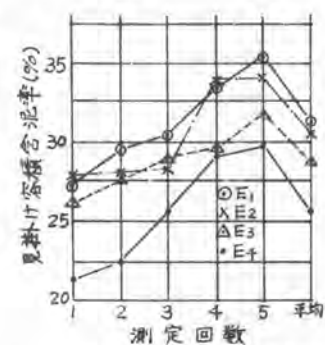


図6 E形ノズル含泥率

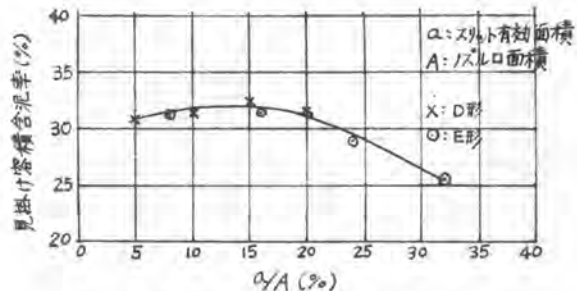


図7 a/A と含泥率の関係

また傾斜角 α を图中破線の如く鋭角にし、進行方向を逆にすればゲート付近や壁際等の隅部の浚渫も可能である。送泥管はスワイベルジョイントで接続されており、比較的狭い場所でも取扱いが容易である。本体の移動はドラッグロープをウィンチで巻取って行なう。以上の構造にしたことで、連続浚渫ができ、更に暗渠内でも浚渫が可能である。

4 現場浚渫試験

4.1 A製鉄所集塵給水槽

4.1.1 現場の状況

図9に現場の状況を示す。本給水槽は1日24時間使用のためドライにすることができず、以前バキューム方式で浚渫を試みたが失敗に終わっている。その他有効な浚渫方法がなく現在まで放置されていた。堆積土砂はシルト分が多く、固さはコンベキ値1以下で流動性が良い。

4.1.2 結果

浚渫前後の堆積状況及び浚渫結果を図10に示す。この給水槽はドライにできないため、土砂の厚さは測鉛法により測定した。最終的な浚渫効率率は20%で、ロープ掛け換え等の時間も含んでいる。

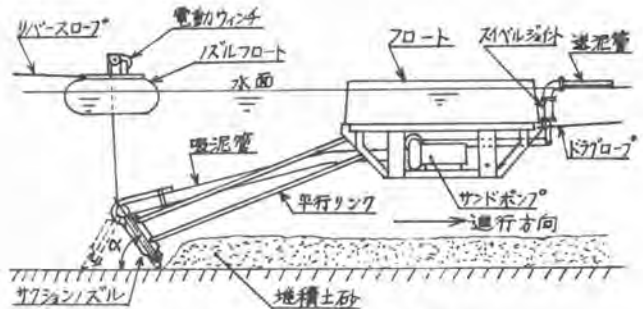


図8 砂泥浚渫装置

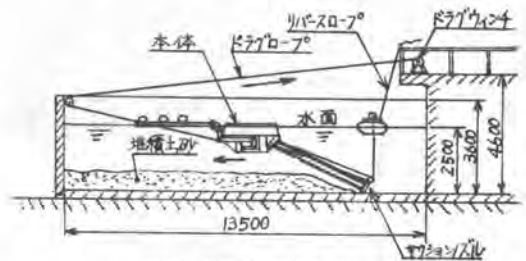


図9 A集塵給水槽

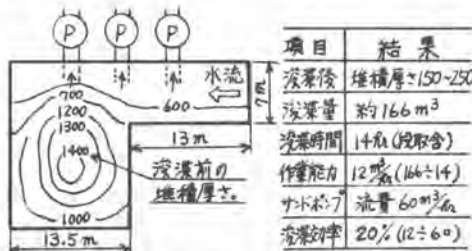


図10 土砂堆積状況及び浚渫結果

4.2 B干拓土地改良区排水機場

4.2.1 現場の状況

図11に現場の状況を示す。本排水機場は約2000 m²の広さで、以前ドライにして人力土工により浚渫を行ったことがある。しかし最近では労働力の確保が困難であり、他に有効な浚渫方法がないため浚渫は行っておらず、堆積土砂の厚さは0.6~1.2 mで、土砂量は約2000 m³である。土砂質はコンベキ値が4~6で流動性が殆どなく、貝殻、ワラ屑を多く



図11 B排水機場

含んでいる。

4.2.2 結果

堆積土砂が非常に硬く流動性がないため、第一工程でリッパによる土砂の破碎を行い、第二工程で浚渫作業を行った。今回は、異物が多くしかも固く締った土砂での性能試験を目的としており、全体の浚渫は行わず最も固い場所を選んで実施した。写真1、2に浚渫跡を示す。これは試験後池内の水を排出して撮影したもので、写真1は含泥率測定のためスポット的に浚渫した跡であり、写真2は連続浚渫試験跡である。含泥率の測定は、タンク内に排出泥水を貯め土砂の量を測って算出した。浚渫効率率は第一工程の土砂破碎時間を含め14.3%であった。また連続浚渫試験中、ノズル口にワラ屑が詰まる現象が数回生じたが、ノズルを浮上させポンプを停止すると、送泥ホース内の水がノズル口に向かって逆流し、ワラ屑逆洗する効果がありポンプ停止後10~15秒で再起動、浚渫が可能であった。今回の試験でノズルとカッターの併用及び異物の詰まりには逆噴射を採用すれば、更に効率の良い装置として完成することがわかった。

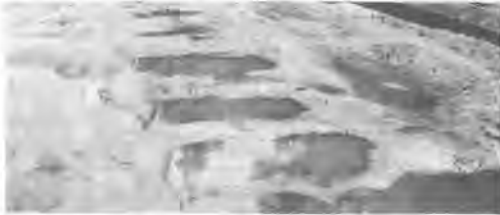


写真1 含泥率測定試験跡



写真2 連続浚渫試験跡

5 まとめ

特殊ノズルを使用して各種作業場に適応したものを図12に示す。夫々現場試験を行い、その実用性を確認した。今後は、排出した泥水の脱水装置を開発し、吸泥から脱水までの一貫したシステムにすべく取り組んでいる。なお沈砂池内の土砂が増加するにつれて、ポンプに与える悪影響も増加するため限界堆積量まで放置することなく、常時浚渫することが望ましい。

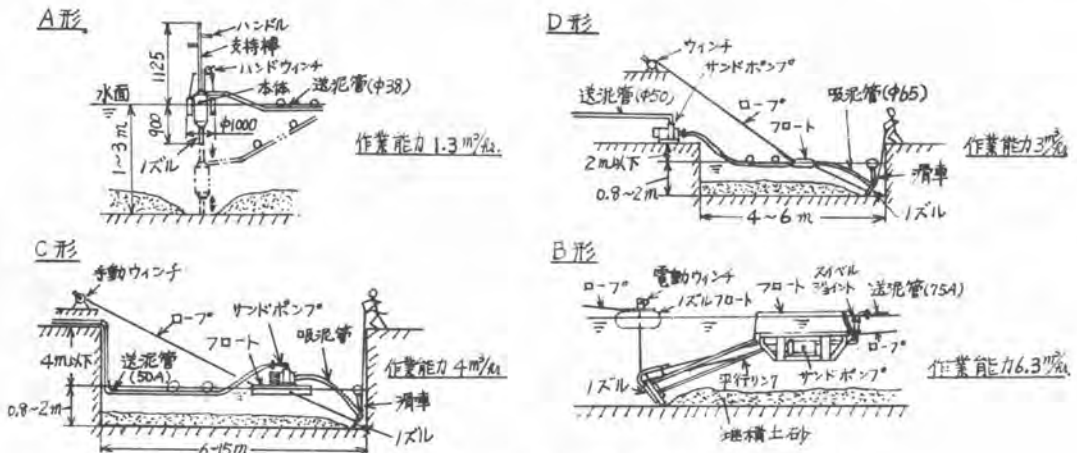


図12 各種浚渫装置 (特許出願中)

18. ロータリ除雪車の能力表示について

建設機械化研究所 *本郷慎一・谷口弘文

1. まえがき

建設機械化研究所は、昭和47年以降現在まで37台(表-1)のロータリ系除雪機について、性能試験を実施して来た。性能試験は、短期と長期とから成り、短期テストは仕様値の確認、長期テ

表-1 年度別試験台数(ロータリ系除雪機)

形式	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	計
専用車			1	8		1		3		1	24
除雪装置	1								1	3	5
除雪機				1						7	8

ストは実用性の向上を、それぞれ目的としている。試験の結果は、建設省の関係各機関及び地方自治体等に公表されている。この報文は、これらの試験結果を見るに当つて、仕様値との適否が問題となる短期テストについて、公平な判断を下すための資料を提供することを意図したものである。

2. 性能試験方法

ロータリ系除雪機の性能試験方法は、JIS D 6509(ロータリ除雪車性能試験方法)が定められており、試験項目及び概略の内容は以下の通りである。

- i. 最大除雪量試験 -----仕様値との対比
- ii. 最大投雪距離試験 ---- 同 上
- iii. 積込作業試験 -----積込作業の可否
- iv. 障害物回避試験 --- 作業軌跡の確認
- v. 居住性試験 -----騒音, 振動, 視界

上記5項目中で最も重要なものは、最大除雪量である。この試験は、試験時の作業条件が試験結果に大きな影響を与えるので、それがどのような条件の下で行われたかを注意しなければならない。

3. 最大除雪量の表示方法と現在の傾向

最大除雪量の表示については、JIS D 6510(ロータリ除雪車の仕様書様式)に、 t/h 又は m^3/h により示し、その時の雪の密度を併記することが定められている。なお、本文の後に以下のような解説が付されている。最大除雪量とは「最適条件で得られる除雪量をいう。いつ、どこでも最大除雪量で除雪が行えるというような数値ではなく、そのロータリ車独自の条件で得られる。」即ち、最大除雪量とは、機械の特性とか雪質との対応等について、メーカーが独自に判断して定めるものである。従つて、ユーザは、どのような作業条件において最大除雪量が得られ、また作業条件と作業能力がどのような関係にあるのかについては、経験を積み重ねる以外に知る方法がない。

性能表示は、 m^3/h によつた時期もあつたが、現在は t/h で表示するのが一般的になつて来ている。図-1は、昭和47年当時と現在のロータリ除雪車について、搭載機関出力と処理能力の関係を示したものである。この図から分かるように、最大除雪量と機関出力との間には強い相関がある。

機関出力当りの処理能力 $t/p \cdot h$ は、従来5~8と言われていたが、図-2に示すように、ここ10年の間に大きな変化はない。 $t/p \cdot h$ の設定に、図-2に見るような範囲があること理由はメーカーが除雪車を設計するに当つて、対象として考慮する雪の性状に差があることによるものと思わ

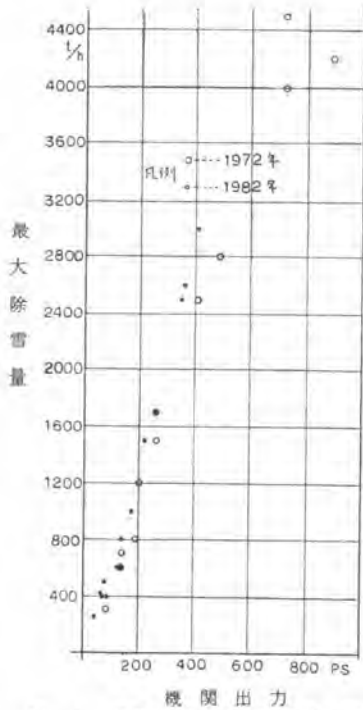


図-1 機関出力と最大除雪量の関係

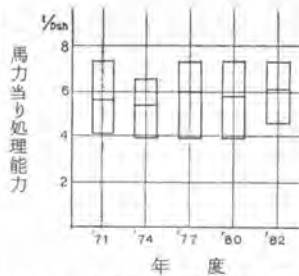


図-2 カタログ性能の年度別一覧

図-3は、図-1と同様に10年前と現在について、性能表示時の雪の密度を対比したものである。10年前は $0.2 \sim 0.4 \text{ t/m}^3$ を対象として考えているものが全体の90%であつたのに対し、現在では $0.3 \sim 0.5$ の間に85%が含まれており、重い雪を対象として

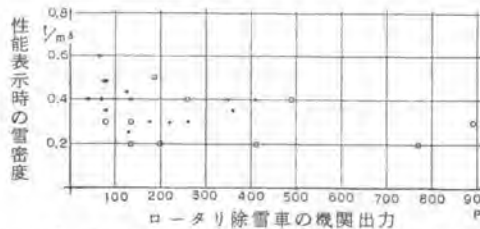


図-3 ロータリ除雪車性能表示時の雪の条件

れる。ロータリ除雪車の性能に影響を及ぼす外的条件には、雪の密度、硬度、積雪深等があるが、中でも密度は最も大きな影響を持つ要素であると考えられており、最大除雪量を表示する際には、密度を併記して対象とする雪の略の性状を示すこととしている。

考えるようになってきている。ロータリ車が取扱う雪は、ブラック系除雪車によつて路側に堆積された雪が主で、その密度

は $0.3 \sim 0.4 \text{ t/m}^3$ 程度であり、上記の設定条件は、おおむね妥当なものであろう。

4. 試験結果

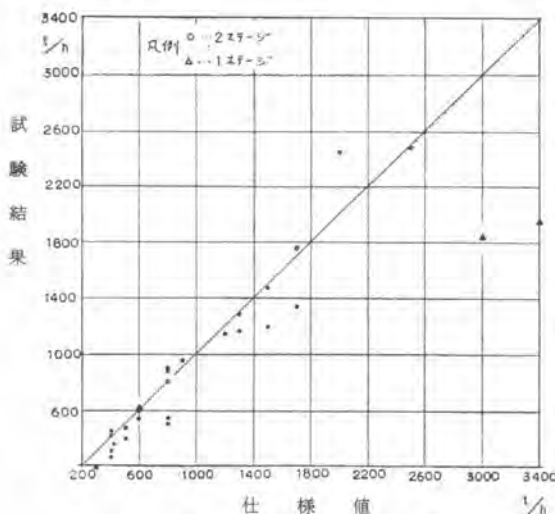


図-4 仕様値に対する試験結果

1) 仕様値との対比

図-4に、試験結果と仕様値の対比を示す。図に見るように仕様値をクリアできたのは、全体の半数に達していない。これは、最大除雪量が前述したように、いつ、どこでも得られるものではない¹⁾ことを実証したと言える。反面、メーカーが想定した作業条件が実際には、かなり得難いものであることも意味している。以下に、最大除雪量が得られる作業条件を明らかにすると共に、作業条件の変化が作業能力に与える影響について検討する。なお、1ステージタイプの2機種は輸入機であり、日本の雪質との適合が良くないと見られるので、検討の対象外とする。

2) 雪の密度の影響

図-5は、試験実施時の雪の密度と仕様値達成度(試験結果に対する最大除雪量の仕様値の比)の関係を示したものである。この図から分かるように、殆どどの試験は密度が 0.4 t/m^3 以上の雪を対象として行われている。これは、図-3に示すような性能表示の際の設定条件の実状を考慮したもの

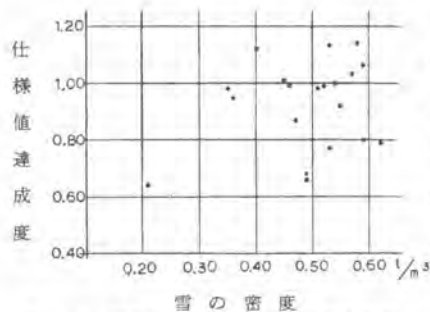


図-5 試験結果に対する雪密度の影響

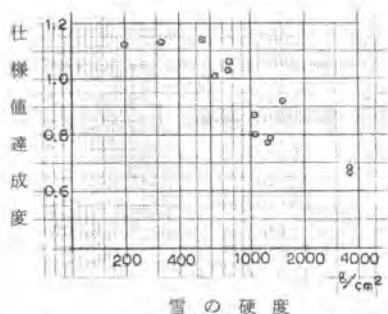


図-6 試験結果に対する硬度の影響

硬度が低下するにつれ能力が増加し、800 g/cm²付近で仕様値に達する。更に500 g/cm²付近で作業能力は限界に達し、それ以後は硬度が低下しても能力は増加しない傾向が認められる。

4) 最大除雪量が得られる作業条件
凡例

モデル	A	B	C	D	E
容量	800	400	1500	500	800
記号	●	○	△	■	▽
密度	0.58	0.49	0.59	0.49	0.35
硬度	530	3580	770	3580	160
	3580		160	1280	160
			160	1040	200
					460

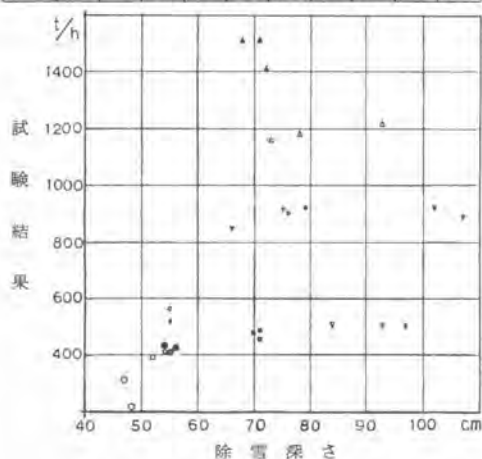


図-7 作業条件の変化が作業量に与える影響

となっていて、その密度は大きいのが、気温の上昇により粒子間の結合がゆるみ硬度が小さい。これに対し、ロータリ除雪車が通常作業対象としている路側の堆雪は、地域による差はあるが、除雪の最盛

である。同時に、大きな作業重量 (t/h) を得たい時には雪の密度が大きい方が有利であり、作業容量 (m³/h) を大きくしたい時には密度は小さい方がよいという原則も考慮されている。図-5によれば、例は少ないが、密度が0.4 t/m³以下の雪を処理対象とした場合は、仕様値をクリアすることが困難であると言われている。

3) 雪の硬度の影響

図-5に見られるように、雪の密度が0.4 t/m³以上であっても、仕様値をクリアできたのは約半数である。ロータリ車の能力に影響を与える第二の要素として、雪の硬度をとりあげてみる。図-5に示す雪の密度が0.4~0.6 t/m³間の試験結果の中から、条件の似たものだけを選んで硬度(木下式)と仕様値達成度の関係を見たものが図-6である。

この図から、雪の密度その他の条件がほぼ一定であれば、ロータリ車の性能は雪の硬度と非常に良く対応していることが分かる。即ち、雪の硬度が大きいほど仕様値達成度が低く

上記の2項をまとめると、ロータリ除雪車の最大除雪量とは、以下に示す2条件を満たす雪質の雪を対象とした場合に得られる作業能力である。

i. 雪の密度 ----- 0.4 ~ 0.6 t/m³

ii. 雪の硬度 ----- 800 g/cm²以下

図-7は、同一の機械が異なった作業条件の下で作業を行つた場合の作業量の変化を、5種のモデルについて示したものである。この図からも、最大作業量が得られる作業条件として、上記が満たされる必要のことが分かる。なお、除雪深さは通常の作業範囲内(オーガ径の0.5~1.2倍)であれば、作業能力には殆んど影響を与えていない。

上記のような雪質を持つ雪が最も普通に見られるのは、冬期閉鎖道路を春先に除雪する場合である。このような場所では、冬期間の自然堆雪が粒状のガラメ雪

期間において密度は $0.3 \sim 0.4 \text{ t/m}^3$ である。又、この期間は気温が低いので雪の粒子間の結合が強くなり硬度も高く、 1000 g/cm^2 以上であることは、既に確実である。即ち、通常の作業期間内、作業状態では、最大除雪量が得られるような作業条件は殆んど出現しない。

5) 通常の作業条件下における作業能力

以上をまとめると、ロータリ除雪車の通常時作業能力は、最大除雪量の $60 \sim 80\%$ であるということになる。この結論は、ロータリ除雪車は通常作業時その能力を十分に発揮できない、という誤解を与えるおそれがあるので、この点について若干の考察を加える。

この結論は、能力を (t/h) についてのみ論じたことから生じたものである。前述したように、ロータリ除雪車の能力は構造上の特性から、 t/h 表示の場合は密度の大きい雪が有利であり、 m^3/h の場合はその逆となる。実際の作業において、能力として問題になるのは作業速度即ち (m^3/h) であつて、 t/h は仕様値との対比を行う場合に問題となることが多い。従つて、雪の密度が小さい通常作業時の方が、最大除雪量が得られる時よりも作業速度は大きいので、通常作業時の方が能力が低下するというような問題意識は、生じていないと考えられる。

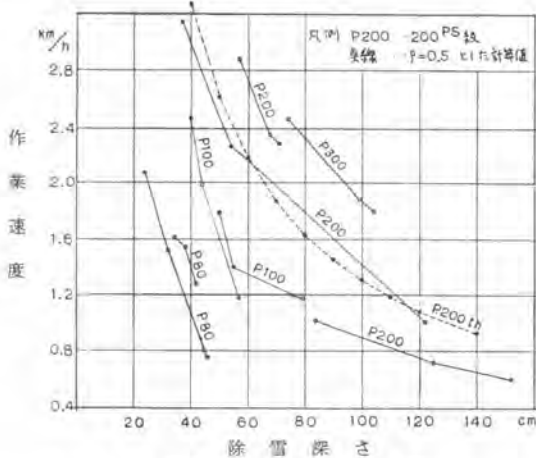


図-8 除雪深さと作業速度の関係

図-8は、代表的な試験結果について、除雪深さに対する除雪速度を示したものである。この図で、 200 ps 級の試験結果が点線より上にある場合は、試験時の雪の密度が 0.5 t/m^3 より小さかつたことを意味し、下にある場合は大きかつたことになる。即ち、作業対象の雪の密度が小さい時、最大除雪量を得ようとすれば作業速度を増加させる必要がある。しかし、作業速度には上限があるから、密度が小さい時には最大除雪量を得られない場合が生ずる。

実際の作業速度については、東北地連の調査によれば、 3.4 km/h との報告があり、図-8

に示す作業速度を大きく上廻つており、実際上の問題にはなつていないと見られる。

5. あとがき

建設機械等の性能、中でも作業性能を正当に表現又は評価することは、一部の機械を除けば非常に難しいことである。ロータリ除雪車は、作業装置の特性、及び操作性の良好なことから、その作業性能を表現し易い方の機械に属する。しかし、それを表現する尺度、作業時の条件等によつて、それを見る人に大きな誤解を与えるおそれのあることは、上述の通りである。

このような誤解を避けるためには、作業性能を表現する尺度について、使用条件との適否を検討すると共に、作業条件の変化に対する性能の変化を、できる限り具体的に表現することが必要であると考へられる。このような表現方法の一つとして、図-8のような作業性能曲線を、雪の密度又は硬度をパラメータとして画くことを提案したい。

19. リサイクルアスファルトプラント燃料へのLPガス採用について

大林道路(株) 染川 豊

1. はじめに

現在舗装廃材の再生利用が強く叫ばれ、各社が再生アスファルトプラントを各地に設置している。当社も埼玉県久喜市にリサイクルアスファルトプラントを設置したが、その際燃料に従来のアスファルトプラントで使用されている重油等(稀に灯油、軽油、都市ガス等が使用される)に代り、LPガスの導入を図った。アスファルトプラントへのLPガスの使用は我国では初めての試みであり、採用した経過並に現状での実績を報告するものである。fig. 1に久喜リサイクルプラントのフローを示す。

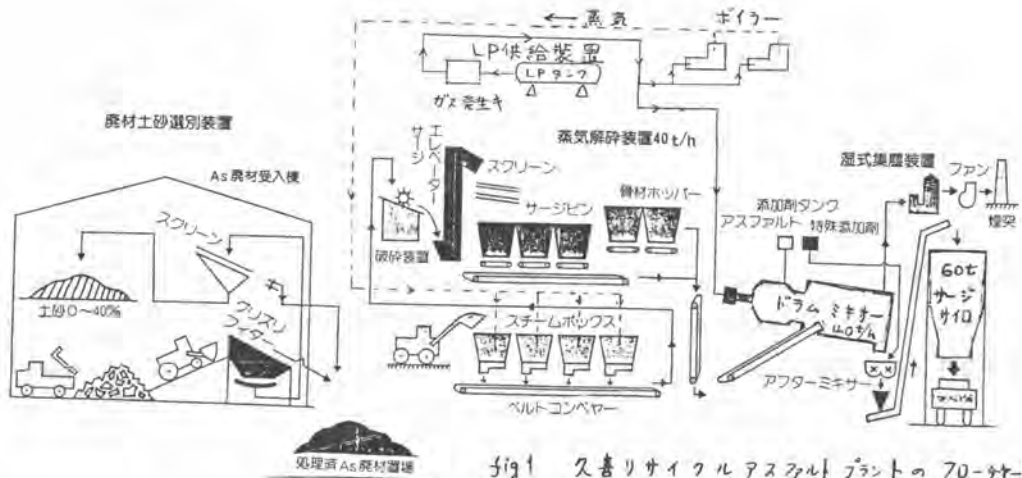


fig. 1 久喜リサイクルアスファルトプラントのフロー

2. LPガスとは

LPガスとは液化石油ガス (Liquefied Petroleum Gas) の略稱で、プロパン、ブタン等と云ふ

- (1) 油田から原油生産の際
- (2) 製油所のガスから
- (3) その他(天然ガス田からの液化天然ガス(LNG)産出の際)

生産されている。家庭用燃料としてプロパンが使用されていることは、我々の良く知る所であるが、当社の使用しているLPガスは、ブタン(70~90%)プロパン(30~10%)の混合ガスである。

3. LPガスの他工業での利用

タクシー燃料が最近LPガスに切替えられていることは我々の良く知る所であるが、LPガスは鉄鋼業用、塗装・乾燥用、硝子工業・窯業用、食品工業用、化学工業用、都市ガス用、電力用、ボイラー用等廣く使用され、これまでアスファルトプラントへの使用が無かったのが不思議な位各方面で既に使用されている。

4. LPガスを何故使用したか

当社として今回又喜リサイクルプラントにLPガスを使用した理由は

- (1) Kcal 当りの単価が重油に比し安い(現在約20%安い)。
- (2) クリーン(無公害)なガスである。
- (3) 燃焼効率が重油より良好である。
- (4) 自動制御が液体燃料に比し容易である。

であるが、以下各々について詳述すると

(1) Kcal 当りの単価が重油に比し安い

LPガス、重油の価格はこれまで変動してきたし、今後も変動すると思われるが、現在入手価格と比較すると、

$$\left[\text{LPガス Kcal 当りの単価} (75\% \div 11 \text{ kg}) \right] \div \left[\text{重油 Kcal 当りの単価} (75\% \div 8.5 \text{ kg}) \right] = \frac{6.82}{8.82} = 0.77$$
と約 20% LPガスが安い。尚今後この価格差は後述する如く当分縮くと推定される。

(2) クリーンなガスである。

LPガスに含まれる硫黄分は 0.02% 以下であるが、重油は A 重油でも 0.5~2.0% 以下の硫黄分を含んでいる。又 LPガスは窒素分を殆ど含まない。LPガスがクリーンなガスと云われるゆえんである。

(3) 燃焼効率が低い

従来の重油バーナーは燃焼効率を高めるため、高圧噴射させることにより、燃料の微噴霧化を回っているが、LPガスは気体であり、その高圧噴霧化を更に噴霧化し、液体より気体にしたと考えれば燃焼効率のUPは理解できると思う。どれだけ効率がUPするかの資料を持っていないが、概念的には 2~5% はUPすることと期待している。

(4) 自動制御が液体燃料に比し容易

ガスの圧力、発熱量、フレイムの長さなども、自由に選択でき、液体燃料より自動制御が容易であると云われている。

5. LPガス設備

(1) 安全性について

新聞紙上に家庭用プロパンの爆発事故が時々報じられ、危険性と考えられると思ふが、家庭用設備は至費の関係から安全設備が充分でなく、かゝる事故が起まるのであり、LPガスは元來爆発限界も狭く、安全設備を充分にしたら安全なガスである。法的にも規制があり、2重3重の安全設備が備え付けられており、安全性に問題はない。

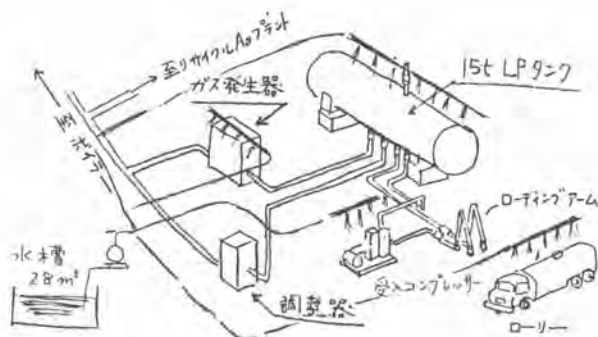
(2) 設備費用

ス喜リサイクルプラント(40%)には、LPガス供給設備として3~5日の使用分の15tタンク1基を設備した。将来 60% 新材プラントにもLPガス使用の場合は1.5~2日分の使用分となる。

LPタンク外供給設備(注水装置・安全装置等) 約 2,300万円
水槽外上記設備土基礎費等 約 700万円 } 計 約 3,000万円

(3) LP供給設備 フローチャート

fig2 スキムプラント LP供給設備
フローチャート



6. LPガスの展望

(1) 世界のエネルギー需給見通し

表-1に世界のエネルギー需給の見通しを示す。
世界のエネルギーの需給は、1980年の138 百万bbl(石油換算)から、2000年には225 百万bblと約1.6倍の増加の予想であり、石油の占める割合は43.6%より31.0%に減じるものゝ、量的には約17%の伸びであり、石油の随伴ガスであるLPガスは当然として増産される。

表-1 世界のエネルギー需給見通し(単位:百万bbl)

	1980年	1990年	2000年
石油	60	68	70
天然ガス	26	36	43
石炭	40	48	63
原子力	3	11	23
水力他	9	17	27
合計	138	180	225

(2) LPガスの生産量の見通し

(1980年はBP統計より、1990年、2000年はEXXONより)

原油生産時において随伴ガスとして採れるLPガスは現在OPEC全体で利用率は約50%であり他は焼棄されている。No.1産油国のサウジアラビアの利用率は約25%にすぎない。産油国はLPガス回収設備の増設を行なっている。実施した国は設備の回収ということよりしても、LPガスの増産を行うであろう。将来LPガスの生産は現状の約3倍は見込めると云ふ。

(3) 世界のLPガス消費動向

世界のLPガスの消費動向としては、米国・英国では天然ガスの利用と、西ドイツ・イタリア・フランスでは石炭政策より火力発電による電力の活用と、又オーストラリアでは豊富な水力と石炭による電力の活用がとりあげられている。これらの国でのLPガスの消費増は期待しにくくであろう。我国は1980年にLPガスを1,000万tを輸入したが、これは世界LPガス輸出総量1,800万tの55%を占めている。とすれば上記により増産されるLPガスは日本に流れこんでくることが予想される。1990年には日本のLPガス消費量は2,000~2,600万tと予想されている。

(4) LPガスの供給安定と価格の安価

上記よりしてLPガスが今後我国に安定供給され、又価格も安価であることが予想される。

7. リサイクルアスファルトプラント(40%)のLPガス消費実績

表-2に7/1~5/5の15日間のリサイクルプラントのLPガス消費量を示す。これよりすると

蒸気解砕装置 1.81 m³/t (重油換算……5.5%)
 ドライヤー 2.87 m³/t (" ……8.7%)
 計 4.68 m³/t (重油換算 14.2%)

重油使用の他社のリサイクルアスファルトプラントの使用実績は

- | | |
|--|---------------------------------------|
| (1) 世紀建設 妙見島 再生プラント(解材 45%, アスコニ 30% (当時)) | } 日本建設機械化協会 48和54年度
リサイクル機械調査報告書から |
| 54年10月31日実績 蒸気解砕 2.7%, ドライヤー 13.0% | |
| (2) 渡辺組 横浜工場 再生プラント(温湯解砕 30%, アスコニ 40%) | } |
| 54年1月24日実績 温湯解砕 6.0%, ドライヤー 12.5% | |

である。

これを当社実績と比較すると、蒸気解砕は世紀建設の2.7%に比し約2倍の使用量を示しているが、プラントドライヤーは世紀建設 13.0%、渡辺組 12.5%に比し 8.7%と約7割の値を示している。

表-2. ス喜リサイクルプラント LPガス 使用実績

月 日	製造屯数 出荷屯数 + 棄却屯数	蒸気解砕装置				リサイクルアスファルトプラント				合計		合計	
		LP使用量 m ³	0°C, 1気圧 使用量 m ³	屯当り 使用量%	重油換算 使用量%	LP使用量 m ³	0°C, 1気圧 使用量 m ³	屯当り 使用量%	重油換算 使用量%	0°C, 1気圧 使用量 m ³	重油換算 使用量%		
7- 21	246.8	235.00	327.14	1.33	4.0	383.94	643.92	2.61	7.9	971.06	11.9		
22	58.0	162.11	225.67	3.89	11.8	109.54	183.71	3.17	9.6	409.38	21.4		
23	258.8	276.61	385.06	1.49	4.5	393.37	659.73	2.55	7.7	1044.79	12.2		
24	172.4	307.55	428.13	2.48	7.5	300.08	503.27	2.92	8.9	931.40	16.4		
27	230.4	248.10	345.37	1.50	4.6	444.16	746.92	3.23	9.8	1090.29	14.4		
28	185.2	257.16	357.98	1.93	5.9	328.51	550.95	2.97	9.0	908.93	14.9		
29	50.4	123.13	171.41	3.40	10.3	111.88	187.64	3.72	11.3	359.05	21.6		
30	70.1	126.41	175.97	2.51	7.6	144.38	242.14	3.45	10.5	418.11	18.1		
31	315.7	375.77	523.13	1.66	5.0	499.07	837.01	2.65	8.1	1360.14	13.1		
8- 2	124.0	150.30	209.23	1.69	5.1	221.67	371.77	3.00	9.1	581.00	14.2		
4	162.3	222.99	310.42	1.91	5.8	274.03	459.58	2.83	8.6	770.00	14.4		
5	286.0	319.60	444.90	1.56	4.7	484.46	812.50	2.84	8.6	1257.40	13.3		
計	2160.1	2804.75	3904.41	1.81	5.5	3695.09	6197.14	2.87	8.7	10101.55	14.2		

8. おまへ

当社が今回ス喜リサイクルアスファルトプラントに採用したLPガスは、今後アスファルトプラント業界へのLPガス使用の引き金になるのではないかと考えている。短期間の実績では、いまだに程良結果を得ていないようであるが、運轉にも馴れ、出荷が軌道に乗れば、計画通りの燃費の節約が実現できると確信している。今後LPガスのバーナー制御方式の改善、或はプラントの廃棄ガスをLPガス供給設備のペーパーライザー(ガス発生装置)への加熱熱源に利用すると、色々の問題にとりくみ、国策としての省エネルギー対策にお役に立ちたいと願ふものである。

20. 側溝清掃車（脱水処理装置付）開発に関する研究

建設省近畿技術事務所 *村田 良太郎・宮 風 均

1. まえがき

道路側溝清掃作業の際に回収した土砂（汚泥）については、投棄場所の確保が困難になり、受入側では脱水を義務付ける等の制約を加えているのが実情である。このような状況から現場で簡易に土砂の脱水処理が可能な側溝清掃車の開発が求められていたが、こうした問題を解決するために今回、車載形の処理車を開発し、その現場適応性試験を実施した結果、一定の改善を加えることによって実用可能であることが判明したので、その概要を報告する。

2. 道路側溝堆積土砂の実態

図-1に示すように側溝堆積土砂の粒度は、砂質分を中心としながら、粘土質からレキ質まで広範囲に分布しており、紙・木片・落葉・タバコ等の爽雑物が比較的多く混入された状況である。

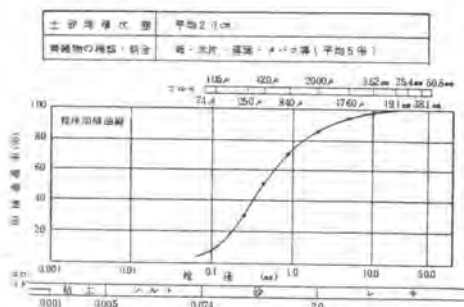


図-1 集水側溝堆積土砂の状態

3. 脱水方式の検討

側溝堆積土砂の脱水方法としては、大別して自然脱水（乾燥）方式と機械脱水方式があるが、自然脱水方式では広い場所と多くの時間を必要とする。一方、機械方式は狭い場所で短時間に脱水が可能という特徴がある。機械方式としても多くの種類のものが考えられるが、車載型として使用するにはコンパクト性・軽量性が求められることなどから遠心脱水方式を採用することにした。

4. 脱水機構造の特徴と性能

4.1 脱水機構造の特徴

開発した脱水機は、従来からある有孔バスケットを持つ、堅型遠心脱水機をベースとして、図-2に示すような諸々の装置を備えることによって、目的とするところの道路側溝堆積土砂の脱水に適し、清掃現場での吸泥・脱水・ケーキ排出までの一連の工程が可能となる構造となっている。

図-2及び、図-3に基づいて、一連の脱水工程を以下、概略説明する。

密閉構造とした脱水機内を真空ポンプにより、一定の真空度（ -400mmHg ）にし、汚材を取り付けた有孔回転バスケットを低速回転（ 160rpm ）させると同時に、バスケット上部に設置した回転ブラシをバスケットに接触させる。そして、脱水機上部に設置した吸泥パイプを通して側溝堆積土砂をバスケット内へ真空吸引する。吸引

終了後、真空排気を停止し、引続きバスケットを一定時間（2分間）低速回転し、その後高速回転（ 820rpm ）させ、一定時間（2分間）高速脱水を行う。脱水完了後は、バスケットを微速回転（ 20rpm ）にし、排泥パイプをバスケット底部に下隆させると共に、播落装置のスクレーバを順次下隆させ汚材に付着した脱水ケーキを播落す。そして前述の排泥パイプに連通した脱水ケーキタンク内を真空にし、播落した脱水ケーキを脱水ケーキタンクへ排出するものである。又、脱水の繰返しにより生じる汚材全体の目詰りをバスケットの外側に設置した洗浄パイプからの水洗により防止するようにしている。

4.2 脱水機の性能

所定の脱水性能を得るために、脱水試験を実施したが、その最終試験結果の概要を述べる。

1) 汚材の種類別脱水効果

脱水機のバスケットに使用している汚材の目開きの大きさによる脱水効果は、表-1に示すとおりで、42メッシュより大きい目開きの汚材では完全脱水が可能である。

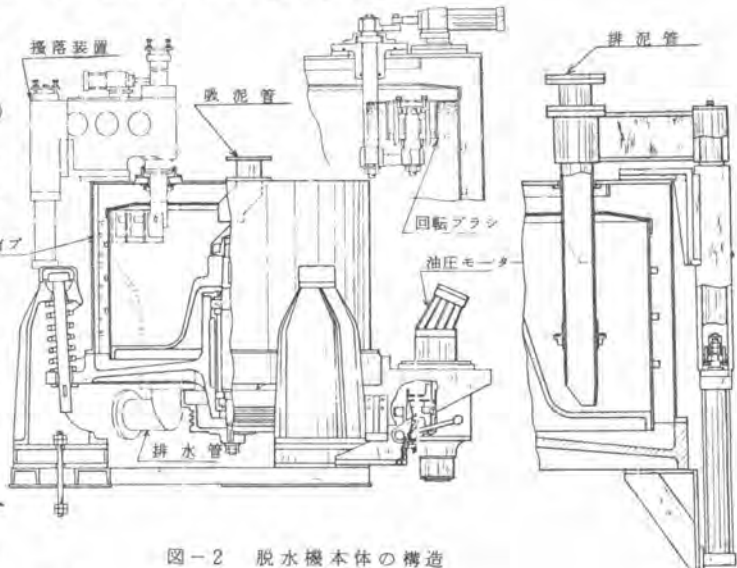


図-2 脱水機本体の構造

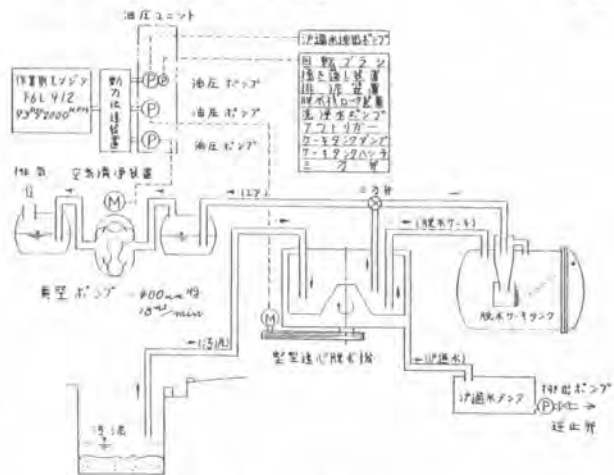


図-3 脱水システム

表-1 汚材の種類別脱水効果

使用汚材	完全脱水回数	試験回数
32メッシュ	3	3
36	1	1
42	34	34
48	10	16

注：試験条件……投入汚泥量 190 kg
全体量 450 L

又、この時の沝過水中に含まれる土砂の粒度分布は、図-4のとおりである。すなわち、48メッシュ・42メッシュの沝材を使用した場合では、沝過水中に含まれる74 μ 以上の土砂粒子(砂・レキ分)は、ほとんどないという結果である。次に、沝材の種類別による土砂の回収率を表わしたのが、表-2であり、48メッシュでは80%以上、42・36・32メッシュでは、それぞれ70%程度、投入土砂に対する脱水ケーキとして回収が可能である。

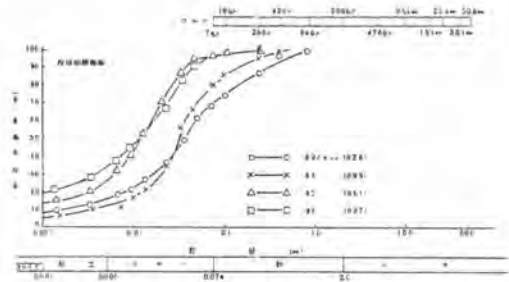


図-4 沝過水の土砂粒度分布

表-2 土砂回収率

沝材メッシュ	平均回収率(%)	量	料	数	備	考
32メッシュ	73	3			脱水機(脱水機)	
36	68	13				
42	72	17				
48	83	12				
		89		22		

$$\text{汚濁回収率(%)} = \frac{\text{排出ケーキ重量(kg)} \times [1 - \text{脱水ケーキ含水率}]}{\text{投入汚濁量(kg)} \times [1 - \text{汚濁含水率}]} \times 100$$

(2) 脱水処理量別の脱水効果

脱水機1バッチ当りの脱水処理量と脱水効果の関係については表-3のとおりであり、沝材36メッシュでは全体量(水分+土砂分)550 kg のうち土砂分250 kg を投入しても完全脱水が可能である。

表-3 脱水処理量と脱水効果

沝材の種類	42メッシュ					36メッシュ				
	投入汚濁量(kg)	180	220	250	180	220	250	250	280	310
全体量(kg)	450	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	500	○	×	×	○	○	○	○	○	○
	550	×	×	×	○	○	○	○	○	○

○:良好(メッシュ網留水0 kg)
 ×:不良(メッシュ網留水10 kg 以上)

表-4 脱水ケーキ含水率

脱水水の有無	平均ケーキ含水率(%)	量	料	数
有	1.4			37
無	8.3			55
全	9.0			112

(3) 脱水ケーキの含水率

脱水ケーキの含水率を測定したものを表-4に示す。脱水ケーキの含水率は沝材の種類にほとんど関係なく、脱水が良好であれば8%程度の含水率となる。

5. 側溝清掃車(脱水処理装置付)の製作

5.1 基本設計

側溝清掃車の製作にあたっての基本的な考え方は、次のとおりである。

- ①現場を移動して、道路側溝堆積土砂の自吸・脱水処理が可能であり、かつ交通障害を起さない小型なものであること。
- ②脱水操作は、機側半自動操作とする。
- ③脱水ケーキ、リフトダンプ方式により、ダンプトラックへの移し替え可能とし、沝過水は車外排出が出来ること。
- ④動力は、油圧・空圧に変換して用い、発生騒音は既存機種と同程度に抑制する。

5.2 各部の検討事項

(1) 車両規格

車両の規格選定にあたって、車両の小型化を目的とすれば7t級(P.T.O.方式)と、騒音抑制を目的とすれば11t級(作業用エンジン搭載)の2案を検討した結果、7t級において排泥

タンク容量1.15 m³、リフトダンプ機構にすることにより、2 t積ダンプトラックへの積み込みが可能であり、エンジン騒音も74 d B(A) (7 m地点)程度が予想される等を勘案し、7 t級P.T.O.方式を採用した。

(2) 油圧装置

作業中、ほぼ連続運転を要する脱水機用モーターを除く他の作業装置は間欠作動となり、動力損失による発熱対策のうえから油圧ポンプを2系列とした。また、操作弁は機側集中制御が可能なDC24V電磁弁とし、配管は騒音対策上、ゴムホースを採用した。

(3) 吸入・排泥管と真空ポンプ

吸入・排泥管は、φ100 mmで管長も限定された使用となり、バスケット内への急速搬入の必要がないこと、大塊の混入を防ぎたいこと、騒音・重量を抑えたいこと、などの理由によりφ400 mm径・1.8 m³/minの真空ポンプを採用することにした。

(4) 脱水ケーキタンク

脱水ケーキ積載可能最大容量が1.15 m³であり、1日の処理量を貯留出来ないため、リフトダンプ式(1.4 m×55°)とし、2 t積ダンプトラックへの自然落下積込が可能な構造とした。

(5) 汙過水タンク

脱水機を真空状態で使用するため、汙過水の自然排水が不可能であるので、閉回路を形づくる逆止弁付き汙過水タンクと強制排水用ポンプを設けた。

(6) 操作装置

油圧操作弁にDC24Vの電磁弁を採用し、機側押釦操作方式とするが、作業工程がほぼ一定時間となる高速脱水から排泥まで自動運転が出来る構造とした。

6. 概略仕様

側溝清掃車(脱水処理装置付)の概観、及び主要諸元を写真-1及び表-5に示した。



写真-1 側溝清掃車(脱水処理装置付)概観

表-5 側溝清掃車(脱水処理装置付)主要諸元

形式	自吸脱水式	回転数	高速820rpm
規格	1 m ³ (積載量)		低速160rpm
性能		(付属装置) 回転ボタン	250mm、ナイロンブラシ
供給料	450ℓ/回(含有固形分 約3.0%の場合)	掻き出し装置	ステンレススクレーパー、 ストローク、465mm
処理能力	含有率3.0%以下、 回収率8.0%以上	真空ポンプ	
車輛		形式	湿式2軸 ロータープロウ
形式	4×2、7 t級 (170 P.D.F.T. O付)	規格	1.8m ³ /min×(-)φ400mm径
全長	7,500mm	操作装置	
全幅	2,470mm	形式	操作能押しボタンスイッチ 手動操作
全高	3,000mm		但し、脱水機は、自動運 転可能
乗車定員	3名	脱水ケーキタンク	
車輛重量	1,127.0kg	形式	リフトダンプ式
車輛総重量	1,347.5kg	容量	1.15 m ³ (有効1.0 m ³)
脱水装置		付属品	
形式	立形离心脱水機(密閉式)	サクシヨン ホース	100φmm×40m、 ジョイント、金具類1式
容量	2.20ℓ(1070φmm× 820φ×600mm)		

21. 小型路面整正機の開発について

建設省東北技術事務所 黒木正輝・*斎恒夫

1. ま え が き

2車線道路等では、車輛がほぼ同一箇所を通過するためアスファルト路面が流動しやすく、ときとして路側部に連続した帯状の不陸（隆起）を形成して交通に障害を及ぼし、事故を誘発するおそれがあるので早急な対応が必要である。

この不陸の切削は、既存の機械では大形（機械幅2.1～2.5m）ゆえ作業中における交通への支障小規模な作業量に対して経済性に欠けることなどから、比較的小規模な作業量を対象とした現場メンテナンス体制での即応性の高い、小形のハンドガイド式路面整正機の開発を行ったものである。



写真-1 小形路面整正機

2. 設 計 条 件

不陸路面整正作業にあたっての現場側からのニーズと、それに対応する開発目標を設定したものでこれを表-1に示す。

表-1 開発ニーズと設計目標

開 発 ニ ー ズ	設 計 目 標
① 小規模作業量対象	① 型 式 ハンドガイド式
② 操作容易, 資格不要	② 性 能
③ 運搬, 移動の簡易化	切削幅 50～60cm
④ 交通渋滞解消	切削速度 60～100m/h
	切削深 3cm
	③ 規 模 極力小形軽量化
	④ 構 造 振動軽減, メンテナンス容易

3. 機械の構造及び特徴

3-1 機械の構造

本機の設計意図は、小形軽量化、操作の簡易化を主眼としたもので、その構造は車体中央に機関を搭載、前部に油圧モータで駆動される水平2連カッター形の切削装置、後部には走行用変速機、操作レバー類を配置した車輪走行形のハンドガイド式路面整正機である。（写真-1参照）

表-2、図-1に本機の主要諸元とカッターの配列を示す。

表-2 主要諸元表

項目		諸元
性能	切削方式	水平2連カッター式
	最大切削幅	540mm
	最大切削深	30mm
	最大切削速度	100m/h
	回送速度	700m/h
要目	全長	2,300mm
	全幅	920mm
	全高	1,200mm
	重量	1,300kg
機関	形式	水冷4サイクルガソリン機関
	出力	30PS/3,600r.p.m
切削装置	主カッター径×個数×刃数	250φ×2個×12本/個
	回転数	0~110r.p.m
	補助カッター径×個数×刃数	56φ×1個×4本
	回転数	0~153r.p.m
	カッター昇降	ウォームスピンドル式
走行	カッター横送り	ネジ式(左200mm)
	走行方式	車輪式(4輪駆動)
加熱装置	加熱方式	プロパンガス赤外線ヒータ
	加熱面積	600mm×500mm
	ガス消費量	約3.2kg/h

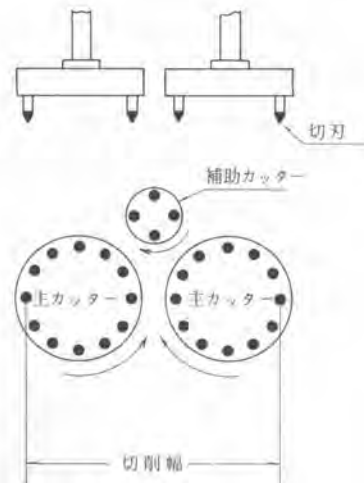


図-1 カッター配列図

3-2 本機の特徴

開発した本機は、次の特徴を有している。

- (1) 小形軽量のため運搬が容易で、現場への即応性が高い。
- (2) 機械幅が小さいため、交通規制による渋滞が少ない。
- (3) ハンドガイド式のため、運転操作が容易である。
- (4) カッターの刃数が少ないため、メンテナンスが容易である。
- (5) 常温、加熱両方式での切削作業が可能である。

4. 性能試験結果及び考察

現場切削性能試験は、一般国道4号及び45号線においてプロパンガスによる赤外線ヒータ加熱と常温との2方式の切削を行い、切削性、操作性、施工法などを調査した。

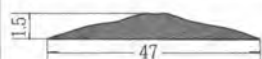

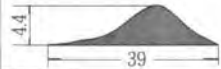

4-1 路面の不陸状況

路面の不陸は、特に路面温度が高くなる夏場に発生しやすく、信号機設置箇所や幅員が比較的狭いカーブ等の路側部に帯状に連続して形成されている。

不陸の形状は、幅40~50cm、高さ3~4cm程度のものが最も多かったが、中には不陸高7cm前後のコブ状の不陸も見受けられた。

表-3に試験箇所の平均的な不陸の形状を、写真-2にその状況の1例を示す。

表-3 不陸の形状(代表例)

試験箇所	平均的な不陸断面 (cm)
A 地区 (国道45号)	
B 地区 (国道45号)	
C 地区 (国道4号)	
D 地区 (国道4号)	

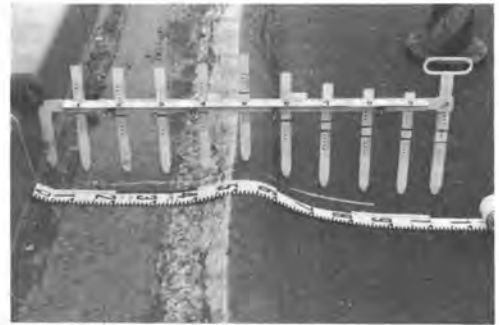


写真-2 带状不陸の状況

4-2 性能試験

試験は切削性能試験と併せ耐久性試験も行うため、切削延長約5,100 mに亘り実施した。

本機は小形軽量化をはかっているため、路面温度が切削性能に大きく影響し、路面温度が低い状態での施工は切削抵抗が増大し、機械の異常振動、出力不足及びカッターの摩耗を早める結果となることから路面温度が35℃未満の場合は加熱切削、それ以上は常温切削とし、切削速度の設定は、切削深さが1.5 cmまでは2速

($V = 100 \text{ m/h}$)、それ以上3 cmまでは1速($V = 60 \text{ m/h}$)で行った。

右の図-2は切削深さと切削速度の関係を示したものである。(m/h)

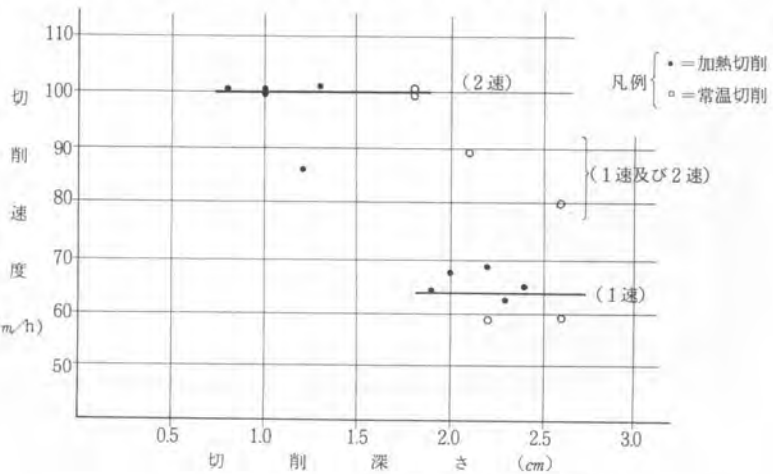


図-2 切削深さと切削速度の関係



写真-3 加熱方式による切削状況



写真-4 切削後の路面状況

4-3 考 察

4-3-1 切削性能

切削馬力は常温切削の方が若干多い傾向にあったが、切削深さと切削速度の関係は図-2のとおり常温、加熱両切削方式とも殆ど差異は見られず、切削深1.5cm前後の場合時間当たり100m、2~2.5cmでは60mである。機械の振動も少なく、安定した切削速度が保たれ、設計目標どおりの性能を得ることができ、開発に当たって意図した現場メンテナンス体制での比較的小規模な作業量を対象とした即応的な作業には、十分対応できるものと考える。

4-3-2 不陸路面への追従性

不陸部へのカッター装置の追従は、不陸の大半が前出表-2に示したように幅40~50cmで形成され、作業時は左右の車輪が不陸部をまたぐ状態となり、機械は比較的平坦部を走行するので、カッター昇降及び横送り操作で十分対応が可能であり、写真-4に示すとおり平坦な仕上りを得ることができた。

4-4 施工体制

実現場における切削試験をとおして、本機が実際の現場に配備された場合の施工体制を考察すると次のとおりとなる。

本機的全幅が約0.9mなので、図-3のように作業幅を1.3m程度確保するだけの交通規制を行えば作業が可能であり、大型車でも車輛は十分交差が可能である。

なお、試験時には交通渋滞は殆ど見受けられなかった。

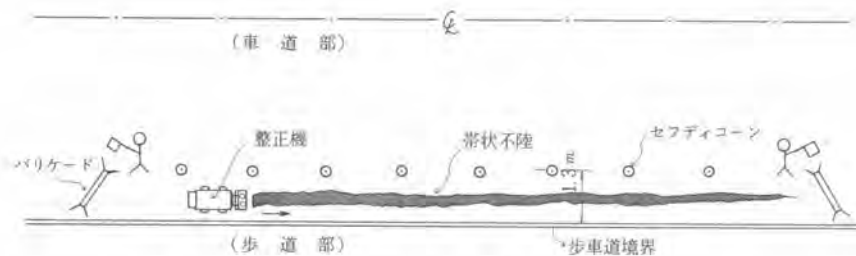


図-4 切削作業時の交通規制参考図

5. あ と が き

現場メンテナンス体制に即応する小形軽量の路面整正機の開発要望により開発に着手し、調査試験の結果、報告のとおりの実用機を完成することができた。

実用機は、小形、高性能でかつ現場での即応性にすぐれ試験的な現場供用でも関係者から性能面や施工コスト面などで高い評価を得ている。

本機は、今年度から実用化され、各現場に導入され活躍が期待されるが、さらに実作業をとおしてより現場に適応した機械の完成に努める所存である。

22. 橋梁点検と新形点検機械の開発について

建設省関東技術事務所 津田 弘 徳・*猪俣 洋 志

1. まえがき

近年道路交通網の整備とともに、交通量の増加に加えて自動車類も大型化の傾向にあり、特に道路橋は激しい状況におかれている。

このような現状から道路維持管理の一業務として、橋梁の点検を実施し、橋梁の現況を把握しこれの異状の有無、損傷箇所の早期発見によって破損などによる事故の事前防止または、安全確保を図るために必要な諸資料の収集等を行うもので、この調査には、一般に橋梁点検車が使用される場合が多い。そこで当所では、橋梁の管理を担当する職員の要望を満足させるため従来の橋梁点検車に代わり、今回、居住性、安全性の高い新形の橋梁点検車の開発を行ったものである。

2. 橋梁点検調査

橋梁点検は、通常巡回の点検で確認し得なかった橋梁の細部にわたり橋面上からの点検でなく、橋梁下などから行い、橋梁の架設状態に応じて、橋梁点検車、梯子、ボート等を使用して目視点検（各箇所の状態を器具測定に先立ち目視で確認できる損傷、特にコンクリート部材については微細なクラック、肌面の状況、漏水箇所の有無および損傷程度の判定）、測定器具による点検（コンクリート強度、塗装の付着度、クラックおよび縁端距離の測定）を行い、部材の異状や損傷箇所の発見なども含めて調査を行うものである。



写真-1 一般に行なわれている橋梁点検車による点検

3. 橋梁点検車の開発とその性能、特長

3. 1. 基本構想

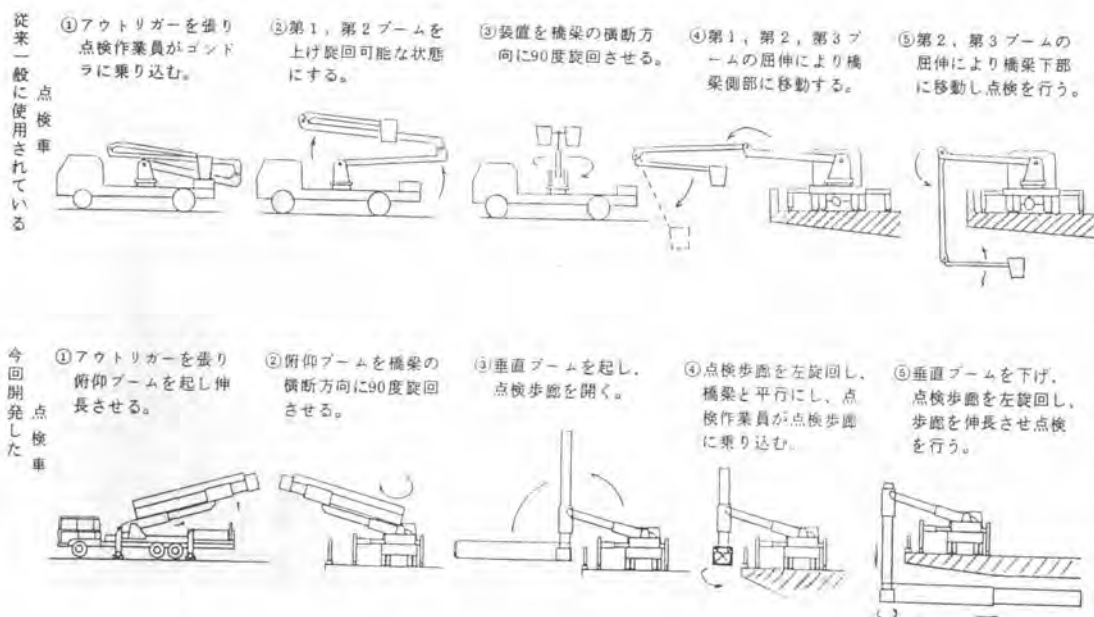
従来から一般に使用されている油圧屈伸式橋梁点検車は、図-1に示すモーションによってゴンドラの移動を行うものであるが、点検作業時にブームの屈伸によるゴンドラの移動が塔乗点検員に与える不安感、ゴンドラ内が狭く居住性が悪い、作業範囲が小さいなど不利の面もあるが、今回、新しく開発した橋梁点検車は、これらの点に対して、

- (1) 高所作業の不安感を感じさせない動作機構とすること。
- (2) 比較的広範囲の点検作業が可能でしかも居住性がよいこと。
- (3) 点検作業の安全を期するための各種安全装置を有すること。

以上の項目を考慮して、

- (1) 歩廊式の作業台で橋梁下部を容易に点検できる構造であって、しかも道路条件等を勘案して自走式の専用機とし、一般のトラックシャーシに点検装置を架装したものとした。
- (2) 点検装置は、俯仰ブーム、旋回台、垂直ブーム、歩廊旋回装置、点検歩廊で構成され、垂直ブーム、歩廊旋回装置、点検歩廊は特に装置の重量軽減を図るため、アルミ合金製とした。
- (3) 点検歩廊の昇降、旋回、伸長により任意の箇所が点検できるもので、操作については、機側の固定操作盤と点検歩廊での可搬操作盤の2方式でできるものとした。

図-1 従来型と今回開発した点検装置の動作順序



3. 2 主な特長

点検作業は、橋梁下部の空間を利用して行う高所作業であるため、これに必要な次の機能・機構を備えている。

- (1) 点検範囲は、橋梁下部・横断方向で12.5mと約4車線、また橋梁側部・乗直方向で約5mの点検が可能である。
- (2) 歩廊式のため居住性が高く任意の位置での点検が可能である。
- (3) 点検員は、橋梁高欄附近から点検歩廊に移乗すると乗直方向と旋回による移動のみであるため、従



写真-2 走行状態

来の点検車に比べ安定感がある。

- (4) 車両の横転を防止するため、アウトリガの張り出し量に対応して、俯仰ブームの伸長量を制限する装置を備えている。
- (5) 各種の動作は、単独動作で安全を図り、機側操作盤または、歩廊操作盤の任意で行い、緊急停止スイッチにより各動作が即時停止する構造である。
- (6) 機側操作員と歩廊側点検員との間は、インターホンによって作業状況の確認や緊急時の連絡が可能である。



写真-3 作業状態

3. 3 新形橋梁点検車の概略仕様

(1) 形 式 歩廊式

(2) 性 能

点検範囲	橋梁下側	0～1 250 0 mm
	橋梁側部	0～ 5.00 0 mm

歩廊先端積載荷重 2 0 0 kg

(3) 要 目

全 長	1 1 8 8 0 mm
全 幅	2 4 8 0 mm
全 高	3 7 2 0 mm
車両総重量	1 9 7 8 5 mm
乗車定員	7 名

(4) 各部構造

1) 俯仰ブーム

形 式	鋼製箱形溶接構造 1 段伸縮形
俯仰角度	0～15°

2) 垂直ブーム

形 式	アルミ合金製箱形溶接一体構造
昇降距離	4 9 8 3 mm
昇降方式	油圧ウィンチロープ巻取式

3) 歩廊旋回装置

形 式	単列スラストボールベアリング支持
旋回方式	油圧モータ + 歯車減速
4) 点検歩廊	
形 式	アルミ合金製トラス構造1段伸縮形
伸縮方式	手動式

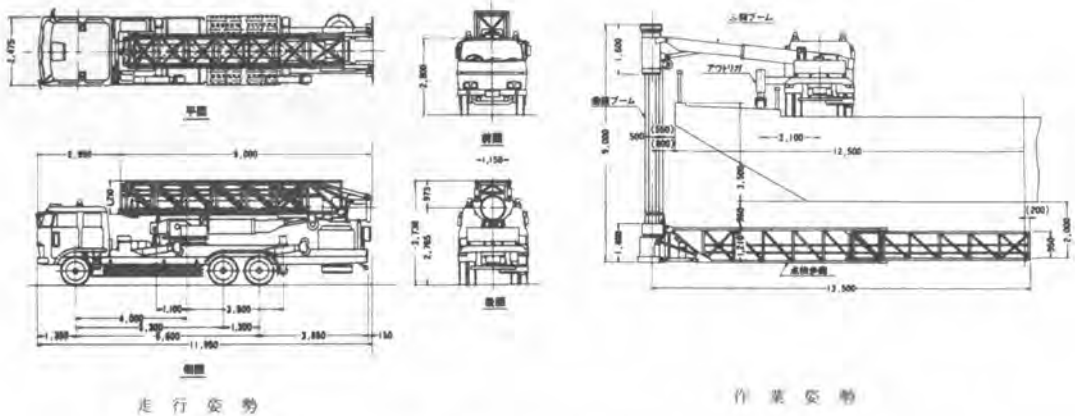


図-2 新形橋梁点検車の概略図

4. あとがき

橋梁点検車の開発に当たり、従来から使用されている橋梁点検車の見直しや、点検装置としてどのような機能を備えていることが望ましいか、この種の業務に関係ある諸氏の意見を参考にし、検討を行いその結果、点検時に安全性が高く、居住性のすぐれた新しい橋梁点検車の開発が行われ、その実用機を完成したものである。

なお、本機は、橋梁点検車として開発したものであるが、この機能を活用して、例えば、橋梁塗装や水門等構造物の点検補修など多方面に活用の可能性を有する装置として期待できるものである。

23. 路上再生機（リ・シェーパー）の開発

大林道路㈱ 松本 歳一・* 染川 豊
工藤 勇

1. はじめに

アスファルト舗装におけるリサイクリングについては、米国に於て当初開発され、次いで欧州において発達し、現在各国において関心を集めている。米国に於て当初Cutler社により開発された専用大型機は西ドイツにて更にWirtgen社、Strabag社等に改良され、リサイクリング工法が発達すると共に、更にVögele社によりアスファルトミキサーとの組合せによる中型専用機も開発され、欧州並に米国ではリサイクリング工法が活発に行なわれてきている。

我国に於ては国情にあふ専用中型機と従来の舗装機械との組合せによるリサイクリング工法が採用され、各社色々工夫をこらし、独自のリサイクリング機械を試作しながら工事にあたっている。

当社も「リシェイパー」なる専用中型機を試作し、工事にあたっている。こゝに各社の路上再生処理機と比較の上、当社の「リシェイパー」について述べるものである。

2. 路上再生工法の種類

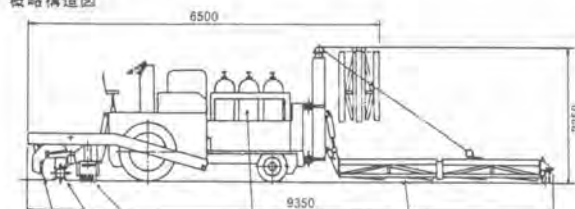
表-1 路上再生工法の種類

名 稱	内 容	改 善 点
Reshaping (Reforming)	加熱、かき起し、敷きならし、 (新材料不添加)	平坦性並に 流動抵抗性
Regrip	加熱、かき起し、敷きならし後 被膜処理チップ材を散布し、締め固め	平坦性並に すべり・流動抵抗性
Repairing	加熱、かき起し、敷きならし後 新材を上部に敷きならし同時締め固め	平坦性 舗装厚
Remixing	加熱、かき起し、添加剤或は新アスファルト合材と 再生材を混合、敷きならし、締め固め	平坦性、舗装厚 性状

3. 路上再生処理機械の種類（従来舗装機械と除く）

3-1 Reshaper（又はReformer）

概略構造図

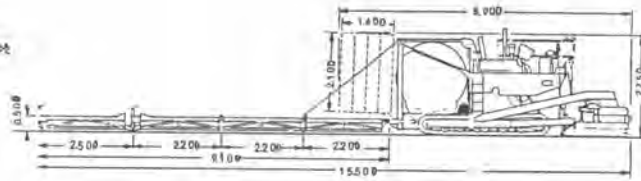


① 表外輪ヒーター ② スカリファイヤー ③ ロータリースカリファイヤー ④ ブレード ⑤ プロパンボンベ

図-1 大林道路 Reshaper

主な仕様	
全長・作業時	9,350 mm
輸送時	6,500 mm
全幅・作業時	3,400 mm
輸送時	2,450 mm
全高	2,350 mm
重量	約 9,000 kg
最大加熱面積	巾 長 3,400×3,500 mm
ヒーター型式	L・P・G 赤外線 バーナー式

図-2 Vögelé et Reformer



3-2 Regrip

現状はRegrip工法は通常赤外線ロードローダーとReshaperとチップ散布機との組合せにより施工される。

3-3 Repaver

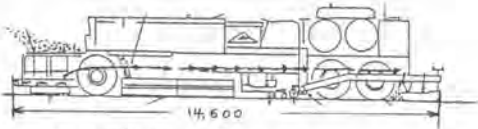


図-3 Cutler Repaver

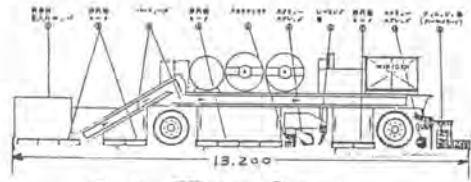


図-4 Wirtgen Repaver

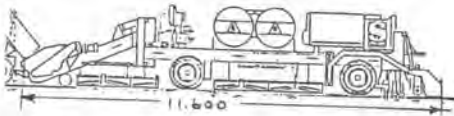


図-5 Strabag Repaver

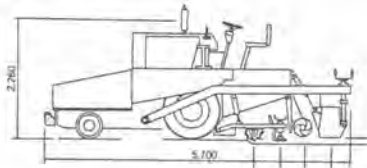


図-6 日本舗道 Repaver

3-4 Remixer

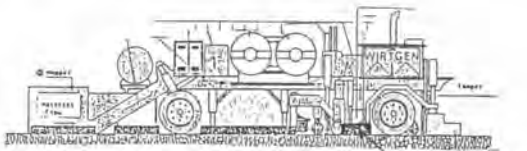


図-7 Wirtgen Remixer



図-8 Wirtgen Remixer Mixing Chamber

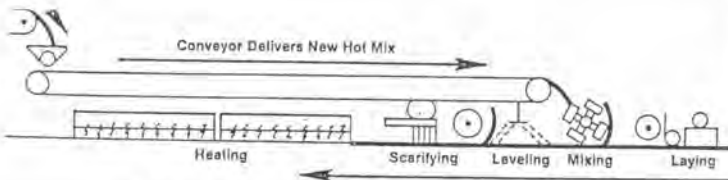


図-9 Cutler Remixer



図-10 Cutler Remixer 装置

4. Reshaper の特徴

Reshaperの特徴は従来の大型専用路上再生機(Repaver等)の新材補給装置を分離し、従来のアスファルトミキサーを使用し、小型化を図った所にあるわけだが、先づ一般的特徴を記し、次に当社のReshaperの特徴をあげてみる。

4-1 一般的 Reshaper の特徴

(1) 機械の購入価格(投資額)が安い

Reshaper 機とアスファルトスリッシャーの合計の購入額は専用大型機1台の値段より安価(20~40%)である。且つアスファルトスリッシャーは工事用に使用されるので、特別の投資と考えないでよい。

(2) 適用性が広い

従来の大型専用機では高速道路等には施工可能であるが、道路中の狭い市町村道では施工できない。これに対して Reshaper はアスファルトスリッシャー並であり、市町村道迄の施工が可能である。

(3) 輸送が安価で便利である

従来の大型専用機は重量も28~30tであり、Reshaper は重量9t(大林道路)~17.5t(Vögele)であり、輸送中も2.5mに過ぎず、輸送は安価で便利である。

(4) 合材の節約

従来のオーバーレイ工法に比べれば、表層約40%の整正を行い、不足分のみ新材を補給するので使用合材量は大巾に節約できる。

(5) 旧舗装と再生材又は新材との密着度並にプライムコートの不要

従来工法ではオーバーレイに先立って、舗装面の清掃、プライムコートが必要であったが、Reshaper 工法では、Reshaping 直後に締固めるか或は直後に新材を補給するので、旧舗装面の清掃、プライムコートは不要で、一体として結合され、密着度は非常にすぐれている。

(6) 廃材の問題がない

掘り起こしたり、切削したりして生ずる廃材処理の問題がない。

(7) 作業工程が少ない

廃材の除去、ダンプトラックへの積込、路盤の清掃及びスプレー作業等不要であり、その為の人員費、材料費、機械費等大巾に節約される。

(8) 交通の妨げが少ない

廃材搬出の必要がなく、又補給合材も40%以下であり、このためダンプトラックの出入り回数も少なく、又上記の作業工程が少いことよりして工期は短縮され、交通への妨げの程度も少なくて済み、又事故の危険も少い。交通遮断区間が狭くて済むのもこの工法の特徴である。

4-2 大林道路「リシェーパー」の特徴

(1) かきほぐしを充分にし、空けり率の回復をためている。

当社の Reshaper はスカリファイヤーにてかき起こし後、0~120%のロータリースカリファイヤーにて再度かきほぐしを充分に行なひ、再生合材の空けり率の回復を特に図っていることである。図-9はわたり堀水量と空けり率の関係を示す。

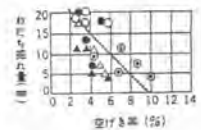


図-9 わたり堀水量と空けり率

(2) スカリファイヤーは6ブロック個々に上下し、同じスカリ圧力と刃先にあわせている。

スカリファイヤーは6ブロック個々に上下できる構造となっているが、これはわたり堀水量等の路面の凹凸に順応してスカリする為にも、又道路上の障害物と通過する為にも必要である。

(3) 敷きならし面の平坦性

較きならしはロータリースカリナイヤーに後続するブレード板にて行なわれるが、このブレード板にはアスファルトフィニッシャーのスクリーン装置に使用するレベルセンサ装置を取り付けている。それ故平坦性は非常に良く、そのほか締固め機械にて締固めると平坦性は何等問題はない。

(4) 新材を補給する時の新材との密着度

ラーゲル社の Reshaper はフィレングスクリーンを装着してある。当社はこれを外しレベリングブレードのみにしている。新材と後続のアスファルトフィニッシャーで舗設する場合、新材との密着度は、平滑な面に新材を補給するラーゲル方式より、当社のレベリングブレードのみの仕上げのほうが粗表面であり、新材と一体締固めを行ふことにより一層再生舗設面と新材の密着度は良いと考えている。

(5) 再生面と後続アスファルトフィニッシャーが締固める英の影響

当社の Reshaper が reshaping 後、後続アスファルトフィニッシャーが新材の補給較きならしを行ふ場合、アスファルトフィニッシャーの戻り回りは、reshaping 面を圧縮して僅かであるが走行跡を残し、その上に新材が他の踏みしめられていない面と同様の厚さに補給されるわけである。この影響を気にされる方もあると思ふが、reshaping 厚が約 40% 以下といふこともあり、影響は全然現はれていない。かえって田わたり堀れ附近に幾分余分の新材が補給されるのであり、その部分の締固め密度は幾分増す方向であり、舗装面からすると悪影響よりも良い方向に作用していていると思つてゐる。

(6) プロパンボンベ搭載装置

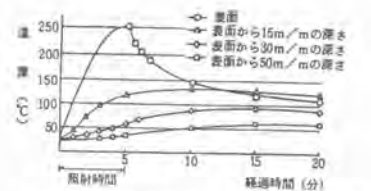
プロパンボンベを現地にトラップより本機に搭載する時の便宜を考慮、前方のヒーター部と折りたたみ、それをそっくり 90 度横方向に廻轉させ、トラップ荷台が、ボンベ搭載台枠に密着できる構造にしてゐる。

(7) 輸送が容易

輸送は 10 トラック (セルフローダー) にて容易に安価にできる。

5. 施工実績

当社は 55 年 6 月より 57 年 8 月迄建設者、道路公団、県、市、町等に 31 件、約 80,000 ㎡の施工を行つてきた。現在次々と受注してゐる。施工速度としては、大約 1.5 ~ 3.5 ㎡/分であり、又再生舗装内面の温度は、大略 図-12 に示す室内実験値と近似である。



四-12 経過時間と温度 (室内実験)

6. おまひ

我国の将来の道路維持補修を考へる時、路上再生処理工法は、これからますます発展する工法である。今後我国に通した経済的な能率の良い路上再生処理機が次々と出現してゆくであろう。

当社の Reshaper は今後細部につりては色々改造すべき点もあると思ふが、現状では、このような型式のものゝ代表的な一例ではないかと自負してゐる。

今後良き路上再生処理機械の開発を進め、道路補修工事にいさゝかでも貢献したものと願ふものである。

24. ブラウ式除雪機械におけるブラウ形状と雪氷の運動

長岡技術科学大学 伊藤 広・長谷川 光彦

*福士 卓郎

1. 緒言

筆者らが勤務する長岡技術科学大学の所在地、新潟県長岡市はわが国でも屈指の豪雪地帯である。冬季は道路上の積雪除去が生活の上で不可欠であり、最も重要な作業となっている。この作業に使用される除雪機械は作業性や安全性の向上が要求される一方、運転管理にあたって経済的であらねばならない。しかし、除雪機械に関する研究は少なく、断片的な



図1 ブラウ式除雪機械

実験研究がわずかに行われているにすぎない^{(1)~(3)}。そこで、筆者らは、ブラウ式除雪機械について、雪氷と機械運動体によって構成される力学系を考えて動的解析を行い、雪氷と機械運動体の動的相互作用を世界で初めて理論的に解明し、従来経験的慣習によって行われている除雪機械の性能改良を科学的に行うための基礎理論を確立した⁽⁴⁾。本研究では、除雪時の雪氷の運動について理論的に解明し、作業性や性能の良いブラウ形状を見い出すための基礎理論を確立しようとするものである。

2. 理論解析

解析を行うブラウ式除雪機械に装備された代表的ワンウェイブラウの外観図の例を図1に示す。

2.1 仮定：雪氷の運動の解析にあたりつぎの仮定を設ける。①雪氷を質点とする。②雪氷の運動は三次元の立体座標の中で考える。③雪氷の密度は厚さ方向に一定とする。④運動する雪氷間の相互作用は考慮しない。⑤ブラウの進行方向は一定とする。⑥実際にはブラウが前進して除雪を行うが、理論解析にあたっては、ブラウは静止していて、雪氷がブラウに進入するとして取扱う。

2.2 雪氷運動の分類：図2に示すように、雪氷は圧縮変形された後ブラウに流入し、ブラウにより蹴あげられ、平面および円筒面を移動し、最後に空中へ投雪される。投雪される方向は、ブラウに流入する位置により異なり、①円筒面からブラウ前方向、②円筒面から側方向、③平面から側方向の3種類がある。①により投雪された雪氷の一部は再びブラウに流入し、②あるいは③の方向に投雪される。しかし、解析が複雑となるので、この再除雪は考慮しない。^{(5)~(9)}

流入前の圧縮変形および流入直後の蹴あげの分類には吾田の理論を用いる。すなわち、圧縮変形距離 δ および蹴あげの種類により表1のように分類する。表中の式および記号を以下に示す。

$$\delta = (1 - \delta_1)(2 - \varepsilon_M) \varepsilon_M \quad \text{--- (1)} \quad \theta = \tan^{-1} \{ 1 / \cos \alpha \cdot \tan (\pi/2 - \eta) \} \quad \text{--- (7)}$$

$$\varepsilon_M = \delta_1 / (\delta_1 + 2 \cot^2 \alpha) \quad \text{--- (2)} \quad \eta = \tan^{-1} \{ -\tan \alpha \sqrt{1 - \delta / (1 - \delta_1)} \} \quad \text{--- (8)}$$

$$\gamma = (V/S)^2 - (3) \delta_1 = \delta \sin^2 \alpha \quad \text{--- (4)} \quad v_E = 2 \cos \alpha \cdot V / (2 \cos^2 \alpha + \delta \sin^2 \alpha) \quad \text{--- (9)}$$

$$\delta_0 = A + \sqrt{A^2 + 1} \quad \text{--- (5)} \quad v_D = \sqrt{(1 - \varepsilon_c^2 / \delta) \cdot V^2} \quad \text{--- (10)}$$

$$A = 1 + (\sin^2 \alpha) / 2 \quad \text{--- (6)} \quad v_E = \{ \{ \delta \cos \alpha + (r - D) \sqrt{(r - D)^2 - \delta \sin^2 \alpha} \} / \{ \delta \cos^2 \alpha + (r - D)^2 \} \} \cdot V \quad \text{--- (11)}$$

ここに、 ε_m は前縁最大歪、 α は切削角、 μ は開き角、 V は除雪速度、 v_f 、 v_b 、 v_s はそれぞれ蹴あげ後の雪氷速度、 S は塑性歪速度、 γ は実用速度変数、 γ_0 は理論速度変数、 ε_c は粉砕歪、 θ は雪氷流入角、 κ はアウラまえ圧縮の流線の方程式の接線とアウラ前縁となす角である。

2.3 運動方程式：蹴あげ後の雪氷の運動方程式をマトリックス表示する。

$$\diamond \text{アウラ平面} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_f \\ \dot{y}_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{13} \\ A_{23} \end{bmatrix} \quad \text{---(12) ただし、} \left. \begin{aligned} A_{13} &= -\mu \cdot g \cos \alpha \sqrt{\dot{x}_f^2 / (\dot{x}_f^2 + \dot{y}_f^2)} \\ A_{23} &= -\mu \cdot g \cos \alpha \sqrt{\dot{y}_f^2 / (\dot{x}_f^2 + \dot{y}_f^2)} \end{aligned} \right\} \quad \text{---(13)}$$

$$\diamond \text{アウラ円筒面} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \dot{x}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{13} \\ A_{23} \end{bmatrix} \quad \text{---(14) ただし、} \left. \begin{aligned} A_{13} &= g(\sin \theta \cos \lambda \sin \alpha - \cos \theta \cos \alpha) / 2\rho - \mu(\rho \dot{\theta}^2 + g \cos(\alpha + \theta) \cos \lambda) \dot{\theta} / 2\rho \sqrt{\rho^2 \dot{\theta}^2 + \dot{x}_c^2} \\ A_{23} &= -g \sin \lambda \sin \alpha / 2 - \mu(\rho \dot{\theta}^2 + g \cos(\alpha + \theta) \cos \lambda) \dot{x}_c / \sqrt{\rho^2 \dot{\theta}^2 + \dot{x}_c^2} \\ \rho &= (a_0 b \gamma_c / 3.545 \cos \lambda + a_2 b) / (1 - \cos \theta \tan \lambda) \end{aligned} \right\}$$

$$\diamond \text{アウラ面外} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_f \\ \dot{y}_f \\ \dot{z}_f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{14} \\ A_{24} \\ A_{34} \end{bmatrix} \quad \text{---(15) ただし、} \left. \begin{aligned} A_{14} &= -D \dot{x}_f, A_{24} = -D \dot{y}_f - g \sin \alpha, A_{34} = -D \dot{z}_f - g \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad \text{---(17)}$$

ここに、 μ は雪氷とアウラ間の摩擦係数、 D は空気抵抗である。

2.4 除雪抵抗：除雪抵抗は前報と同様に①アウラ前の圧縮抵抗、②蹴あげ抵抗、③投雪抵抗の3種類を考慮する。ただし、蹴あげ抵抗は不明な点が多いので、前報と同様に切削抵抗とする。

◇ 圧縮抵抗 $R_s = A \cdot \delta_s$ --- (18)

◇ 切削抵抗 $R_{cx} = A \cdot T \cdot \sin \alpha, R_{cz} = A \cdot T \cdot \cos \alpha$ --- (19)

◇ 投雪抵抗

$$\text{アウラ平面} \quad \left\{ \begin{aligned} R_Y &= F_{fx} \sin \kappa + F_{fy} \cos \alpha \cos \kappa \\ F_{fx} &= \mu m_s g \cos \alpha \sqrt{\dot{x}_f^2 / (\dot{x}_f^2 + \dot{y}_f^2)} \\ F_{fy} &= m_s g \sin \alpha - \mu \cos \alpha \sqrt{\dot{y}_f^2 / (\dot{x}_f^2 + \dot{y}_f^2)} \end{aligned} \right\} \quad \text{---(20)}$$

$$\text{アウラ円筒面} \quad \left\{ \begin{aligned} R_Y &= -(F_{fb} \sin \lambda - F_{fc} \cos \lambda) - (F_{fx} \sin \lambda + F_{fb} \cos \lambda) \sin \kappa \cos(\theta + \alpha) + m_s \rho \dot{\theta}^2 \sin \kappa \sin(\theta + \alpha) \\ F_{fb} &= \mu m_s (\rho \dot{\theta}^2 + g \cos(\alpha + \theta) \cos \lambda) \dot{\theta} \dot{\theta} / \sqrt{\rho^2 \dot{\theta}^2 + \dot{x}_c^2}, F_{fc} = \mu m_s (\rho \dot{\theta}^2 + g \cos(\alpha + \theta) \cos \lambda) \dot{x}_c / \sqrt{\rho^2 \dot{\theta}^2 + \dot{x}_c^2} \end{aligned} \right\} \quad \text{---(21)}$$

ここに、 A は除雪断面積、 m_s は雪氷の質量、 g は重力の加速度、 δ_s は木下硬度計により実測される垂直方向応力、 T は抗せん力である。

表1 雪氷の圧縮および蹴あげの種類

分類	条件	適用式
A	圧縮歪形距離有り	$\delta > 0$ 式(7)、(8)
B	圧縮歪形距離無し	$\delta \leq 0$ $\theta = \tan^{-1}(\cos \alpha \tan \kappa)$
C	飛散形低速蹴あげ	$\beta < 1, \delta < \beta$ 式(9)
D	飛散形高速蹴あげ	$\beta > 1, \delta < \beta$ 式(10)
E	飛散形低速蹴あげ	$\beta > 1, \delta > \beta$ 式(11)

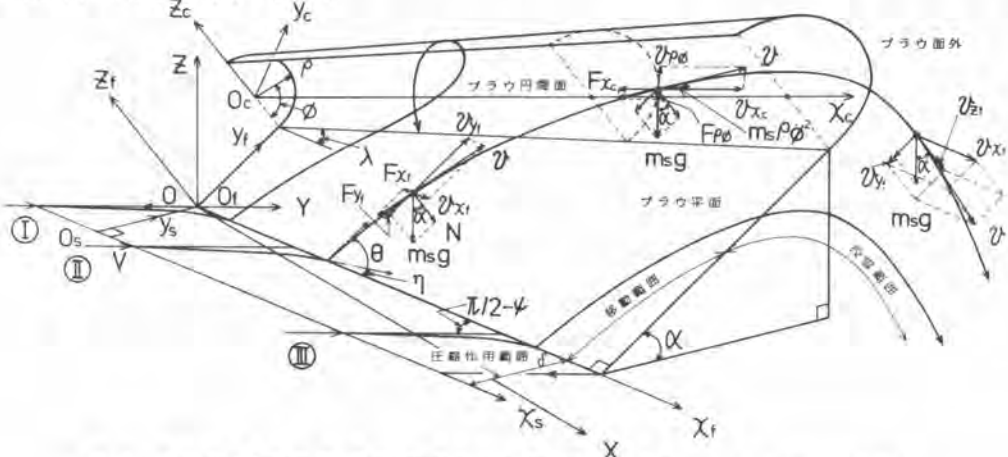


図2 雪氷の運動の種類、速度、作用力およびブラウの座標などについての説明図

3. 理論解析結果

および実験結果
式(12), (14), (16)を解
くにあたっては、はき
出し法とルンゲ・フッ
タ・ギル法を用いる。

理論の妥当性を確認

するためにフロン板ダンプトラックにワンウェイプラウを装
着した実験を行なった。プラウの諸元を表2に示す。

3. 1 最大投雪距離と最高投雪高さ：図3に比較結果を示
す。理論値は塑性波速度が7.0%のときである。4つの実験
点に対する雪米物性値を表3に示す。理論値は実験値にほぼ
一致している。

3. 2 除雪抵抗：表3に比較結果を示す。No.1の新雪の場
合は理論値は実験値にほぼ一致している。No.4のざらめ雪の
場合は理論値が大きい。No.2, No.3のざらめ雪の上に新雪が
積った場合は理論値が小さめである。これらの理論値と実験
値の差は式(18)圧縮抵抗および式(20)切削抵抗の解析が不十
分のためと思われる。

3. 3 塑性波速度の影響：図4に塑性波速度を4種類取
って計算した結果を示す。除雪速度が35km/h以下の中速域にお
いて、塑性波速度が大きくなるに従って最大投雪距離は大き
くなる。35km/h以上の高速域では差は少なくなる。

3. 4 全除雪抵抗の内訳
：図5はNo.1の実験条件に
おいて、理論値の除雪抵抗
の内訳である。除雪速度が
20km/h以上になると、除雪
抵抗の大半は投雪抵抗とな
る。また、40km/h以上の高
速になると、投雪抵抗が除
雪速度とともに急激に増加
する。

3. 5 プラウ形状の影響
：図6に切削角 α を変えた
ときの最大投雪距離の理論

表2 プラウ諸元

全幅	2.9	m
底面除雪幅	2.85	m
プラウ斜線幅	3.26	m
先端高さ	0.72	m
後端高さ	1.43	m
切削角	58.4	deg
進行角	54.4	deg
投雪角	-45.8	deg
最大田厚	0.32	m
最小田厚	0.26	m
質量	1800	kg

表3 除雪抵抗の比較

実験番号	雪米物性値			除雪高 h m	除雪抵抗	
	硬度 δ_s kg/m ²	抗せん力 kg/m ²	密度 δ_s kg/m ³		実験値 kgf	理論値 kgf
NO.1	120	280	200	0.205	444	424
NO.2	215	196	87	0.315	793	468
NO.3	120	127	140	0.295	649	508
NO.4	1525	360	430	0.109	498	913

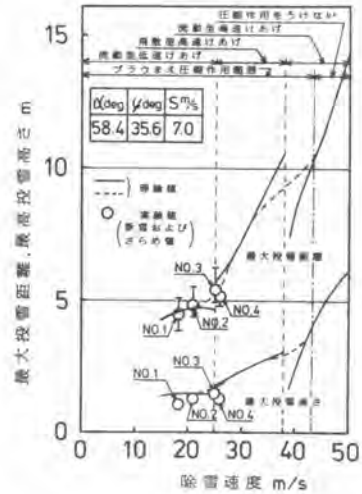


図3 除雪速度と最大投雪距離および最高投雪高さの関係についての理論値と実験値の比較

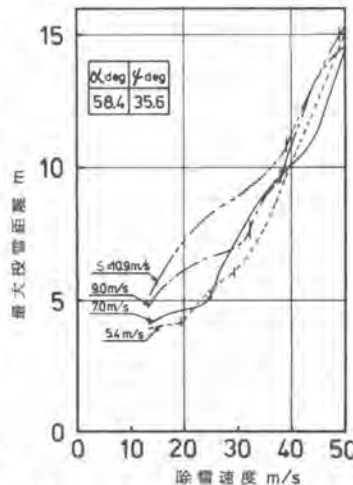


図4 塑性波速度の違いによる除雪速度と最大投雪距離の関係

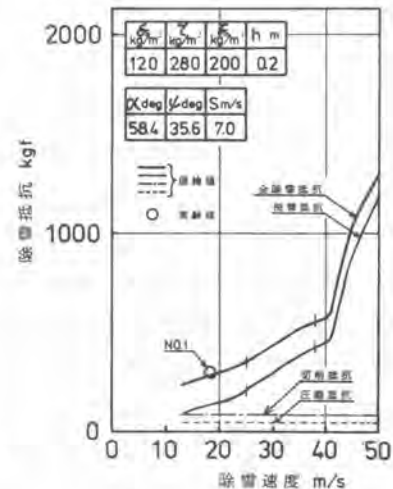


図5 全除雪抵抗とその内訳

値を示す。図7に開き角 ψ を変えたときの最大投雪距離の理論値を示す。切削角および開き角が小さくなるに従い最大投雪距離が大きくなる。しかし、実際に用いたアウラの $\alpha=58.4$ 度、 $\psi=35.6$ 度よりさらに小さい値としても、それ程大きくはならない。図8に切削角 α を変えたときの投雪抵抗の理論値を示す。図9に開き角 ψ を変えたときの投雪抵抗の理論値を示す。 α および ψ が小さくなるに従い、投雪抵抗が大きくなる。 $\alpha=58.4$ 度、 $\psi=35.6$ 度より角度が小さくなくても、投雪抵抗はかなり増加する。

4. 結言

- (1) アウラ除雪における雪米の運動の理論式を導いた。
- (2) 理論解析結果と実験結果はほぼ一致し、本理論の妥当性を確認した。
- (3) アウラの除雪性能には雪米の物性値のうち、塑性波速度が大きく影響する。

(4) アウラ形状の切削角 α および開き角 ψ が小さくなるに従い、最大投雪距離が大きくなる。しかし、投雪抵抗の兼ね合いを考えると、最適な値が存在する。

(5) アウラ形状の切削角 α および開き角 ψ が小さくなるに従い、投雪抵抗は大きくなる。

参考文献 (1)北海道開発局 高速域における除雪トラックの信頼性試験 (昭50.9)

(2)北海道開発局 信頼性試験に関する調査試験報告書 (昭53.3)

(3)北海道開発局 新雪路整正同時施工に関する調査試験 (昭51.3)

(4)伊藤, 長谷川, 野崎 機構論 No.870-14 (昭56.10) (5)吉田 アウラ除雪の理論I 低温科学 物理篇32 (昭49)

19-53 (6)吉田 アウラ除雪の理論II 低温科学 物理篇32 (昭49) 55-70 (7)吉田 アウラ除雪

の理論III 低温科学 物理篇33 (昭50) 34-55 (8)吉田 アウラ除雪の理論IV 低温科学 物理

篇33 (昭50) 57-73 (9)吉田 アウラ除雪の理論V 低温科学 物理篇33 (昭50) 75-91

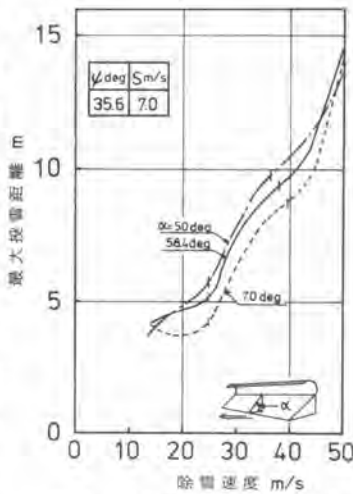


図6 切削角 α の違いによる除雪速度と最大投雪距離の関係

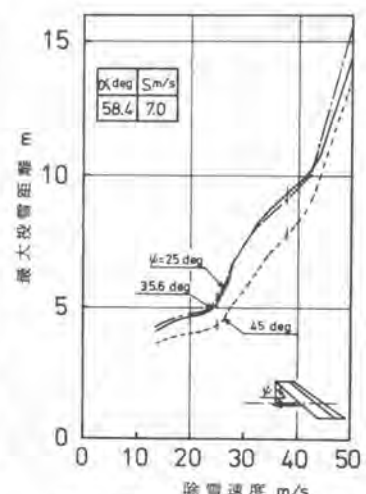


図7 開き角 ψ の違いによる除雪速度と最大投雪距離の関係

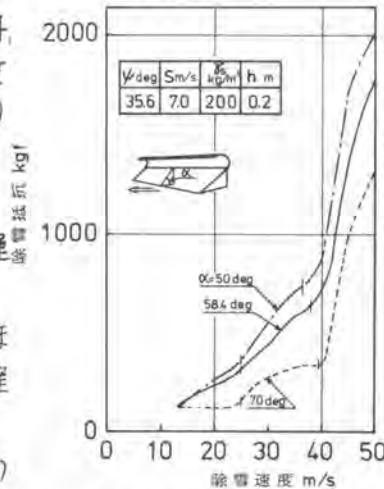


図8 切削角 α の違いによる除雪速度と投雪抵抗の関係

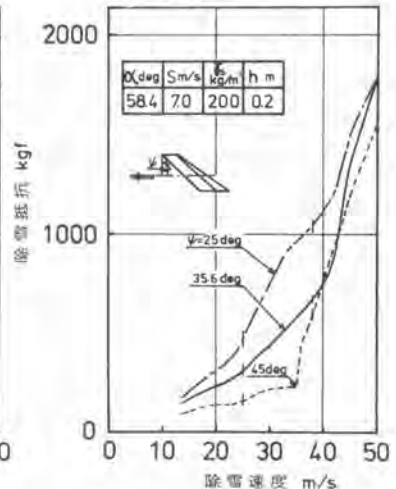


図9 開き角 ψ の違いによる除雪速度と投雪抵抗の関係

25. トンネルの二次覆工コンクリート打設工法

建設ファスナー(株) 田知本 典

1. まえがき

トンネルの二次覆工コンクリートはトンネルの機能を維持する重要な人工的構造物であり、丈夫で長持ちする。つまり、維持費がかからぬトンネルをつくるためには、水密性の高い二次覆工コンクリートを一次覆工面と密着して打設することが要求される。

ここで紹介する“ピストン工法”は、上記要求を容易に、確実に満足させる新しい二次覆工コンクリート打設方法である。

2. ピストン工法のあらまし

ピストン工法は、覆工型枠天端部に設けたピストン式可動型枠を動かしてアーチ天井部のコンクリートをゆさぶりながらコンクリートを打設するものである。

その結果、アーチ天井部のコンクリートは支保工周辺部へ充分に填充される。その際、ピストン型枠の下降速度をコンクリートポンプからの送入力に見合った速度（あらかじめ絞り弁で調整）にすると、コンクリートポンプはピストン型枠が下降してできるコンクリート溜めの中にコンクリートを打設することになり、つまりアーチ天井部のコンクリート量をふやさないのので、コンクリートポンプは送込圧力を必要としないこ

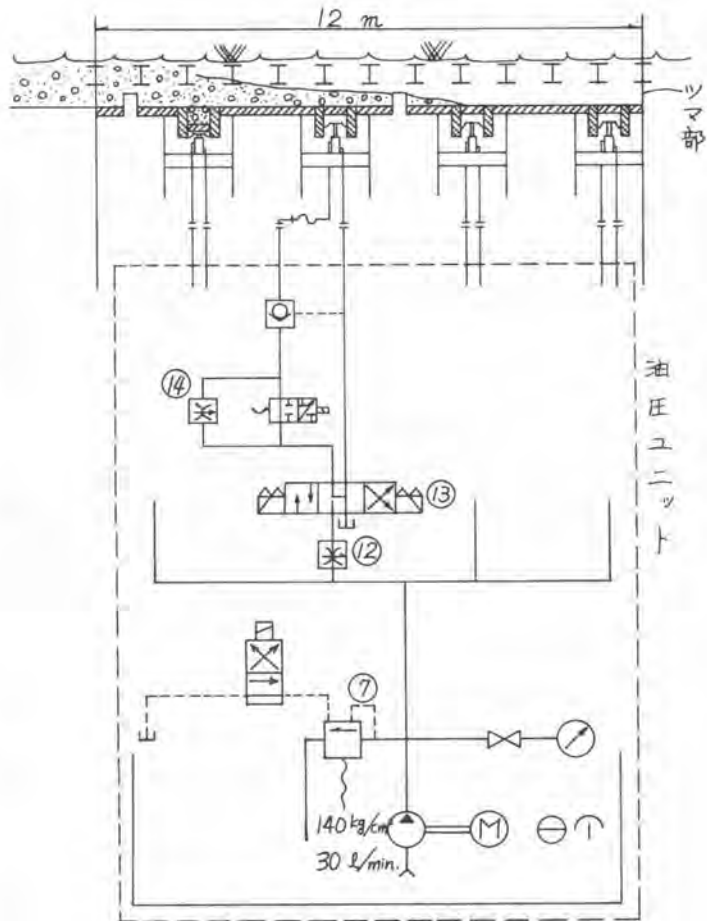


図-1 ピストン型枠の配置と油圧回路図

とになる。また、ピストン型枠の上昇速度を上記下降速度の5倍（あらかじめ主絞り弁で調整）にすると、ピストン型枠の上昇によってコンクリートポンプ送込量の5倍量が型枠上に強制的に吐出され、コンクリートポンプはその強制的流れの中にコンクリートを打設するので、上記下降の場合と同様、送込圧力を必要としないことになる。

従って、上記要領でピストン型枠を上下動させながらコンクリートを打設すれば、コンクリートポンプは、型枠に有害な送込圧力を発生させないで打設を続けることができる。

コンクリートがアーチ天井部のすみずみにまで填充される最終段階になると、ツマ根のわずかな隙間からコンクリートの立上り状況が目視できるので、打設終了時期が容易に確認できる。

3. ピストン装置の説明

図-1はピストン型枠の配置と油圧回路図である。ピストン型枠の上下動は切換弁③によって行なう。ピストン型枠が下降してできるシリンダー内容積とコンクリートポンプの吐出量が見合うよう絞り弁④によって下降速度を、上昇速度が下降速度の5倍になるよう絞り弁②によって上昇速度を調整する。ピストン工法施工中における油圧の調整、つまり、ピストン型枠速度の調整はレリーフバルブ⑦で行なう。

4. 実験結果

実験箇所は北陸自動車道小河トンネル上り線である。仕上がり内径5100R、地質区分Ⅳ、支保工タイプD、支保工はH-200、ピッチ75cm、巻厚は70cm。実験施工の中で代表的な例を紹介する。

4-1 図-2及び図-3の例1参照

①吐出口A周辺にたまっていたコンクリートは、次々と吐出されるコンクリートに押流され、先ずコンクリートのたまっていない型枠面に沿って流れ出す。ある程度型枠面を埋めると再び吐出口周辺にたまり出し、上述の流れを繰り返す。天井部コンクリート全体としては吐出口からツマ側へ押流されるが、コンクリートの上面は決して平坦ではなく、型枠面の形状に相似するも凸凹状態である。（図-2の①参照）

②コンクリートを吐出しながらP₁を低速で下降し高速で上昇させた。自然流下状態だったコンクリートはバランスをくずし、恰も洪水のようになって、レベルの低い肩部に流れ、コンクリート上面は平坦化した。

③上記の要領でP₁、P₂のピストン運転を続ける、コンクリートはP₁、P₂の上方に盛上がった。

④検測ピンAがコンクリートに埋まり、支保工も見えなくなったので、コンクリート吐出口をBに移した。

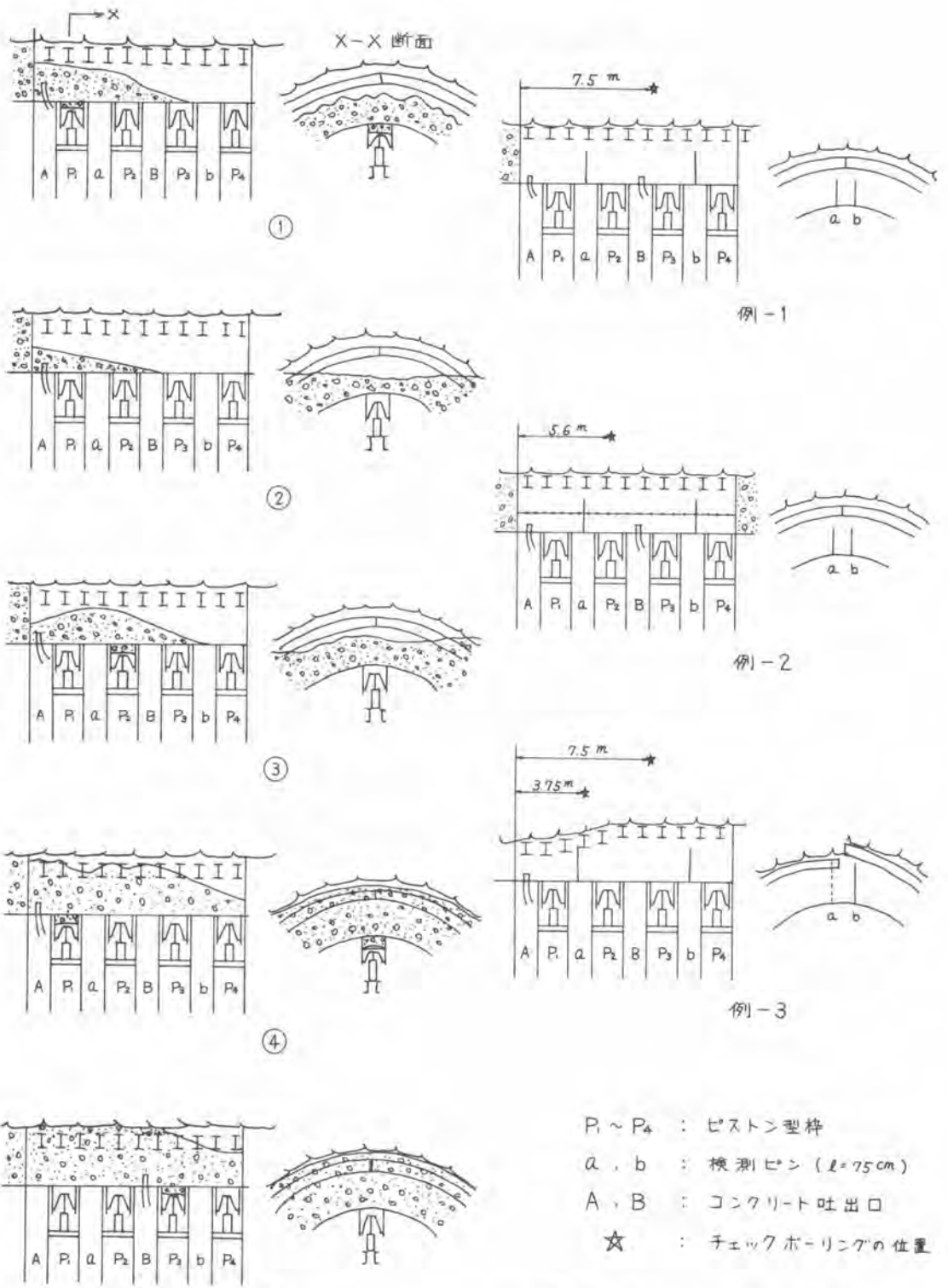


図-2 ピストン工法による填充状況

図-3 実験施工区間の巻厚状況

⑤図-2の④の状態をP₃を運転すると再び洪水現象が生じ、コンクリート全体が平坦化し、検測ピシムが見え出した。そこでP₃周辺を支保工がかけられるまでコンクリートを盛上げた後、再びP₂を運転した。P₂の運転でツマ上部からコンクリートが漏出したので打設を終了。ピストン運転圧力は終始50kg/cm²だった。チェックボーリング；巻厚108cm、コンクリート106cm。

4-2. 鉄筋コンクリート区間(図-3, 例2参照)

この区間は両側が既に在来工法で打設済みの箇所、つまり、ツマ部分がなく、盲打ちを行なった。P₁~P₄を交互に50kg/cm²で運転、上昇速度がダウンし始めたので十分に填充されたと判断し打設を終了。チェックボーリング；巻厚110cm、コンクリート110cm。

4-3. 支保工沈下区間(図-3, 例3参照)

支保工が沈下し検測ピシムが入らなかった。P₁、P₂は70kg/cm²で運転、コンクリートがツマ部まで流れてきたので、P₂を2回運転して終了。P₃は使用せず。チェックボーリング；3.75m地点、矢板まで74cm、コンクリート74cm、チェックボーリング7.5m地点、支保工下端まで75cm、コンクリート75cm。

5. 考察

- 1)ピストン工法を用いて二次覆工コンクリートを打設すると、アーチ天井部の背面に空隙を残さぬよう打設し、かつ、コンクリートの填充経過及び填充の終了が容易に確認できることがわかった。
- 2)コンクリートポンプは、ピストン型枠の上下動によって強制的にやり動かされたコンクリートの流れの中に打設するので、型枠に有害な動圧を発生させないことが立証された。
- 3)本実験に用いられたコンクリートスランプは約18cm前後の軟らかいものであったので、天井部コンクリート全体が平坦化し、全体的嵩上げ填充の状況を呈した。NATM現場においてW/C55%、スランプ10~12cm程度のコンクリートを打設した場合は、コンクリートが流れにくいので、コンクリート前面が急崖状をなして打設口周辺からツマ側に向けて、ゆっくりと移動して行くのが目視された。

6. おわりに

漏水や変状の少ないメンテナンスフリーのトンネルをつくるためには、二次覆工コンクリートの施工の仕方が大きなウェイトを占めるといわれてきた。水密性の高い二次覆工コンクリートを一次覆工面に密着して打設することを容易で確実にしたピストン工法が、在来工法、NATMのいずれの施工においてもメンテナンスフリーのトンネルをつくることに役立てば幸いである。

7. 参考文献：阿久津、衣笠、覆工コンクリート打設の新らしい試み「トンネルと地F」1979-5

26. 泥漿シールドとその施工例

日立造船(株) 吉川 忠 男

1. まえがき

泥漿シールドは、滞水砂礫層の掘削において、従来の泥水加圧シールド、土圧系シールドでは、施工困難な土質条件や施工条件にまで適用性を拡大し、掘削土砂に適合する泥漿を注入混合し、掘削土砂を塑性化土に改良して、塑性受圧力、泥漿加圧力で切羽の安定をはかり、地下水を保持しながら排土する形式のシールドである。

2. 泥漿シールドの位置づけ

泥水加圧シールドは、軟弱地盤から崩壊性の滞水砂礫層まで、広範囲の土質条件に適応実績を有し補助工法の併用が少ないシールドとして認識されているが、切羽安定に必要な泥水加圧力（液性加圧力）が発生しない透水性の土質や、土被りの小さい施工環境条件では、かならずしも満足すべき結果をえていないことが多い。表-1に示すように、切羽の安定に必要な泥水加圧力 ΔP が発生するためには、施工実績の分析により、土質条件として粘土・シルトの含有率が10%以上必要であり、透水係数が $k < 10^{-2} \text{ cm/s}$ であることが必要と考えられる。

圧力保持シールド（一般的には、土圧系シールドという）は、切羽のゆるみ土圧をカッター圧力室に充滿した掘削土砂の密度圧と塑性受

表-1 泥水加圧と圧力保持（土圧系）シールドの比較

項目	泥水加圧シールド	圧力保持シールド
自明な説明図		
切羽安定	粘性土 $\phi = 0$ $\gamma'_s(A_0 + a) - 2C_u - \gamma'_s - a + \Delta P$ 砂質土 $C_u = 0$ $K_0 \cdot \gamma'_s(A_0 + a) = \gamma'_s \cdot a + \Delta P$ K_0 土質土圧係数 γ'_s 土砂の水中密度 γ'_s 圧力室内土砂の水中密度 a 泥水の水平距離 ΔP 泥水の加圧力（地下水圧より過剰圧）	粘性土 $\phi = 0$ $\gamma'_s(A_0 + a) - 2C_u - \gamma'_s = \gamma'_s(A + 2C_u) + R$ 砂質土 $C_u = 0$ $K_0 \cdot \gamma'_s(A_0 + a) = \gamma'_s(A + R)$ A 地山のゆるみ高さ A 圧力室内の位置高さ a 泥水の水平距離 R 地山土砂の粘着力 C_u 地山土砂の粘着力 R 保持体の塑性受圧力
切羽安定の必要条件	泥水加圧力 ΔP が発生すること	掘削土砂が塑性流動化していること
適用工法		
適用土質	泥水加圧シールドに適用する土質条件 (1) 細粒分（粒径0.075mm以下）の含有率が乾燥加積曲線で10%以上 (2) 礫分（粒径2mm以上）の含有率が乾燥加積曲線で60%以下 (3) 自然含水率が18%以上 (4) 最大礫200~300mmを混在しない (5) 透水係数 $k < 10^{-2} \text{ cm/s}$	圧力保持（土圧系）シールドに適用する土質条件 (1) 細粒分（粒径0.075mm以下）の含有率が乾燥加積曲線で7%以上 (2) 礫分（粒径2mm以上）の含有率が乾燥加積曲線で70%以下 (3) 粘性土（粘土・シルト）の含有率が40%以上では k 値が0.15以下 (4) 自然含水率が砂質土では18%以上、粘性土では20%以上 (5) 透水係数 $k < 5 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$

泥漿シールドは、上記の二機種でカバーできない土質領域への適応性を拡大するために開発されたシールドで、

切羽安定機能として、泥水加压シールドの液性加压 ΔP と圧力保持シールドの塑性受圧力 B の両者を同時に作用させる複合機能を有するシールドである。粗大礫を混在する砂礫層には、泥漿を注入混練して塑性化土に改良し、掘削断面内で土質変化する場合、掘削土砂を迅速に塑性化する必要のある場合およびシールド径が大きい場合には、混練効果の大きい機械形式とし、掘削土砂を塑性化状態で排出できるようにしたことを基本とするシールドである。

3. 泥漿シールドに必要な機能

泥漿シールドは掘削土砂を改良し、塑性流動化をはかることを基本としているので、機械構造に必要な機能は、(i) 泥漿の注入（土質改良作用）、(ii) 混練作用（塑性化促進作用）、(iii) 止水作用（地下水保持作用）、(iv) 円滑な排土作用（安定掘削作用）などが考えられる。

3.1 泥漿の注入

掘削土砂が塑性流動化するためには、掘削土砂に粘土・シルトが7～15%含有していることが必要となる。図-1に泥漿シールドの適応土質を示し、①曲線より右側と、②曲線より左側の土質について注意する必要がある。①曲線より右側の土質粒度分布には、泥漿を注入混練して、少なくとも①曲線より左側の粒度分布に改良する必要がある。②領域では特殊粘土ペーストの泥漿の注入が、③領域では単なる特殊粘土ペーストだけでなく、細粒材を混合した特殊粘土モルタル泥漿を注入することが必要である。④領域では軟弱な粘性土であることが必要である。

図-2は、泥漿の密度と粘土・シルトの添加率（縦軸）および掘削土砂当りの泥漿注入量（横軸）の関係を参考として示す。

3.2 混練作用

泥漿シールドにおける掘削土砂の混練作用は、最も重要な要素となる。掘削土砂への泥漿の効果的な混練掘削土砂自体の混練を効果的に行なうために、カッター圧力室内の滞留土砂を広い範囲で混練し、排土装置に搬送する作用のある構造を採用することが必要である。カッターのかき上げ板による滞留土砂の移動と混練スクリュの組合せ作用が有効である。混練スクリュについては、図-4,6の構造が採用されている。

3.3 止水作用

掘削土砂と泥漿を混練して塑性流動化をはかると、生コンクリートのような塑性を示し、透水係数 $k=2 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 程度に改良されるものと考えられる。従って、塑性化した掘削土砂を静止空間（サンドプラグ形成ゾーン）に充填させると、生コンクリートの配管搬送のように、水と骨材が分離することなく充填状態で移動し、地下水圧や土圧に耐える抵抗が発生する。この抵抗の加減のために、ゲートの開度調整やサンドプラグ形成ゾーンの長さ調整を行なう。

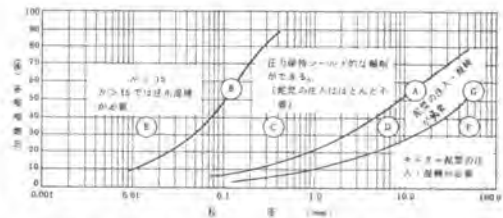


図-1 泥漿シールドの適応土質

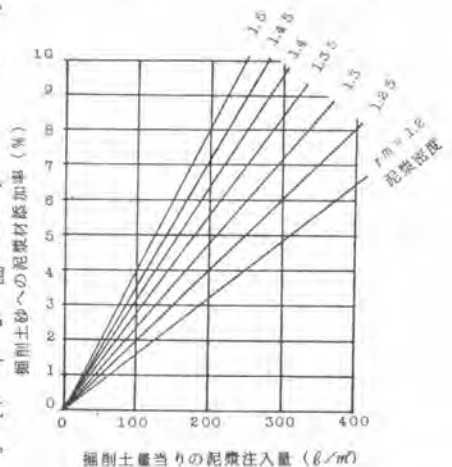


図-2 泥漿注入量（参考値）

3.4 円滑な排土作用

巨大礫など、地山に混在する固形物を円滑に排出することが、シールドの掘進停止が少なく安定掘削につながる要素と考えられる。リボンスクリュー式は、シールド外径の $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}$ の固形物まで連続的に排出できるので、安定した掘削で予定通りにトンネル施工が行なわれた。

4. 泥漿シールドの機械構造

4.1 ダブルスクリュ式泥漿シールド

図-4に示すように、カッター圧力室に独立駆動の混練スクリュを設け、カッターの回転の有無にかかわらず任意に回転させ、カッター圧力室に取込んだ掘削土砂を合理的に塑性化させる。搬送スクリュは混練スクリュと同心的に設備し、混練スクリュの搬送効果を利用して塑性化土を搬送スクリュに移送する。搬送だけを必要とする時は、混練スクリュと搬送スクリュは一体として回転させるとよい。ダブルスクリュ式は、粗大礫の混在が少ない複雑な土質条件、施工環境に最適である。

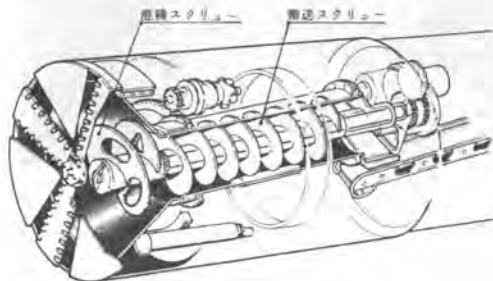


図-4 ダブルスクリュ式泥漿シールド

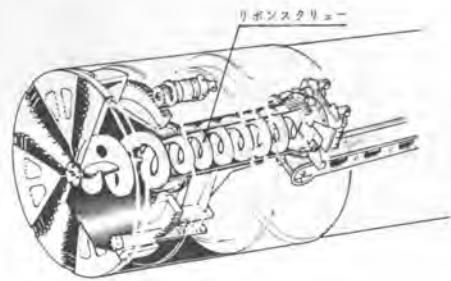


図-5 リボンスクリュー式泥漿シールド

4.2 リボンスクリュー式泥漿シールド

図-5に示すように、中心軸のないリボンスクリューを排土装置に採用し、巨礫の連続排出を可能にしたシールドである。リボンスクリューは、スクリュ外径の $\frac{2}{3}$ 程度の大きさの礫が排出でき、シールド外径の $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{6}$ 程度の巨礫が連続的に排出できる。リボンスクリューの回転は、リボンスクリューの外周に固定した外環により行なうため、排出土砂はスクリュの軸線に沿って排出されるので、ベルトコンベヤへの移送が円滑に行なえ、かつベルトコンベヤをスクリュ排土口に接近して配置できるので、セグメント組立てスペース上有利で、特に小口径で巨大礫が排出できるシールドとしてその特徴がある。

4.3 ダブルリボンスクリュー式泥漿シールド

図-6に示すように、大口径の泥漿シールドの場合、カッター圧力室の容積が大きく、圧力室に滞留する土砂の混練作用が重要となるので、排土スクリュの外側に独立回転のできる混練スクリュを設けたものである。

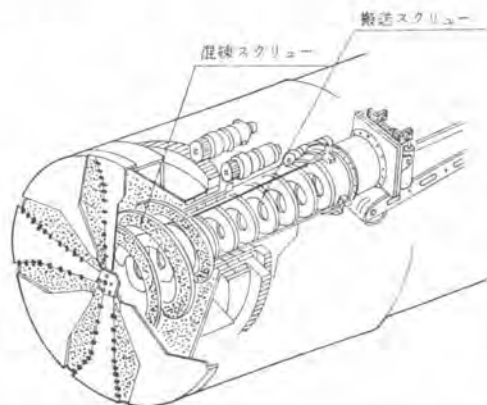


図-6 ダブルリボンスクリュー式泥漿シールド

5. 泥漿シールドの施工例

リボンスクリュ式泥漿シールドは、4台の施工実績があり、透水係数 $k=10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$ 程度の砂礫層の掘削において、掘削土砂に泥漿を注入混練し、塑性化土に改良して、止水しながら巨礫を連続的に排出した。地山の粘土・シルト含有率4%が、排出土砂では粘土・シルトの含有率が約10%になっていた。写真-1は巨大礫排出の状態を示す。一方軟弱粘性土地盤の掘削においては、泥漿を必要とせず、写真-2に示すように順調に掘削排土している。リボンスクリュ式は粘性土の付着も少なく軟弱粘性土から巨礫を混在する崩壊性地山までの広範囲の土質に対応できることが実証された。



写真-1 巨大礫の排出状況



写真-2 粘性土の排出状況

ダブルスクリュ式泥漿シールドは、3台の施工実績を有し、小土被りの粘性土を混練することにより均一な土砂に改良し、地盤の変状も少なく順調な掘削を行なっている。また土質変化のはげしい工区の密閉機械掘りシールドとして適応性を発揮し、写真-3は混練スクリュの混練作用と送り作用により、洪積粘性土を順調に掘削排土している状態を示す。

施工例のように、泥漿シールドは、従来の泥水加圧シールド及び圧力保持シールドでは、掘削困難な地山まで対応性があり、必要に応じて泥漿の注入混練を行なうことにより、広い範囲の土質に適用できるシールドであることが実証された。

表-2は、リボンスクリュ式泥漿シールドで連続排出可能な巨大礫と、セグメントおよびヒューム管の寸法との関係(標準値)を示す。

6. あとがき

泥漿シールドは、実用化されて1年あまりであるが、補助工法が少なく、地盤の変化も少なく、安定掘削ができることから工期的にも有利であるとの評価をえている。今後さらに改良開発を行ない、小口径から大口径のシールドへと適用拡大をはかって行きたいと考えている。関係各位のご指導・ご助言をお願いします。



図-3 洪積粘性土の排出状況

表-2 連続排出可能な礫径の例

	仕上り内径 (mm)	シールド径 (Dmm)	リボンスクリュー (軸なし)φdmm
ヒューム管	1,000	1,220	200
	1,200	1,450	250
	1,350	1,650	300
	1,650	1,970	350
セグメント	1,400	2,130	350
	1,500	2,280	400
	1,650	2,480	450
	1,800	2,680	500

シールド径Dと礫径dの比 $\frac{D}{d} = \frac{1}{6} \sim \frac{1}{5.3}$

27. 礫破碎式泥水推進工法の開発

(株)奥村組 *伊藤俊彦・畑山栄一
園部富士雄

1. まえがき

地方都市における下水道管理設工事は小口径管が多くなり、その施工法にも推進工法が多く採用されるようになった。半面、地盤や環境などで施工困難な条件に遭遇することも多くなっている。泥水推進工法は安全で能率のよい工法として注目され、施工困難とされている地下水の多い砂礫地盤などに採用されている。しかし、小口径管工事では狭い坑内に礫処理装置を設置することが難しく、礫対策が課題となっている。報文は、玉石混り礫地盤に内径1,000mmのヒューム管を布設できる礫破碎式泥水推進工法（以下ORMS/A工法という）とそれに用いる礫クラッシャー付泥水シールド機（以下ORMS/A機、写真-1参照）の開発に関するものである。



写真-1 ORMS機

2. 礫処理方法の現状と問題点

礫および玉石の処理に関しては、図-1に示すように種々の方法が考案、開発されている。このほか、カッターヘッドに礫破碎ビットやディスクカッターを設けたものもある。これらの装置はバッチ式の礫除去から連続除去や連続破碎と変わり、また、設置場所も坑内からシールド機へと近づき、最近ではシールド機内に組込まれる傾向にある。

礫処理はシールド機径が大きいほど容易である。小口径となると、破碎あるいは除去装置を坑内、またはシールド機内に設置するには寸法的に制約される。このため、装置の小型化、ユニット化が必要とされている。

3. ORMS/A工法の開発

3.1 施工法の概要

ORMS/A工法は礫破碎ビットを設けたカッターヘッドと機内に礫クラッシャーを内蔵した泥水シールド機で掘削し、地上の泥水タンクから送泥管により泥水を切羽へ送り切羽地盤の安定を計る。掘削土砂は泥水流によってクラッシャーへ送込み、大きな礫はクラッシャーで細かく砕き、排泥管を通じて泥水とともに地上の泥水処理プラントへ搬送し、土砂分離をして搬出する。ヒューム管の布設はシールド機掘進に合わせて、シールド機後方に接続したヒューム管を立坑に設けた管圧入装置で順次押し進める。



シールド機内における処理

図-1 礫処理方法

測量は立坑内に設置した、レーザートランシットの基準レーザー光をシールド機後部の二つのターゲットで受光し、位置を検出する。この値を集中管理室へ電送して、シールド機の姿勢制御を行う。

シールド機、泥水環流装置、管圧入装置などの運転操作および測量、シールド機の姿勢制御はすべて地上の集中管理室において遠隔操作で行われる。

ORMS/A工法の施工概要を図-2に示す。

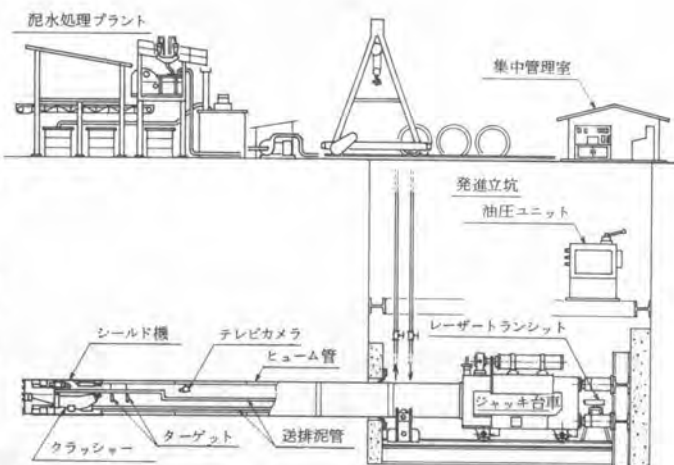


図-2 ORMS/A工法

3.2 礫クラッシャーの開発

クラッシャーは多くの種類があり、用途に応じた形式を選定しなければならない。開発にあたっては次のような形式選定と設計の条件で行った。

- I. 泥水中で破碎し、破碎時においても掘削土砂の通過が可能であること
- II. 内径1,000mm以下のヒューム管用シールド機内に組込め着脱、保守点検が容易で故障の少ない構造であること
- III. 破碎対象の最大玉石径は240mm程度、破碎礫径で50mm以下とし、破碎礫の大きさにバラツキが少ないこと
- IV. 粘土塊も砕いて通過させられること



写真-2 礫クラッシャー

これらから、クラッシャーは構造が簡単で小型化しやすい

ジョー形式を選び、駆動装置に油圧ジャッキを採用した。クラッシャー能力についてはシールド機の掘進速度を2.5cm/minとして、掘削土砂量が3t/hr、その含礫率を70%とし、その内の45%を破碎対象礫量(1t/hr)とした。礫クラッシャーを写真-2に示す。

3.3 模擬実験

クラッシャーは工事現場を想定した環流システムを用いて模擬実験を行い、種々のデータを集め、実現場での最適な使用状態を得ることにした。

(1) 実験期間、場所

昭和57年3月4日～5月14日

㈱奥村組本社機材部都祁工作所構内

(2) 実験項目



写真-3 実験設備全景

- I. 水流, シュートによる礫, 玉石の送込み状態の確認
- II. 破砕性能の調査
- III. 消費動力の調査
- IV. 粘土塊の破砕状態の確認
- V. 環流系統との関連性の調査
- VI. 作動状態の確認

(3) 実験設備

実験設備を写真-3, 図-3に

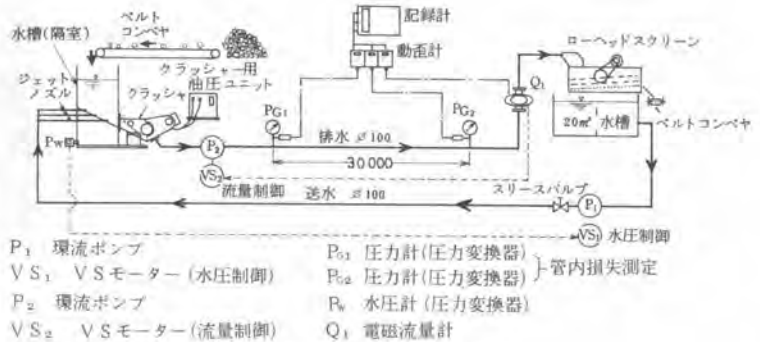


図-3 実験設備

示す。

(4) 実験材料

実験に用いた試料を表-1に, 投入材料の基準を表-2に示す。投入量はシールド機外径を1.25m, 掘進速度を2.5cm/mmとして, 52kgとした。なお, 粘土混入の実験では, 川砂利の代わりに粘土塊を用いた。

表-1 試料

試料名	粒径	岩質	産地
玉石 (I)	75~250mm	砂岩 (2000kg/cm ² 以上)	奈良県吉野郡十津川
玉石 (II)	50~150mm	粘板岩, 凝灰岩 (100kg/cm ² 前後)	奈良県北葛城郡香芝
川砂利	50mm以下	古生層のチャートを中心とした礫岩, 頁岩, 砂岩など	京都府城陽市長尾
粘土		シルト混り粘土, 粘土	奈良県北葛城郡香芝

表-2 基準試料

粒径	個数	重量
玉石 (I)	200mm	1
	150mm	8
	100mm	5
	75mm	数個
川砂利	5~50mm	35kg
1分あたりの総重量		52kg

表-3 実験要因と水準

要因	水準	
クラッシュ機歯板間開口寸法	10, 12.5, 25mm	
クラッシュ機歯板駆動サイクル	40, 60 c. p. m	
シュート角	1.5, 3.0°	
環流水量	清水	1.2, 1.5, 1.65 m ³ /min
	泥水	0.9, 1.2, 1.5 m ³ /min

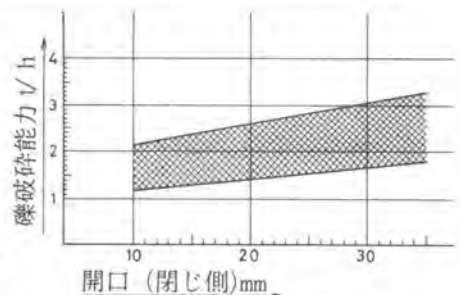
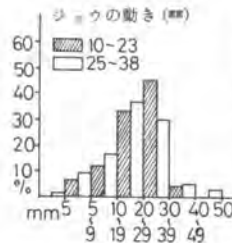
(5) 実験要因

実験要因と水準を表-3に示す。

(6) 実験結果

a. 破砕能力について

破砕礫の粒度分布を図-4に, 破砕能力を図-5に, 破砕前の玉石と破砕後の礫を写真-4, 5に示す。図-4 破砕礫の粒度分布



クラッシュ機の破砕最大玉石径は

240mm × 150mmの大きさのものが破砕できた。破砕荷重は機械能力50tに対して40t以下であった。

b. 礫, 玉石の送込みについて

シュート上の礫, 玉石などはシュートの傾斜と水流によって送込まれるが, 送込み効果はシュートの傾斜角が大きいくほど, また, 水の流速が速いくほどよい。

e. 粘土塊について

玉石と粘性土を混合した場合は、粘性土の付着による影響がみられ、粘性土のないものと比べて処理時間がやや長くなる傾向にあったが、環流水の流量を増すことで解決できた。

d. 環流水について

実験は清水と高濃度泥水（比重 1.35）を用いた。両者とも礫の搬送には限度沈殿速度の流量で十分であることが確認された。しかし、粘性土では先述したようにクラッシャーへの付着の面から流量を増すほうが良い。



写真-4 破碎前の玉石



写真-5 破碎後の礫

3.4 ORMS/A機

本工法に用いるシールド機について1,000mmヒューム管推進を対象にしたORMS/A機の開発の要点を次に述べる。

I. 礫破碎は破碎ビットと

クラッシャーで行う

- II. 破碎対象の最大玉石径を240mm×150mmにした
- III. クラッシャーの組込み方法は着脱容易な構造にした

IV. シールド機体寸法はクラッシャーの設計を優先させた

V. シールド機、クラッシャーは摩耗対策を施した

VI. メンテナンスの容易な構造とした

VII. カッタートルクは可能な限り大きくした

VIII. 掘進速度よりも礫破碎を優先させるようにした

TYPE-1000型ORMS/A機の構造を図-6に、その仕様を表-4に示す。

4. あとがき

小口径管工事の礫地盤用シールド機として、現在ORMS/A機は最小径で呼び径900mmヒューム管推進用のTYPE

-900まで開発されモジュール化している。すでに、TYPE-1000,1200は推進工事に採用予定されている。今後は施工や研究を重ねながら、より小口径に進めたいと考えている。最後に開発にあたりご協力いただいた奥村機械製作㈱、ラサ工業㈱の関係者に謝意を表して報告を終る。

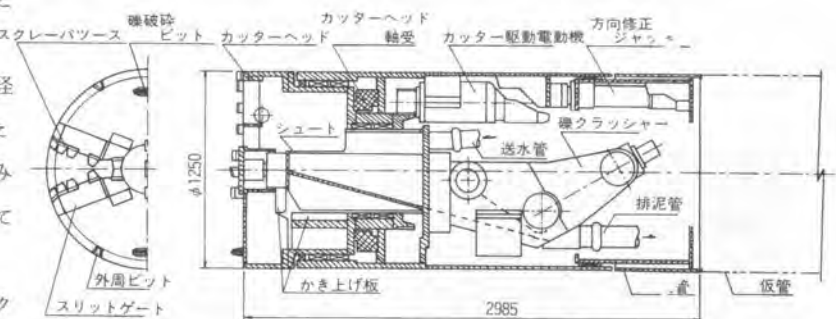


図-6 ORMS/A機(TYPE1000)

表-4 ORMS/A機仕様(TYPE1000)

	適用ヒューム管径	内径1000mm
シ	機 械 寸 法	φ1250×2985L
イ	方向修正ジャッキ	30t×50sr×4本
	油圧ユニット	0.75kW×2台
	カッタートルク	3.8/3.2 t・m
	カッター回転数	2.3/2.7 r.p.m
ド	カッター電動機	5.5kW×2台
	最大玉石径	240×150×130mm
クシ	破 碎 能 力	1~2.5 t/h
	油圧ユニット	2.2kW×1台
ソ	送 排 泥 管	4φ
	ゲートジャッキ	油圧閉閉式

28. 滞水砂層用水圧バランス小口径管推進工法について

(株)加賀田組 竹谷 由樹

1. まえがき

この報文は、粘性土分が少く、均等係数が小さく、透水係数の大きな、謂ゆる流砂現象の起き易い滞水砂層に於いても、発進から到達まで、薬液注入やウェルポイント等一切の補助工法を併用しなくても、安全、確実に小口径管を推進敷設する工法を開発し、実験を行ったので、この工法について以下に述べるものである。

2. 従来工法での問題点

滞水砂層における小口径管敷設工法は開削方式を除いては、セミシールド方式と推進方式に大別できる。

セミシールド方式では、小口径管である為人間が管内作業が出来ない事が前提になるので、運転や礫処理、裏込注入等全てでテレビカメラ等を使っての遠隔操作が主となる。精密複雑なる計測や駆動機器の殆んどが、人間の手の届かない奥深い所に進んで行くので、万一些細な故障が生じた場合でも対処が困難となる。又シールド工法だけに短い施工区間では工事費がどうしても割り高となる。

推進方式では、圧入式やオーガー式のいずれも、流砂現象を起し易い滞水砂層では、掘削切羽から地下水と一緒に土砂が流出し、地表面の沈下陥没を来たすことが多い。

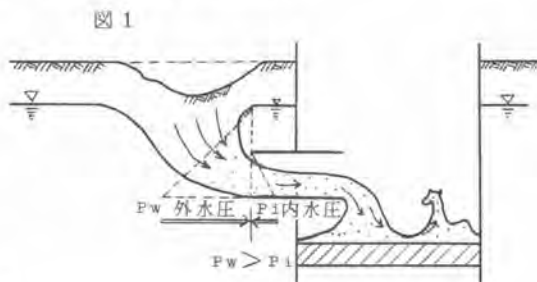
これを防止するために従来各種工法では、補助工事を併用して、地下水の流れを押えたり、地盤強度の改良を行ったりしながら、推進管の施工をしなければならぬ。しかしその補助工事そのものも工事費の増大のほか、次のような問題も考えられる。

- ① ウェルポイントやディープウェル等による地下水低下に伴う地盤の圧密沈下、不等沈下による地表構造物への影響、また地下水の枯渇のおそれがある。
- ② 薬液注入工事による、地下水の汚染や汚濁、また注入圧による地盤隆起のおそれがある。
- ③ 圧気工法による地下水の排除に伴う酸欠空気の噴出のおそれがある。
- ④ 凍結工法による軟弱地盤の固結に伴う地盤の凍上のおそれがある。

3. 工法の原理について

滞水砂層において推進工事を行うには、掘削切羽から余分な土砂の流入を防止することである。

図1のように切羽附近に於ける地下水位と推進装置との間に水位差（圧力差）があれば、



切羽附近の水は土砂と共に流出する。

そこで図2のように水圧のバランスが保たれれば水や砂の流出や自然移動は起らない。

このような状態を保ち続けながら、図3のように切羽土砂をカッターフェースを回転させながら切削し取込口からの土砂を、スクリーコンベアーで土砂収納タンク内まで運び、タンク内では比重の大きい土砂は下方に沈下し、取り入れた土砂の容積に見合う水は地山に返還される。このように掘進中は常に水圧のバランスのとれた状態の中で作業が行われるのが、この工法の特徴であり原理でもある。

図2

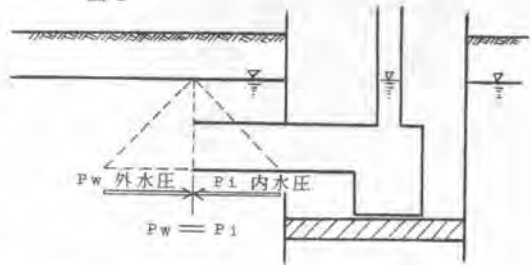


図3

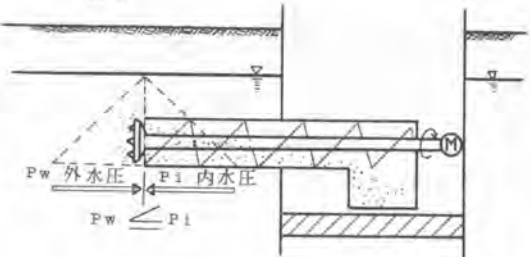
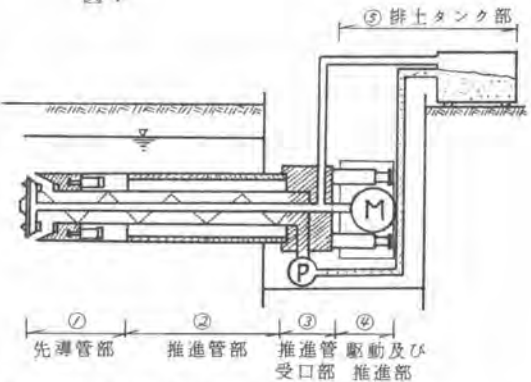


図4



4. 機械装置の概略

本装置は、図4に示すように①「先導管部」

②「推進管部」③「推進管受口部」④「駆動及推進部」⑤「土砂収納タンク部」と5つの主要部分に大別される。

① 先導管部には、切削用ビットを備えた面盤があり、この部分で掘削、取込み、切羽の押えを行っている。

面盤後方には、先端止水板があり、管の継足し時、又は排土時には、これにより切羽側からの地下水の流入を防ぐことが出来る。

なお先導管部には、方向修正用ジャッキが装備されており、立坑からトランシット等の指示により、先導管自体が上下左右に折れ曲がる首振り装置がついている。

② 推進管部は推進用ヒューム管や鋼管などの推進管と、スクリーコンベアーを内抱したスクリーケーシングからなり、スクリーケーシング内は水密構造となっている。又推進管とスクリーケーシングとの空間部分は、測量用の見通しスペースや方向修正用ジャッキ、測量用ターゲット、照明等の電気ケーブルや油圧ホース等のスペースとなる。

③ 推進管受口部は、スクリーケーシング部からの土砂の取出しと、推進管押え部からなっている。

④ 駆動及推進部は、駆動モーター及推進ジャッキ及これらの運転操作台等がある。

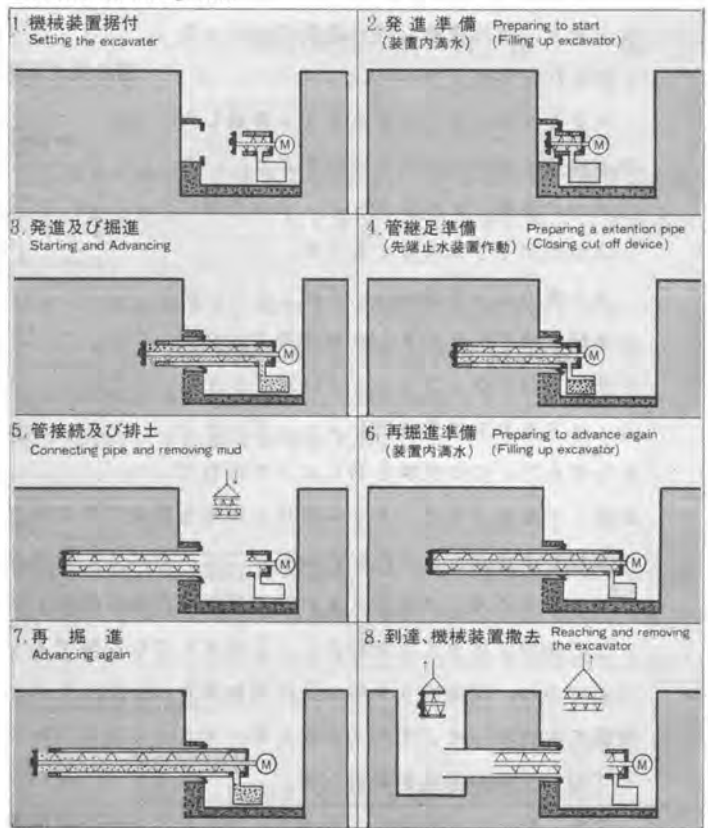
⑤ 土砂収納タンクは、水密構造タンクと水循環ポンプからなり、スクリーコンベアーにて搬送されて来た土砂と水はタンク内で沈降分離し、水循環ポンプ等により土砂の容量分の水だけを地山に返還する。

5. 施工順序について

- 図5の番号順に説明すると、
- ① 立坑内に止水パッキング付きの坑門工を作り、機械装置をセットする。
 - ② 機械の先導管頭部を止水パッキングを通し坑門工の中に挿入し坑門工及機械内を満水にする。
 - ③ 立坑矢板を所定の位置まで引き上げ、推進作業を開始する。
 - ④ 推進作業が進み、管の継ぎ足しや土砂収納タンク内に土砂が満杯になった時、先端止水板を閉鎖し切羽からの水の流入を止める。
 - ⑤ 管を切り離して継ぎ足し管を設置したり、土砂収納タンク内の土砂を捨土したりする。
 - ⑥ 機械装置内を満水にする。
 - ⑦ 再び先端止水板を開いて掘進する。
 - ⑧ 上記事項を繰り返しながら、先導管が到達立坑に到達したら、先導管だけは到達立坑より撤去しケーシング等は発進立坑側より撤去し、管の推進工事を完了する。

図 5

■作業手順 Working Process



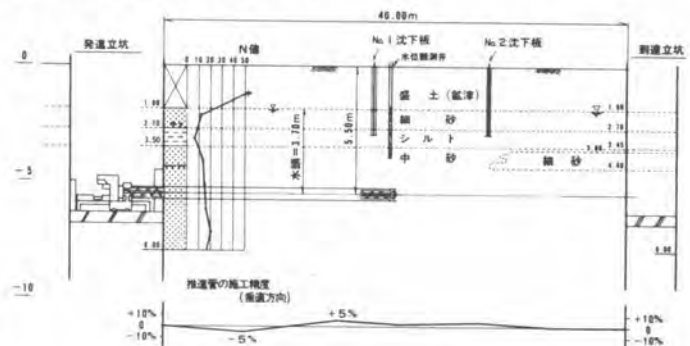
6. 実験工事結果について

実験工事は56年9月及57年4月～5月に行ったが今回は56年9月新潟市内に於いて ϕ 350%のヒューム管を、土被り5.5m(地下水以下3.7m)で延長40mの推進を行ったものについて主に述べる。

図6、図7に示すように推進深さにおける地質は液状化を起

図 6

■地質断面及び実験概要断面図



しやすいい中砂からなり透水係数は 1×10^{-2} 程度でN値は15～20を示している。

管推進予定線の法線にそって、沈下板2カ所、水位観測井1孔を設置して、推進に伴い、常時、観測した結果は図7のように、地盤の沈下量も、水位変動も測定誤差によるものと思われる程度であった。

φ350のヒューム管を40m推進した推進精度は前ページ図6に示すように、先導管内に設置してあるターゲットの指標による誤差が±5%程度であった。

また推力は下水道協会公式によると、この実験工事では5.5.6 tonの総推力が必要な所、実験には4.2.0 tonと低減されている。φ350%の推進用ヒューム管の耐力から考えて、この実験と同じような状態で継続して推進すれば、80m前後の距離を推進可能であろうと予測される。

なお57年4～5月における実験では、これまでの原理的な実験に比し施工性の改善を目指してφ600%, φ800%の推進実験(推進延長約20m)を行った。

この機械は推進可能距離の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{1}{3}$ 程度までの距離であったら、ヒューム管を引き抜くことも可能であり、実際に56年9月に実験埋設してあったφ350のヒューム管を40mの引抜き実験にも成功した。またφ600%, φ800%についても、推進したもの(約20m)については、全部引き抜き撤去した。

また、レーザー光線による運転席からの常時観測方式を取り入れると共に、これまで立坑内にあった土砂収納タンクを地上に設置することにより、作業の安全性と施工性を良くし、又立坑寸法を小さく出来得ることを確認した。

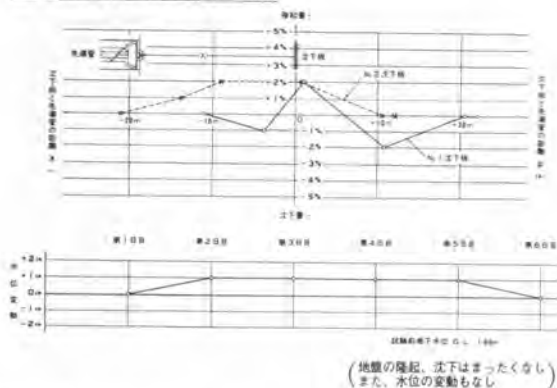
7. あとがき

以上2回に亘る実験結果は、予期以上なものであったが、施工的な見地からまだまだ機械の改善の余地がある。即ち機械の小型化、管接続の簡易化、土砂収納タンクの改良等がある。

また、粗大礫層に適用出来るもの、300%以下の極細管の推進工法の開発を行って、より広範な地質に適用出来、かつより安価な施工性を目指すことにより、上下水道をはじめ電気、通信、油など、小口径管推進に対する関係各位のニーズに答えていきたいと思う。

図7

■地盤沈下量及び水位変動



29. 硬質土用水圧バランス形アイアンモール

(株)小松製作所 齊藤 博

1 まえがき

最近、下水道管渠埋設工事分野で開削工法に代わって、推進工法用の小口径管推進機が着目されはじめています。これらの推進機械はいずれも下水道管渠の設計勾配を保つため方向修正機能が装備されており、年々採用する市町村が増えてきています。

アイアンモール工法はその先駆けというべきものであり、昭和50年初施工以来現在まで約130kmの施工実績がある。今回広くユーザーニーズに答えるため、適用土質範囲を従来のN値20までからN値50までに拡大し、かつ小口径管推進では非常に困難であった滞水砂層でも、立坑廻り以外補助工法なしで安全確実な施工が可能となったので、その概要を報告する。

2 アイアンモール工法のシステム概要

図-1に工法のシステムについての概要を示す。従来の圧密によるパイロット管推進、スクリー=排土によるヒューム管推進に加え、新たに掘削によるパイロット管推進、水圧バランス式スラリー=排土によるヒューム管推進によって、N値0から50まで、低水位から高水位までの土質条件に合わせて自由にシステムの選択ができ、最適な施工が可能になる。

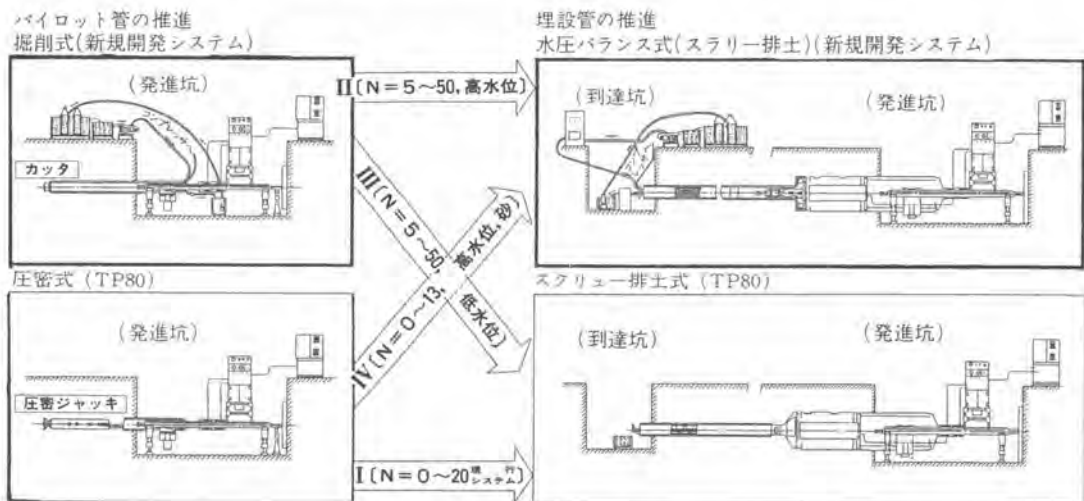


図-1 工法のシステム図

2-1 パイロット管推進(システムII、III)

従来と同様、高精度で埋設するため、まず方向修正機能をもったパイロットヘッドを推進する。硬質土に対応するため、パイロットヘッドの先端に回転カッタが装着されており、このカッタを所望の

方向に揺動させることによって方向が修正される。

掘削された土砂は、発進立坑側の送水ポンプで送られてくる高圧水によってスラリー化される。このスラリーはパイロットヘッド内部のジェットによって発進立坑まで輸送され、サンドポンプで立坑外へ汲みあげられる。土砂はバケット内に沈殿し、水はオーバーフローして再び送水ポンプでパイロットヘッド内へ送られる。

後続には上下に送泥水管が設けられたパイロット管を順次ネジ結合にて接続し、発進立坑内でのリモートコントロールによる方向修正操作を加えながら、到達立坑まで基準線に沿って精度よく推進していく。

2-2 ヒューム管推進（システムⅡ、Ⅳ）

前述のパイロット管の貫通後は、口径拡大用の掘削ヘッドで掘削排土しながらヒューム管を推進する。排土の方法には、地下水位の高低・土質等の工事条件により、従来のスクリーコンベア方式とスラリー方式の2通りがある。ここでは地下水位の高い滞水砂層の工事条件に適したスラリー方式について説明する。

パイロット管内に2本のパイプからなるスラリー管を引き込み、パイロット管とともに発進立坑内にセットされた掘削ヘッドに接続する。掘削ヘッドのカッタによって掘削された土砂は、送水ポンプによって到達立坑からスラリー管の一方のパイプ内を通過して送られてきた水でスラリー化される。このスラリーはスラリー装置パイロット管内のジェットによって、スラリー管のもう一方のパイプを通過して到達立坑へ排出される。この水の循環の様子及び残土処理はパイロット管推進時と同じであり、水処理装置についてはそのまま使用することができる。

このシステムは従来のパイロット管（外径 ϕ 216）でも適用可能で、N値1.3以下で高水位の砂層では圧密によるパイロット管推進後、スラリー排土によるヒューム管推進システムが最適となる。

表-1にこの工法の仕様と従来のものとを比較を示し、表-2にはシステム別の最適土質条件を示す。

項目	工法	硬質土用水圧バランス型工法	T P 80
適用土質		粘性土、シルト、砂質土、砂、レキ ϕ 1.5以下	粘性土、シルト、砂質土、砂
N値		5~50	0~20（ただし砂は1.3まで）
地下水位		埋設管上6mの水位まで可	埋設管上4mの水位まで可
推進距離		最大60m	←
適用管	ヒューム管(内径) 鋼管(外径)	ϕ 250~ ϕ 600 ϕ 232~ ϕ 800	← ϕ 216~ ϕ 800
埋設精度		到達点誤差 上下 \pm 20mm以内 左右 \pm 50mm以内	←
方向修正		カッタの任意方向揺動による掘削	パイロットジョッキの任意方向揺動による圧密
排土方式	パイロット管 埋設管	スラリー輸送 ↑	圧密による無排土 スクリーコンベア輸送
土砂の取込み制御		立坑内でのリモートコントロールによる水圧バランス	液バネ装置
立坑の大きさ	発進側 到達側	長さ5.2m×幅2.4m 長さ3.6m×幅2.4m	長さ4.8m×幅2.4m ←
所要電源		AC200V 52kW	AC200V 33kW

表-1 工法の仕様と従来のものとを比較

システム	パイロット管推進	ヒューム管推進	土質条件							
			粘質土		シルト		砂、砂質土			
			N値	0-20	20-50	0-20	20-50	0-13	13-50	
I	圧密式	スクリーン排土	○	×	○	×	○	×	×	×
II	掘削式	スラリー排土	○	○	○	○	○	○	○	○
III		スクリーン排土	○	○	○	○	×	○	×	
IV	圧密式	スラリー排土	○	×	○	×	○	○	×	×

×印：施工不可
 ○印：施工可能
 ◎印：施工可能(最適)

工法	特長
I	現在採用されている工法であり特に軟弱土質においてその能力を十分に発揮し他に例を見ない高効率、高精度で小口径機械推進の代表的な存在。
II	新たに加わった工法であり硬土質、高水位層を最も得意としており立坑周りの土質改良のみで高水砂層を容易に施工してしまい、小口径機械推進の強力な新工法。
III	水がなく土質が硬い場合に採用する工法であり、今まで施工不可能であった硬土質（N値50まで）を施工可能にした。
IV	この工法はN値が比較的低く、水位が高い場合に採用される工法であり、ヒューム管推進はIIの工法同様、水圧バランス式であるため立坑周り以外は土質改良は不要。

表一 2 システム別最適土質条件

3 水圧バランスの原理

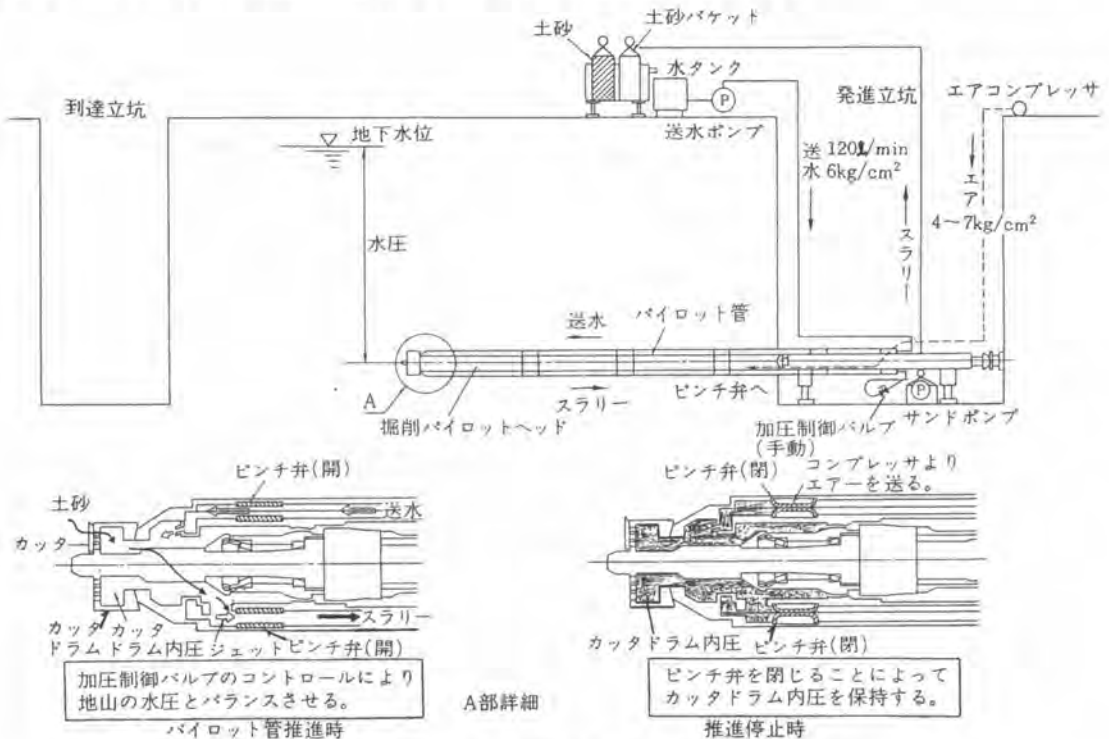
図一2、図一3に水圧バランスシステムを示す。水圧バランスとは清水によってカッタドラム内圧と地山の地下水圧を等しくさせることであり、

$$\text{地山の地下水圧} = \text{カッタドラム内圧}$$

$$= \text{スラリー管配管抵抗} + \text{制御バルブ抵抗}$$

の関係式を成立させることである。この制御バルブは発進立坑内、あるいは到達立坑内にあり地山の地下水位に応じて手動あるいは自動にてコントロールするものである。

推進の停止時、つまり送水による加圧が得られない時は、送泥水通路にあるゴム製のピンチバルブにエアを送り込んで通路を閉塞し、カッタドラム内圧を保持している。



図一2 パイロット管推進時水圧バランスシステム図

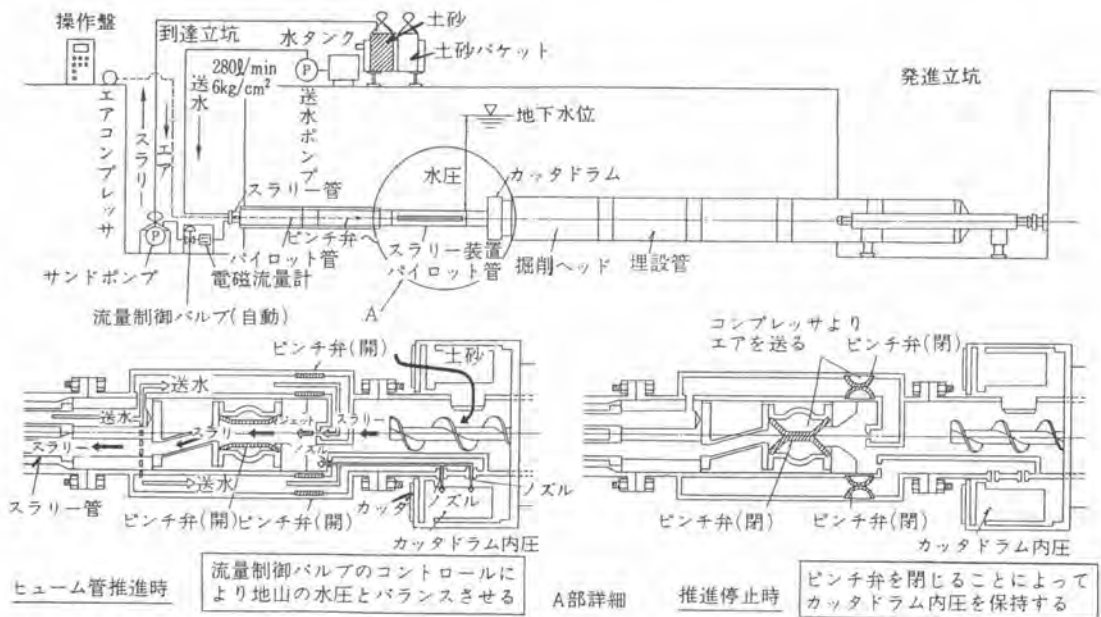


図-3 ヒューム管推進時水圧バランスシステム図

4 施工実績

図-4 のシステムⅡ、Ⅲによる施工実績を示す。N値は5～45、土質は軟弱土から風化花崗岩にまで及び総推進延長は約2300mとなっている。

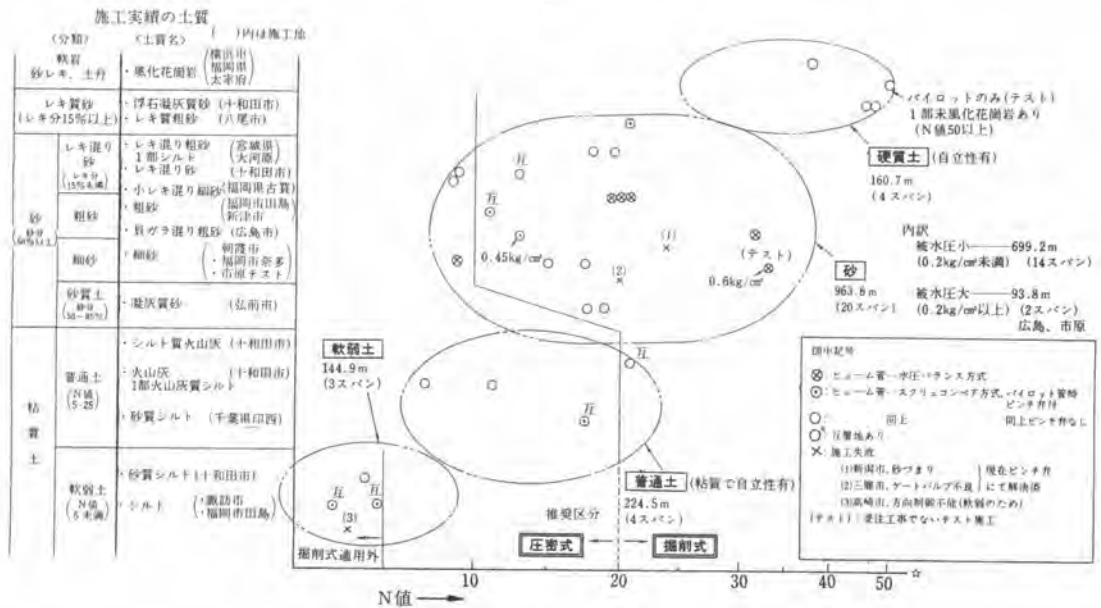


図-4 システムⅡ、Ⅲの施工実績

5 あとがき

以上アイアンモールの新しい工法について説明したが、この工法が下水道普及にたずさわっている皆様のお役に立てば幸いです。また各方面の御意見でさらによりよい工法へと努力する所存です。

30. 低騒音形コンクリートポンプ車の開発

建設省土木研究所 *境 友 昭

石川島播磨重工業(株) 大 村 高 慶

1. まえがき

コンクリートポンプ車は比較的住居地域で使用されることが多く、また段取の都合で工事が夜間に及ぶことなどもあり、その騒音低減が望まれている機械の1つであった。にもかかわらず、今までコンクリートポンプ車に対する騒音低減対策が検討された事例はほとんどなく、当然のことながら、騒音低減対策を検討する上で必要な、騒音発生機構、各音源の騒音寄与量に関する研究報告も見当らなかつた。

この研究は、コンクリートポンプ車の中でも衝撃性の騒音を発生させるピストン式のを対象に、その衝撃音を約 10 dBA 低減させることを目標に実施したもので、①騒音発生機構の解析、②騒音寄与量の分析、③騒音低減対策の設計製作および性能試験を実施した。このうち、①についてはすでに報告した¹⁾ので、本論では、主に、②、③について報告するものである。

2. 騒音寄与量の解析

図-1は、ピストン式コンクリートポンプ車 (IPF-100 B 石川島播磨重工業 (株)) の騒音の発生機構と、騒音寄与量の解析結果を示すものである。コンクリートポンプ車の衝撃性騒音は、コンクリート輸送ピストンと洗浄室ストッパの衝突を原因として発生し、主に、主油圧シリンダとコンクリート輸送シリンダから放射される音である。衝撃性騒音は、この他に、吸入吐出弁が弁座に衝突する時にも発生するが、図に示すとおり前者の音と比較して約 15 dBA も小さく当面は問題にならない。

図中 () 書きの数字は、コンクリートポンプ車の衝撃性騒音を 10 dBA 低減させ、作業時騒音を 69

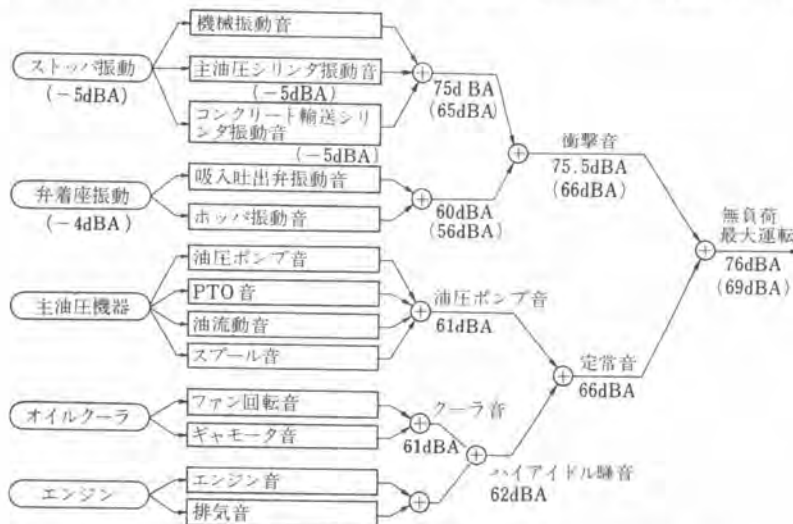


図-1 コンクリートポンプ車の騒音発生機構と騒音寄与量

3.4 その他の騒音低減対策

1) プラットホームのエンクロージャ

主な騒音発生源となるコンクリート輸送シリンダは、ポンプ車のプラットホームの下にあるが、洗浄室の部分は間口部が多く、発生した音がこの開口部から漏洩しており、この部分を密閉構造とし、内部を吸音処理した。

2) 遮音シート

更に、作業時の騒音低減対策として、遮音シートによる防音を図った。これは面密度 3.6 kg/m^2 の鉛入り塩化ビニールシートで、回送時には車体内に格納し、作業時にのみポンプ車の手摺などから垂下させる構造のものである。

4. 騒音対策効果

図-3は、各騒音低減対策を施した状態での騒音の周波数分析結果を示すものである。運転状態は無負荷最大運転状態（特別に負荷はかかっているが、最大吐出能力が確保できる運転状態）である。騒音低減対策を施していない状態での騒音はこの運転条件の時、左側方30m点で77dBAであったが、油圧クッション機構およびストッパクッションを取付けることによって73dBAとなり、更に主油圧シリンダとコンクリート輸送シリンダのエンクロージャを附加した状態で69dBAに低減し、騒音低減対策目標の69dBA/30mを満足

することができた。また、遮音シートを用いることによって、左側方30m点の騒音レベルは65dBAとなり非対策車より12dBAの騒音低減効果が得られている。

表-1は、個々の騒音対策の効果を騒音の測定点ごとに示したものである。この分析方法は、コンクリートポンプ車の騒音発生機構が騒音レベルにおいて線形であるとの仮定を附したものであり、①～④の対策のように衝撃音に対してのみ有効な対策方法の効果は、衝撃音が定常音より10dBA以上強い時には個々の対策効果が正しく反映されるが、両者のレベルが拮抗してくると過小に反映されるという欠点がある。定常音の影響を除去して考えると、①～③の対策効果は5dBA、また④の対策効果は6dBAとなり、主油圧シリンダ、コンクリート輸送シリンダに対するエンクロージャが極めて有効な騒音対策であったことがわかる。

5. 騒音対策の問題点

ここで用いた騒音対策方法のほとんどは既に技術的に確立された方法であり実用化の可能性は高いが、遮音シートおよびコンクリート輸送シリンダのエンクロージャについては2,3の解決すべき問題が残された。遮音シートの問題点は、機械の外周を覆ったためエンジンの吸排気、熱平衡が悪くなっ

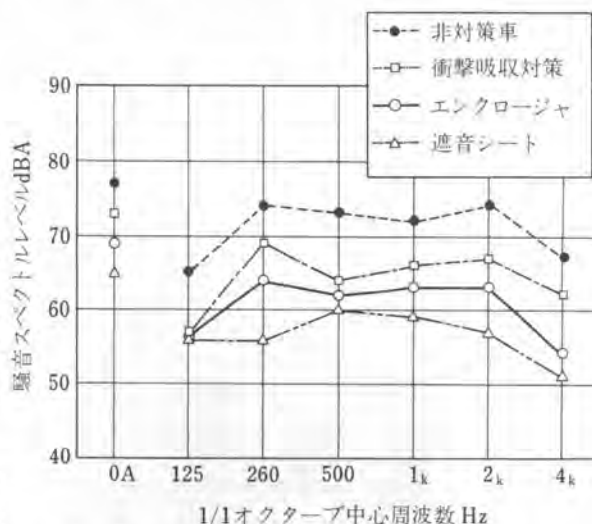


図-3 騒音対策による周波数構成の変化

表-1 騒音対策効果（無負荷最大運転） dBA

騒音測定点 対策内容	洗浄室	ホ ッ パ	油圧ポンプ	左側方 10m	左側方 15m	左側方 30m
① 主油圧シリンダクッション	0.5	0.8	0.5	1.5	1.3	1.5
② 弁駆動シリンダクッション	1.5	1.8	0	1.0	0.8	0.5
③ ストップクッション	4.0	2.8	0	1.5	1.3	2.0
④ 主シリンダ、コンクリート 輸送シリンダ エンクロージャ	-	-	-	2.0	3.0	3.0
⑤ 遮音シート	-	-	-	4.0	4.0	3.0

たことであり、これは、遮音シートの使用を限定することによって解決可能である。後者の問題は、エンクロージャ装置が車両の走行時に後軸のデファレンシャルギヤケースと干渉することである。勿論、干渉する部分だけエンクロージャを除去しても騒音低減効果への影響は少ないが、根本的な解決を図るためには、コンクリートポンプの各装置の配置を変更する必要もある。

いずれにしろ騒音対策車として実用化する段階では、騒音対策を考えた機器の配置設計はある程度可能であり、この問題も解決できるものと思われる。

6. あとがき

この研究に着手した時点では、コンクリートポンプ車に関する騒音対策の事例はなく、まず騒音の発生機構の解析から実施した。騒音の発生機構が解明できれば、その1つひとつに対応した騒音対策を考えることができ、かつ対策の優先順位をつけることもできる。本研究では、IPF-100Bコンクリートポンプ車の衝撃性騒音を対象にして騒音対策を実施したが、今後は定常音、特に油圧ポンプ騒音の対策をすすめていく必要がある。

ここで実施した騒音対策は、将来の実用化に向けて更に改良すべき点はいくつかあるものの、当初の期待どおりの効果が出ており、本研究開発の成果が十分に得られたものとする。

参考文献

1. 沢田茂良, 境友昭 “コンクリートポンプ車の騒音低減” 建設機械と施工法シンポジウム論文集 125ページ, 昭和56年10月 (社)日本建設機械化協会

31. ダム建設用ジブクレーンの改良について

建設省大町ダム工事事務所 高橋 岩 一

*中橋 秀 順

1. まえがき

大町ダムのコンクリート打設は、ダムサイトの環境及び地形特性を考慮して、門型走行式ジブクレーン（13.5t × 37m：2台）工法を採用している。

当ダムでは、従来機（下久保ダムで製作された機種：昭和40年度）の機能を維持し、更に時代のニーズに即した省力化、自動化、安全装置の確立など、製作時（昭和54年度）において種々の改良をすすめてきたところである。

本文では、昭和57年5月末現在、稼働約8500時間に至るも、打設能力、作業性等において極めて良好であるところから、その改良点のいくつかを中心に大町ダムジブクレーンの概要を紹介するものである（写真-1）。



写真-1 大町ダムの走行式ジブクレーン

2. 大町ダムジブクレーンの概要

2-1 採用の経緯と主要諸元

ジブクレーンの選定にあたっては、打設工程、地形、経済性及び風致保存の見地から、ケーブルクレーン工法との対比において検討決定したものであるが、ダムサイトが国立公園に近接していることから、環境保全の立場からも特に留意したものである。

表-1. 図-1に、大町ダムジブクレーンの主要諸元及び寸法を示す。

表-1 主要諸元

定格荷重	13.5 t	
バケット	4.5 m ³ (ρ = 2.5 t/m ³)	
旋回半径	最大 37 m	最小 18 m
揚 程	旋回半径最大時	レール面上20 m 面下60 m
	旋回半径最小時	レール面上37 m 面下43 m
巻 上	全負荷時 4.5 m/min (空バケット時 9.0 m/min)	
	巻下 (全負荷時, 空バケット時共) 6.5 m/min	
起 伏	全行程 3 min	
旋 回	3 / 4 rpm	
走 行	16 m/min	
径 間	8 m	
電 源	受電	3000 V 50 Hz

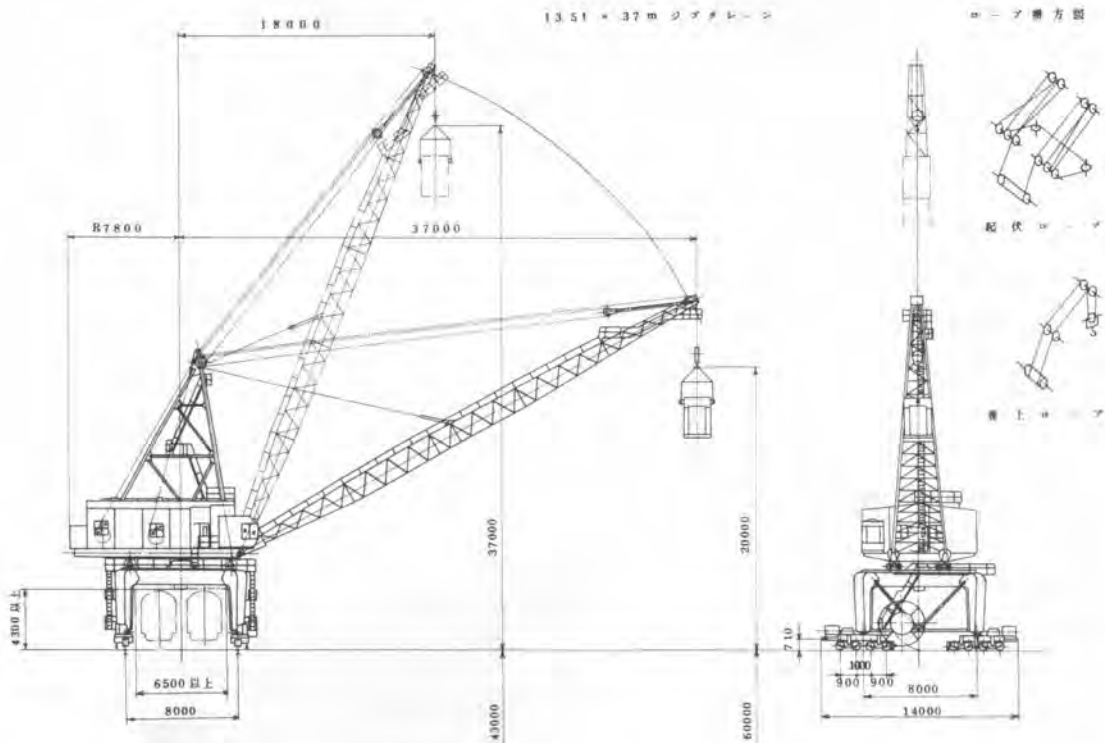


図-1 主要寸法

4-2 主な機能改良点と安全装置

表-3は、下久保ダムで使用された従来機と大町ダムジブクレーンとを比較して、主な改良点を示したものである。

大町ダムのジブクレーンは、下久保、土師、草木ダム等での経験をもとに改良を加えられたものであり、なかでも、直流制御方式の変更、運転室の前出し（写真-2）、旋回体への高圧給電方式の変更、ケーブル巻取装置の新規装備などの改良は機能向上に大きな役割を果たしている。

また、安全装置についても、クレーンとしての各種ブレーキ、リミットスイッチ、非常用スイッチなどは当然具備しているものであるが、ジブクレーン特有のものとしてロードリミッタなどを装備している（表-4）。なかでも特に、位置表示計、衝突防止装置は、大町ダムでの試みとして取付けたもので好評である。

表-3 従来機との主な改良点

項目	内容
巻上・旋回直流制御方式	ワードレオナード式 → サイリスタレオナード式
巻上モータ	界磁制御追加
旋回・起伏・走行	ウォーム減速機 → 旋回を除いてベベル歯車
走行装置	軸受プッシュ → ホールベアリング
旋回体	高圧給電方式の変更
回転部分	ゴヤカバー → オイルバス方式
ケーブル巻取方式	垂巻式 → 電動トルクモータ式
組立ボルト	リマボルト → ハイテンボルト

表-4 各部安全装置



写真-2 運転室 (作業性をよくするため視界、照明および騒音隔離に配慮)

項目	内容
各種ブレーキ	巻上・起伏・旋回：直流電磁ブレーキ 走行：電動油圧押しブレーキ ケーブルリール：交流電磁ブレーキ
リミットスイッチ	巻上・巻下・起伏：ギヤードリミット、逃心カスイッチ(巻下) 走行極限：ローラレバー形リミットスイッチ ケーブル保護：ギヤードリミットスイッチ レールクランプ：ローラレバー形リミット アンカ、インタロック スイッチ
ロードリミット	モーメントリミット
非常用スイッチ	非常停止ボタン(運転室・機械室)
位置表示計	旋回半径、角度、揚程
旋回過負荷防止装置	コンスリップ機構
衝突防止装置	インジケータ方式(平面方式)
その他	油圧緩衝器・フック外れ止め・モータサイレン(運転室)・走行ゴング・走行表示インターホン(運転室・機械室・走行部)

1) 直流制御方式の変更(ワードレオナード方式からサイリスタレオナード方式へ)

従来のワードレオナード制御方式(M-G方式)に対し、回転機を使用しない静止型(SCR方式)レオナード制御方式に変更し、信頼性の向上、運転効率の向上及び保守管理の低減等の効果をあげている。

また、機械から発生する騒音についても、M-G方式の場合の100dB程度に比し、70dB程度であり、作業面での支障もなく、画期的な機能の採用といえるものである。

表-5は、M-G方式とSCR方式との比較を示したものである。

表-5 静止レオナード制御とワードレオナード制御比較表

項目	静止レオナード制御(SCR)	ワードレオナード制御(M-G)
信頼性	約99%	約99%
効率	約90%	約80%
寿命	素子の寿命は半永久的 装置全体で約10~15年	消耗品的性質のパーツがあり取替を要する(1~5年) 装置全体で約10~15年
騒音振動	サイリスタ冷却送風機のみで、特に騒音、振動源はない。 騒音は室内1.5m附近で約75ホン	回転数がかかるにつれ振動が大となるため基礎を強固にし、取付に注意を要する。 騒音は他力通風式で約105ホン
寸法及び重量	機械室(含電気室)スペース100 電気設備重量(直流電源部)100	機械室(含電気室)スペース100 電気設備重量(直流電源部)140~150
据付	特別な基礎は不要 重量が軽いため容易	強固な基礎が必要 芯出に多大な努力必要
周囲温度による影響	0℃~+40℃を外れる温度条件の場合、サイリスタ装置を設置した部屋の空調が必要。	-5℃~+40℃ 界磁に使用するサイリスタは、容量が小さいため対策は容易
力率変動	定格速度で約80% 低速度の場合、力率が65%程度に下がるため、力率改善コンデンサの容量はM-G方式よりも若干大。	定格速度で70~80% 低速時はSCR方式よりも力率は良い。
製作費	100%	100%(但し、後の保守費を考えると若干割高となる。)
保守費(保守要員含)	消耗品が殆んど不要で、装置全体の日常点検、定期点検を考えると90% 清掃程度の整備のみでよい。	ブラシ、ベアリング、軸受油等の消耗品、整流子の整備が必要。100% 分解、清掃、整流子調整、各種消耗品の取替等必要。
移設転用時	オーバーホール費100%	オーバーホール費200%
概略図		

2) 旋回体高圧給電方式の変更(外部露出型から機械室内蔵型へ)

従来のポータル中央部(固定体)のスリップリングは外部からの損傷の危険性があることから、これを機械室(旋回体)に持ち込み給電する方式に変更した。このことにより、高圧部の露出部分をなくし、安全性及び保守管理、移設性を向上させたものである。

3) ケーブル巻取装置の新規装備

従来の垂錘式からトルク特性をもたせた電動機使用のケーブル巻取装置を装備することにより、動作確実で、構造簡単、保守管理容易となり、また、ケーブルの保護を拡充したものである(写真-3)。



写真-3 電源用と衝突防止装置2個のケーブル巻取機を装備

4) 衝突防止装置

2台配置されたジブクレーンのブームの衝突を防止するため、アナログ方式(平面方式)による衝突防止装置を採用している。この方式は、セルシン発信機を使用して2台のジブクレーンの走行位置を検出し、機械中心間の距離、76mでブーム衝突エリアの警報、更に30mでトレスルの強度限界エリアの警報を発生し、走行停止させるものである(図-2)。

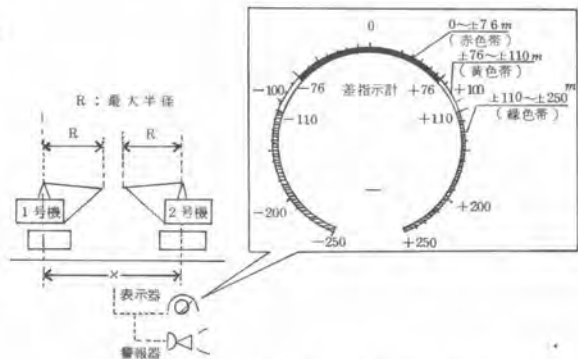


図-2 衝突防止装置

5. あとがき

大町ダムコンクリート打設用ジブクレーンについて、機能と改良面から、その概要を紹介した。

近年、ダム施工の合理化、建設条件の厳しさなど時代の要請にマッチした機械および工法の改善、さらには、新機種、新工法の開発が望まれるところである。われわれ、これらにたずさわる者としては、常にその動向に留意し、積極的にかかわりたいと考えている。

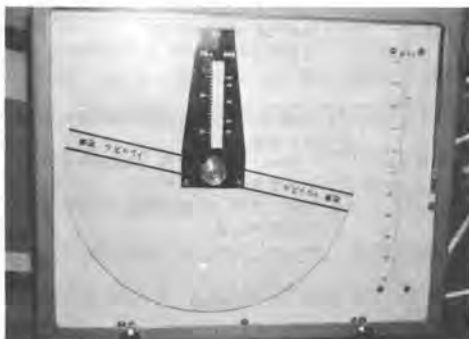


写真-4 位置表示計(旋回半径、トレスルとの角度、バケットの揚程を示す)

32. 低スランプ生コン用コンクリートポンプの開発

(株)新潟鉄工所 *吉川 義晴・千田 新太郎

1. まえがき

現在では、かなりのコンクリート打設工事にコンクリートポンプが使用されている。コンクリートポンプも徐々に改良され、その打設可能領域を拡大して来ましたが、未だにその性能上の限界から、コンクリートポンプを適用できない工事もある。

例えば、舗装用の超体スランプ生コンや極貧配合生コンの圧送がそうである。

此の度、これらの生コン圧送にも相当程度適合できる性能のコンクリートポンプを開発することに成功したので、その概略を報告する。

2. 構造

2-1. 基本概念

生コン圧送に於ける抵抗を我々は下記2種に分けている。

a. 流動抵抗

管内壁との摩擦抵抗や、生コン同士の内部摩擦等。

b. 分離抵抗 (閉塞に結びつくもの、大半は此の抵抗に因る。)

架橋現象に因る抵抗や、脱水閉塞等。

上記抵抗を小さく抑えることが、高効率の然も貧配合にも適合するコンクリートポンプを作る際の必要条件となる。(十分条件ではない。)

とりわけ、流路の移行に於いて、特に分離抵抗に対する配慮などの程度盛り込んだかが重要な鍵となる。具体的には、

1. 流路の断面形状や断面積の変化が小さいこと。

2. 流路の曲がりが多いこと。(曲げ半径は大きく、曲げ角度は小さくする。)

3. 摩擦に因って生じる隙間の小さいこと。(摩擦しにくく、摩擦しても調整容易なこと等。)

吐出流路については、些かの不利は吐出圧力の増強に依りカバーできる場合もあるが、吸入流路については、大気圧以上の圧力を期待せぬ限りは上記配慮が大きく性能を左右する。

2-2. 具体的構造

次頁の図1は、当コンクリートポンプの流路の移行まわりの構造図である。図2は基本構造図である。図1のものは図2のものに対し、吸入ガイドを装着したものである。従って、吐出流路は両者全く同一である。

流路の断面形状は全く不変で、断面積の変化も殆んどない。流路の曲がりもゆるやかである。摩擦隙間についても図2の*印部一ヶ所のみであり、更に或る程度の隙間自己調整機能も有す

る。

以上の如く吐出流路については理想的な形であるが、図2のものでも実際にコンクリート打設してみると、吐出性能は満足できても、吸入性能はスランブ値10cm前後以下の生コンに対し著しく低下することが判った。(その程度については次章に記す。)

原因は、図3に示すように、低スランブ生コンでは流路切換弁の切換・戻跡に空間ができてしまうと思われる。日本には少ないが、欧米で現在盛んに作られている各種スイング形式の流路切換弁を持つコンクリートポンプは、此の不都合に対し何の対策も構っていないようである。

対策は、空間を生じないようにするか、空間を潰すかであるが、種々の方法が検討・試みられた。試行錯誤の後、図1の如く吸入ガイドを設けることが劇的に問題を解決する方法があることが判った。

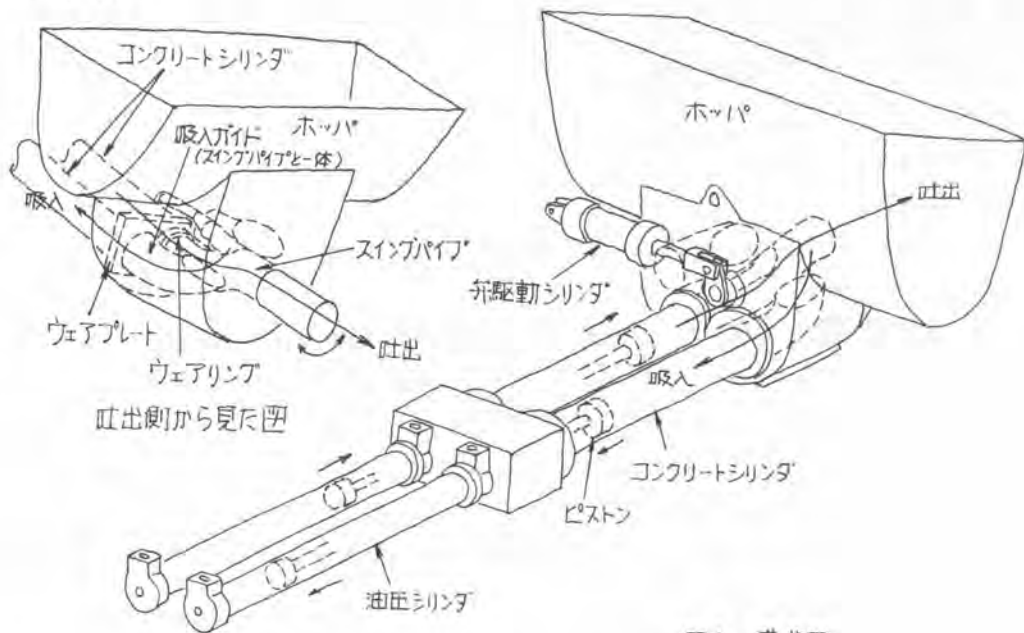


図1 構造図

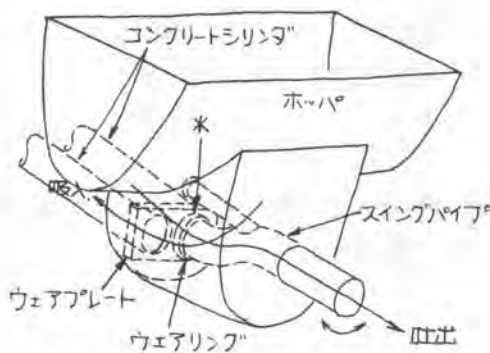


図2 基本構造図

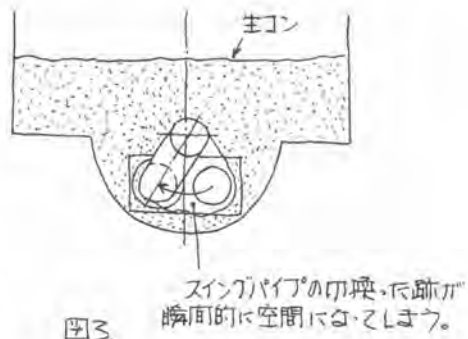


図3

3. 性能

3-1. 吐出性能と吸入性能

吐出性能……吐出性能について、数値的表示を行うことは難しい。方向切換弁内での圧力損失を別としてもそれは流動抵抗に因るもので、より重大な介離抵抗との関連が不明確である。原始的だが、従来閉塞して打設不可な配合の主コンを打設可能になつたかを確かめてゆくしかない。

結果は、3-2.の“打設実例と状況”で判断して欲しい。何れも従来は極めて圧送の難しかつたものである。吐出性能の大幅改善がなされたと言える。更にピストン前面圧も国内初の90%ほど容易に上げられる構造となっており、圧送力も一段と強力になつた。

吸入性能……図4・5にグラフで示す。これら吸入効率線図は、行程容積に対する実吐出量の割合を表示している。(純然たる吸入効率ではないが、是を吸入効率と見做しても差支えない。)

特に低スランパ域に於いて著しい効率アップが認められる。又、行程容積が増大しても吸入効率は余り低下しない特長もみられる。

図4. 吸入効率線図

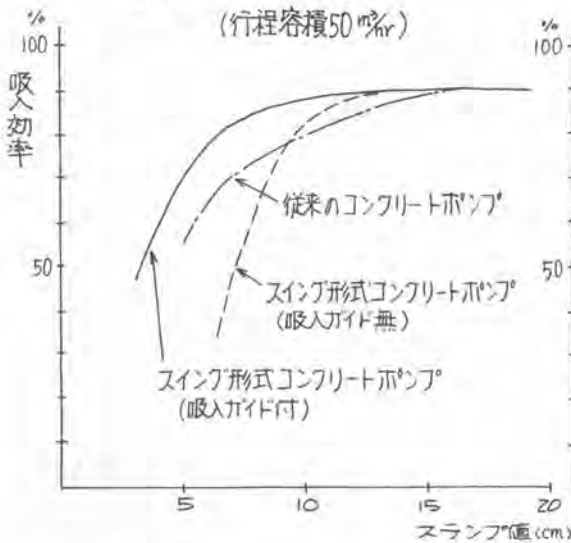
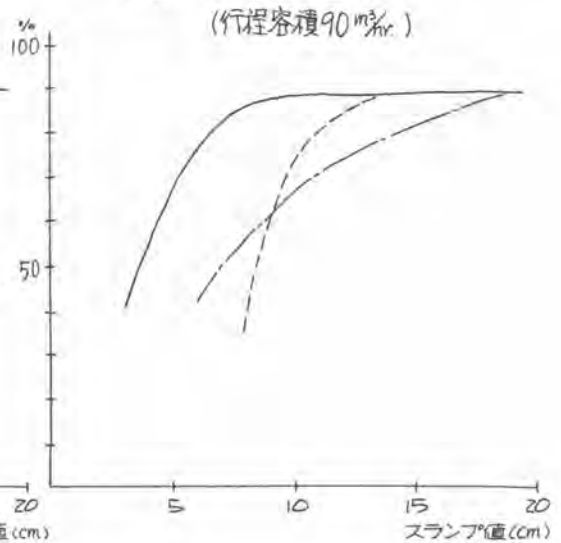


図5. 吸入効率線図



3-2. 打設実例と状況

次頁の表1に、今迄に打設した配合例を記す。何れも従来は難しかつた配合ばかりである。

特に注意を要するのは、かなりの貧配合でも弁内閉塞を生じにくくなつた。反が管内閉塞は起こり得ることである。貧配合生コン打設の場合、バンド管、テーパ管はなるべく条件の良いものを選ぶようにしなければならぬ。

一例として表1のNo.4の打設例をスライドにて紹介する。埼玉県新都市交通「伊奈線」の路盤用生コンの圧送である。今や本工事にコンクリートポンプは欠かせぬ存在となり、現在も慎重に

稼働中である。

表1. 打設実例

No.	生コン配合						配管			日付	地区	記事
	S ₁ (cm)	W/C (%)	C (kg/m ³)	S ₂ (%)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	G _{max} (mm)	径 (mm)	実長 (m)			
1	5	70	220	44	885	1110	40	5	ブーム	82.6.3	九州	ユーザーを集めてモ打設。傾調。
2	4	37	330	37	709	1115	40	5	70	81.7.9	群馬	テスト打設。後半自然硬化でポンプ圧上昇。
3	5	58	255	41	783	1122	40	5	ブーム	82.2.8	兵庫	客先貸付。傾調。
4	5	45	347	39	723	1119	25	5	25	82.1.25	埼玉	現在も傾調に稼働中。
5	5	60	265	41	775	1165	40	5	ブーム	82.6.3	九州	デモ打設。傾調。
6	5	45	338	39	701	1122	40	5	ブーム	82.2.10	兵庫	客先貸付。傾調。
7	8	70	200	36	704	1266	40	5	100	81.6.30	群馬	テスト打設。傾調。
8	12	60	240	41	794	1217	40	5	40	82.8.6	新潟	バンド・テーパー管の選定に注意喚起。他は問題なし。
9	15	71	220	41	775	1145	40	5	50	82.5.29	岩手	客先貸付。傾調。
10	15	70	232	41	765	1118	25	4	ブーム	82.6.9	新潟	バンド・テーパー管の選定に注意喚起。他は問題なし。

3-3 摩耗形態

摩耗部品は、図1や図2に示すウェアリング・ウェアプレートだが、その摩耗の様子は概略下田のとうりである。

紙面の都合で詳細は省略するが、比較的摩耗理論に則した摩耗状況を呈している。

材質は、特殊耐摩耗材を採用し寿命の延長を図った。

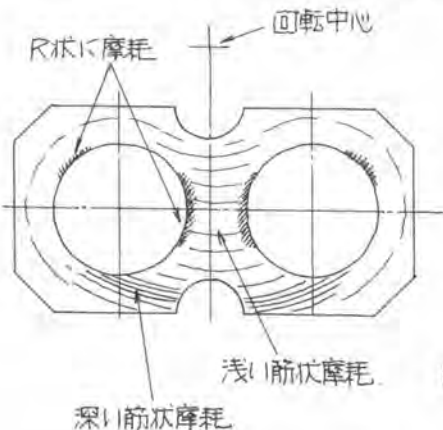


図6. ウェアプレートの摩耗

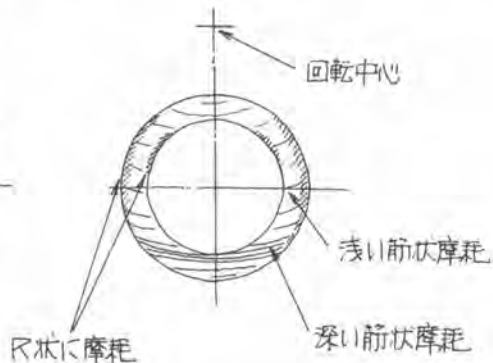


図7. ウェアリングの摩耗

4 おわりに

本コンクリートポンプはまだ開発して間もないものであり、今後更に検討・改良を重ね、より良いものにしていかねばならない。皆様のご指摘・ご指導を切にお願りする次第である。

33. 砂防工事におけるコンクリート締固め機械の開発

建設省北陸技術事務所 *青木 鉄朗

本間 政幸

1. まえがき

砂防ダム工事の主要工種であるコンクリート打設にあたり、現場の要望からコンクリート締固め機械の開発調査を行った。砂防ダム工事における平均コンクリート打設量は約1,000~5,000 m^3 が、大半を示すが、打設量が5,000 m^3 ~40,000 m^3 級の大型ダムも建設されている。よって1日打設量は、ほぼ80~170 m 程度で計画されている。これ以上となる現場もある。

これらの砂防ダムコンクリートの締固めは、現状のとおり人力で施工しているのが実態であって、作業はかなりの重労働となっており、しかも労働者の高齢化が現場で目だっている。コンクリートの締固め機械としては、治水多目的ダム等大規模ダム工事においては、すでに種々の専用機械が使用されている。これらを砂防ダム工事への適用を考えると7~8 ton 級の大型機械であるため導入にあたっては、多くの問題がある。

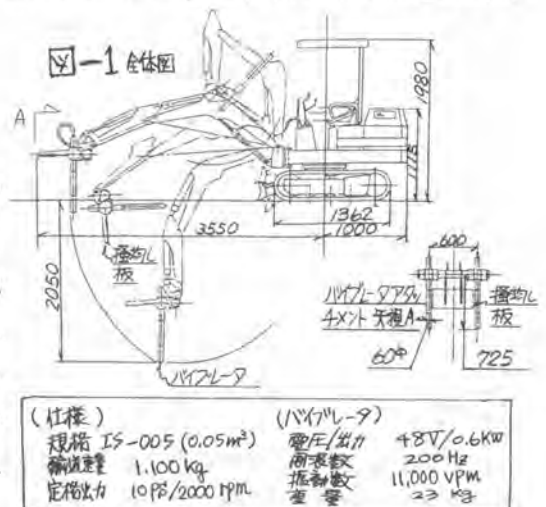
このため、締固め作業の省力化と施工の向上を図る機械施工を目的として、小型のコンクリート締固め機械の開発調査を行い、砂防ダムコンクリート打設の新工法を検討しようとするものである。

2. 調査内容

砂防ダム工事の打設ブロックは1リフト15又は20 m を標準としていることと、1日打設量等により、打設ブロックが狭い面積となる。また、ブロック間の移動には、コンクリート打設機(トラッククレーン又はケーブルクレーン等)で吊上げ移動が容易となる重量を考慮して、ミニバックホウ0.05 m^3 級をベースに棒パイプレータ60 ϕ mm \times 2本の組合せによるコンクリート締固め機械を試作し、施工性について現場調査するとともに、パイプレータ棒径によるコンクリートの締固め効果を測定する基礎試験も実施したので併せて報告する。

3. 締固め機械の概要

締固め機械の全体図および、その概要仕様を図-1に示す。試作機械は、ミニバックホウ0.05 m^3 級をベースとして、アーム先端にアタッチメント構造のパイプレータとコンクリート掻き均しブレードをL型に配置するもので、アームシリンダにより反転する機構とし、締固め作業と掻き均し作業の2工種を施工できるものである。また、試作のアタッチメントを取り外し、バケットを取換えることにより通常の掘削、積み込み作業が行える構造である。



4. 現場試験の概要

試験場所は、建設省飯豊山系砂防工事の務内管内の五川第1号砂防ダム工事現場にて実施した。

本ダムは、堤高20m・堤長191m・立積37,300m³で年間コンクリート打設量は7,600m³、日平均打設量100~130m³の規模で施工されている。以下現地試験の概要を示す。

1. コンクリート配合条件.....

粗骨材最大寸法	スランプ	空気量	水灰比	細骨材率
80mm	5cm	3.5%	58%	32.2%
2. コンクリート打設方法.....ケーブルクレーン(バケット容量1.5m³)で運搬、所当り約25m³程度打設した。
3. 締固め方法.....人力施工と機械施工に分けて比較検討し、試作機の施工性能を調査した。

5. 調査結果と今年度の対策

昨年度の現場調査試験結果と、試験時判明した機械の肉體兵の改良事項を併せて記す。なお、今年度、この改良事項により対策した機械が9月中に完成するので、再度現地試験を実施する予定である。

5-1 施工性について

調査結果を表-1に示し、施工状況を写真-1,2に示す。

手持ちバイブレータによる人力施工の場合、バイブレータ1本当り1人張り付き掻き均し算2~3人の標準施工人員とみられるが、機械施工することにより、作業員が1/2名削減できることや、所要時間の15~20%程度短縮できる。従って、コンクリート締固め作業の振動等重労働を考慮すると施工性向上に大きな期待がもてる。しかしながら、型枠附近を施工する場合は、本機の構造では困難であることや、型枠金具等により一部人力施工がやむを得なかった。

表-1 比較検討表

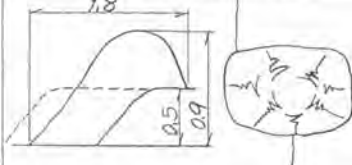
項目	施工方法	人力施工	機械施工	備考
調査年月日		656.10.26~27		
コンクリート打設量	m ³	1バケット当り1.5m ³		
打設形状	m			
締固め回数	回	15~24 x 2本	15~21	
締固め作業時間	分	1本当り14~18	10~15	此以外の締固めは仕上げの面
コンクリート水量	cm	5~10	5~8	コンクリート上の足、加圧の必要
使用機械および機具		高周波バイブレータ 2本 スコップ 2本	締固め機械 (バイブレータ2本搭載)	
施工人数	監督者	1	1	指揮および管理
	特殊運転手	1	1	締固め機械の運転操作
	特殊作業員	3	1	バイブレータ作業、人力負担
	普通作業員	2	1	コンクリート掻き均し、表面仕上げ
	計	6	4	



写真-1 機械施工の場合



写真-2 人力施工の場合

(対策)

図-3に示すように、バイブレータ表着部に油圧シリンダで左右旋回できる構造として、ベースマシンの旋回機構と併用操作することにより、よりバイブレータの作動範囲を広げた。

5-2 掻き均し装置

バケツ排出時において、骨材の分離を防ぐため、打込み面上1m程度以下の高さまでバケツを落して甫放する。低スラング等により、円錐形に推積する。また、ケーシングクレーン打設の場合は併に型枠附近へのコンクリートの移動等掻き均しが必要となる。

この作業も、低スラングや骨材粒径等により重作業である。現況の棒状では、押込みや掻き均すとは困難であった。

(対策)

図-3に示すとおり、ブレード方式で行ない、先端歯先形状を2通りで検査する。

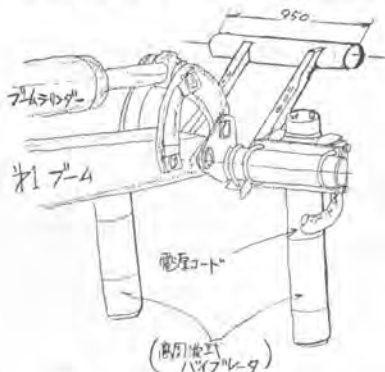


図-2 試作機

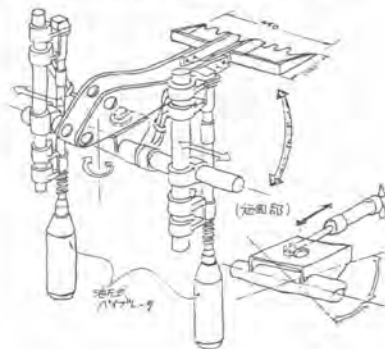


図-3 改良型

5-3 マスマシンの機動性

1リフトは1.5又は2.0mであり、打継ぎは2層層で施工されるので、骨材も硬化したコンクリート上から行うこととなります。1層打設後のコンクリート上から作業することが多い。本機のアムリーチの施工範囲では、十分届かないためコンクリート上での移動施工が大部分を占めた。このため、コンクリート上での機動性は、締固め直後の軟いところでの走行および施囲により履帯の沈下により、移動不可能な場合があった。また、同一箇所でくり返し操作した場合は、次第に沈下し、骨材の噛込みにより機動性がさらに低下した。写真-3にその時の状況を示す。



写真-3 走行状況

(対策)

1層目をバイアレッタで締固めると、ほぼ人間が歩ける状態となるが、現状の接地圧 0.23 kg/cm^2 (履帯幅 230 mm) では困難のため、接地圧の低減を図るため、低接地用 (接地圧 0.17 kg/cm^2 ・履帯幅 320 mm) に取換る。

5-4 機械のメンテナンス

コンクリートを扱う機械のメンテナンスとして、コンクリートの付着が問題となる。今回の試験では、作業終了後高圧水 (4 kg/cm^2) で洗浄したが、特に付着したコンクリートの硬化がはかれず、約10分

自程度で清掃するコトが出来れば、今後、走行駆動部の付着防止対策を検討しておく必要がある。
 5-5 その他の対策

通常、最大骨材径以上のバイブレータ径で一般に施工されているので、さらに強化するため、粗骨材最大寸法以上の200mmバイブレータを装着する。試作機は高周波バイブレータを採用し、高周波発電機を搭載したが、これによる騒音が大きく、強く感じられるので、本体の動力を使用する油圧式に変更し、機室室内に収納する。なお、動力源を別室外部より引込みする方法も検討出来るが、引込線が作業の邪魔になりやすいので、上記方法を選択する。

6 バイブレータ棒径による締固め効果測定概要

棒状バイブレータの性能はJIS A8610で、振動数、振幅、振動体質量が規定されている。これは、バイブレータ棒径に比例して能力が大きくなっている。そこで、これらがコンクリートの締固め効果(コンクリートの品質)に与える影響を測定し、試作機械のバイブレータ装着に役立てるために、棒径40φ、60φ、80φ、100φで振動伝達状況を調査した。振動計を図-4、写真-4に示す配置で取り付け測定した。

試験結果

6-1 振動伝達状況

水平および鉛直方向の振動をコンクリート表面上で振動レベル測定法結果を図-5,6に示す。

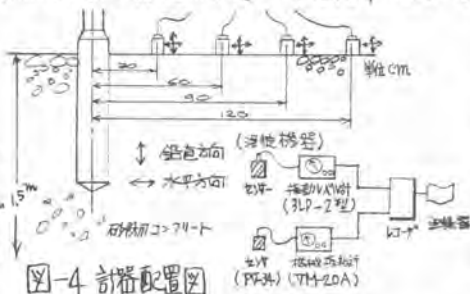


図-4 計器配置図



写真-4 測定状況

6-2 コンクリートの締固め密度変化

1m²に与える振動時間とRI密度測定器により測定した結果を図-7に示す。なお、各バイブレータ径による適正締固め所要時間をコンクリート品質面から把握することができる。

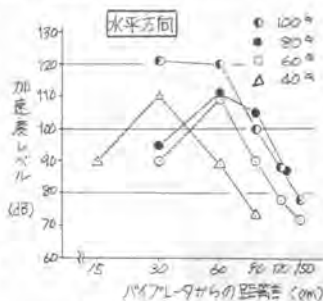


図-5 水平方向の場合

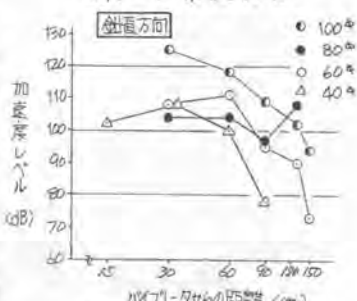


図-6 鉛直方向の場合

7 今後の方針

機械化施工が可能であり、今年度改良型を製作し現場試験を重ね、性能および適応性を高める。棒状バイブレータが、コンクリートの締固め効果をコンクリート品質面から検討し、本装置へフィードバックをして、バイブレータの押し引き作業を連続に出来る自動化を考へ、操作性の単純化を図っていく予定である。

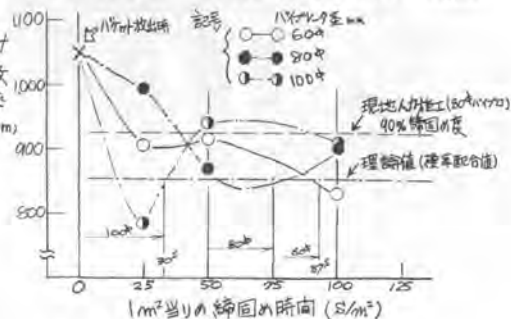


図-7 締固め密度

34. ケーブルクレーン打設における コンクリートバケットの遠隔開閉装置の開発

建設省阿賀川工事事務所 平山 建治・*上村 弘
鹿島建設(株) 塚本 克美

1 ま え が き

ダム建設に用いられるコンクリート打設用の機械には、ケーブルクレーン、クライミングクレーン、ジブクレーン等があり、いずれもコンクリートバケット（以後バケットという）を用い施工されている。このバケットの開閉はブロックの打設位置で地上に置かれた動力（エア）源から、サイクル毎にエアホースを人力で結合し、エアを供給し作業を行っている。

しかし、ケーブルクレーンを用いた施工は機械の性質上スパンが長くなればなる程、バケットの揺動及びコンクリート放出時のリバウンド量が大きいため、非常に危険な作業を強いられている。よってこれらを解消するため、動力源をケーブルクレーンのフックに装着することにより遠隔操作を行い、作業員の安全を確保するとともに、他の工種の作業員にバケットの接近を知らせる警報、夜間打設用の照明装置を備え、省力化、安全施工向上のため、策を施した。

これら大川ダムで行った概要を報告するものである。

2 バケットの揺動

バケットの揺動は、図-1に示すとおり、ケーブルクレーンが川の上下流方向に走行するために生ずる振れ、トロリーが左右岸方向に横行するために生ずる振れ、バケットの巻下げによる振れ、及びコンクリートの放出によるリバウンド等がバケットの振れとなって生ずる。

また、ケーブルクレーンでは特にスパンが長くなればなる程、

- ① 主索のたるみ量（サグ量）の増加
- ② 巻索のたるみ量、移動による変化
- ③ 主索及び巻索の伸の増加

等の運動が複雑に作用し、バケットの揺動が増長される。

図-2は、バケットの巻下げによるスパンと吊荷重の違いによる振れを実測したものであるが、スパン395 mでは、20~30 cm程度の揺動であるが、大川ダムのケーブルクレーンの様にスパンが695 mになると、70~80 cmと3倍程度にも揺動が増長され、エアカプラーの装着までに倍以上の時間がかかることになっている。

また、バケットの揺動をなるべく小さくする様な運転操作（振れ止操作）を行うため、横行、巻下げ等に要する時間も多くなっている。

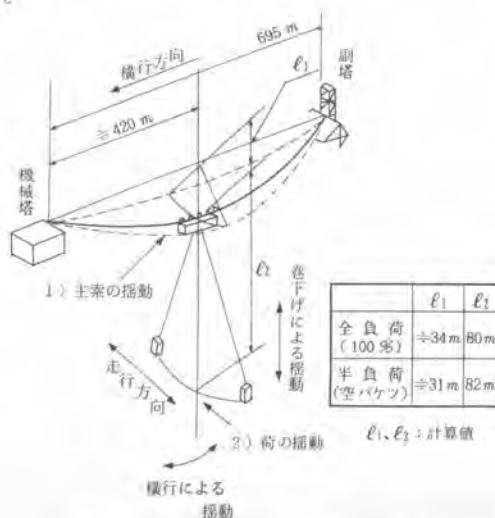


図-1 ケーブルクレーンの揺動方向

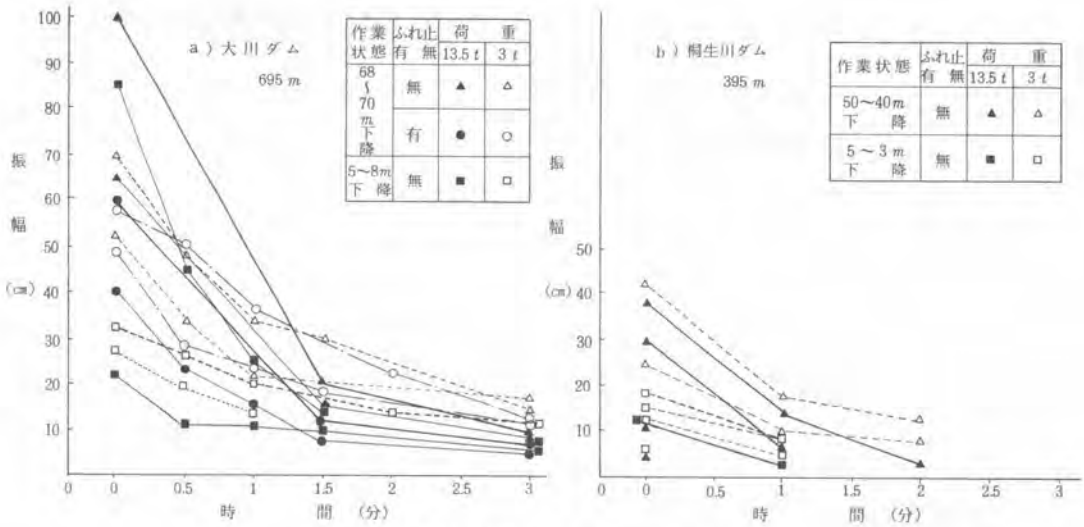


図-2 巻下げによる時間経過と振幅について

3. 遠隔操作装置の概要

バケット開閉用動力源について従来の地上からの動力供給方式を、ケーブルクレーン自体に設ける方式（発電機、コンプレッサーをケーブルクレーンフックに装備）に改造し、打設場所におけるエア供給のための人力によるカブラ着脱作業を省くこととした。

また、打設位置より離れた場所から、バケット開閉作業を制御するために無線信号を受信する受信器、電磁式コントロールバルブ等もフックに新たに設けたものである。

なお、この装置据付のために生ずる重量増は既設のカウンタウエートを取外す事により対処し、吊能力等の変更は行わなかった。

(1) 主要機器の仕様

イ) 発電機（エンジン式）

出力 28 kVA 電圧 220/110V 燃料タンク 105ℓ 重量 895kg

ロ) コンプレッサー（電動式）



写真-1 従来のコンクリート打設状況

写真-2 遠隔操作装置と打設状況

型式 ロータリー式 出力 0.75kW 能力 97ℓ/分 タンク容量 10ℓ 重量 10kg

ハ) 制御盤

開閉機 NFB 2P×15A、リレーポルティジセンサー 200V (ON) 185V (OFF)

ニ) 受信器

電源 AC 100～200V 50/60Hz、受信器 水晶制御スーパーヘトロダイン、重量 15kg

ホ) 送信器

電源 乾電池 (単三4本)、送信器 水晶制御、搬送波 70MHz帯微弱電波、重量(ケース共)3.5kg

(2) 機器の取付位置

イ) ケーブルクレーンフック部

発電機、制御盤、コンプレッサー、無線受信器、電子サイレン、スポットライト

ロ) バケット部

電磁バルブ、エア供給バルブ、三方コック

ハ) 地上

操作用無線送信器

(3) システム

図-3 にシステムブロック、図-4 にバケット開閉用エア回路を示す。

イ) 地上の送信器より発信するバケット開閉用信号は受信器に無線で伝搬され、制御盤を経てケーブルでバケットの電磁バルブを経てケーブルでバケットの電磁バルブを ON (開) OFF (閉) 操作する。

ロ) エアは、コンプレッサーより高圧ホースでバケットのレシーバタンクに常時供給されている。電磁バルブONでエアシリンダーへのエアの方向が変りバケットが開かれる。

コンプレッサーは、制御盤とアンローダにより自動運転される。

ハ) このシステムが故障した場合バケットに取付た三方コックを切替える事により従来どおりエアカプラ方式で開閉ができる。

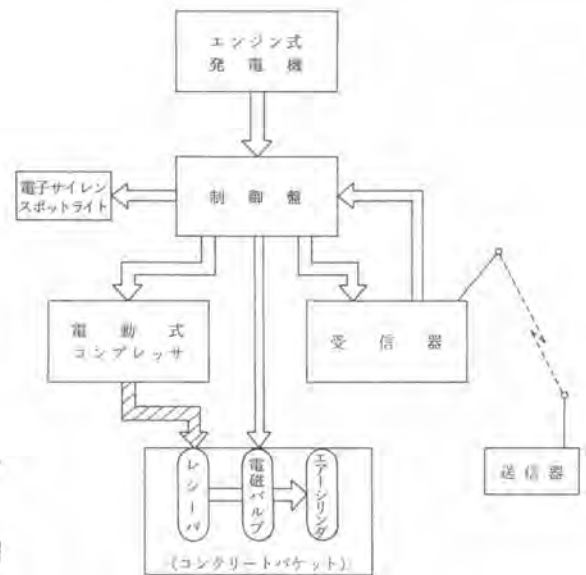


図-3 システムブロック図

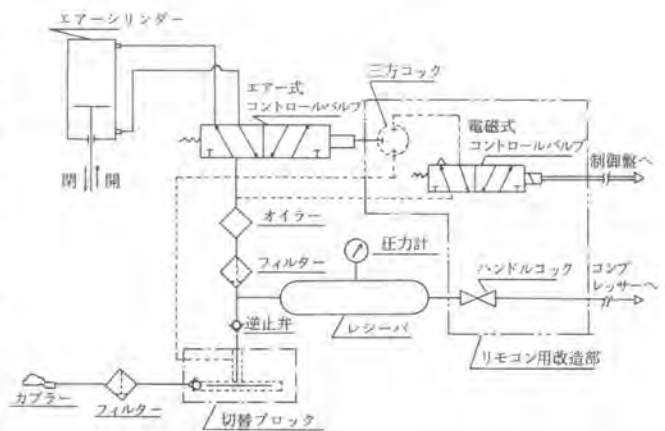


図-4 バケット開閉用エア回路図

4. 遠隔操作によるコンクリート打設

ケーブルクレーンによる施工は、スパンが長くなればなる程、構造物附近の打設がバケットの揺動のため特に難かしくなる。

図-5は、従来の施工法である地上からエアーを供給



図-5 コンクリート放出時間(従来施工)

工法によるコンクリートの放出時間を示したものである(実バケット巻下げ終了から、空バケットが巻上開始されるまでの時間)。図から、型枠附近は平均81秒(太丸10回平均)、中間部は38.2秒と型枠附近のコンクリート打設が2倍以上時間を要している。

また、従来の施工法と、遠隔操作によるタイムスタデーを図-6に示す。図は、バンカー線にてバケットにトランスファーカのコンクリートが積込開始から打設が完了し、バンカー線に戻るまでの時間を示したものである(プラントの混合時間及びトランスファーカの運搬時間等の待時間は除く)。図から従来の施工法と比較して、開発した遠隔開閉装置を用いた施工では、打設地点におけるコンクリート放出時間が45.9秒から23.9秒に短縮出来た(連続10回の平均値)。よって時間当たり作業能力に換算すると6㎡/Hも多く打設が出来ることになる(14BLの打設で組合せ機械の作業効率を加味していない)。

これは、バケットの揺動減衰を待ってエアーカブラーを取り付けていたが、遠隔操作方式では、これらにあまり左右される事がないものと思われる。

打設ブロック	0	100	200	秒	バンカー線からの距離	操作方法
14BL(A)	32.5	70.2	45.9	56.9	217 m	地上操作
15BL(B)	32.5	68.0	23.9	55.0	202	遠隔操作

図-6 ケーブルクレーン打設タイムスケジュール

5. ま と め

大川ダムにおけるケーブルクレーンのスパンは695 mと非常に長いいためバケットの揺動が大きく、さらに放流設備、型枠等の構造物が多いため既存の打設工法では困難となり、この装置を開発し施工を行ったものである。

今回開発した遠隔操作によるコンクリート打設を行った結果、①バケットと型枠等の構造物の間に作業員がはさまれることがない。②狭い場所でもバケットの開閉が安全に行える。③バケット開閉装置の故障が少ない(エアーカブラにコンクリートが附着し故障が多かった)。④警報装置、スポットラットの装着が可能。⑤サイクルタイムが短縮でき、組合せ機械等の単位時間当たり能力が増加する。など安全施工と省力化が計られた。

この装置を用いて、現在(8月末)まで25万㎡のコンクリート打設が順調に行われ、昭和60年3月、大川ダムの完成を目指し、ダム堤体のコンクリート打設に稼働中のものである。