

昭和50年度
建設機械と施工法シンポジウム
論 文 集

開催日：昭和50年10月15日(水)～16日(木)

場 所：東京ホテル浦島

東京都中央区晴海2-5-23 電話 (03) 533-3111

交 通：都営バス・晴海埠頭行き一晴海3丁目下車

同バスは国電の東京駅(八重洲), 新宿駅(四ッ谷駅～有楽町駅～銀座経由), 錦糸町駅, 日暮里駅等より出ます。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105 東京都港区芝公園21号地1-5

(機械振興会館) 電話 (03) 433-1501

昭和50年度

建設機械と施工法シンポジウム

論文集

社団法人 日本建設機械化協会

昭和 50 年度
建設機械と施工法シンポジウム論文集

— 目 次 —

1. 平面発破とリッパ作業による原石採取について…………… 働小松製作所 則包憲三, 東秋男 … 1
2. モノレールトレイン工法と施工例 …………… 日本国土開発働 熊谷憲一, 横江則男 … 3
3. 大型ローディングショベルとその将来性 …………… 日立建機 岡部信也 … 5
4. 開削工法におけるグラブクレーン車による土砂荷上方法…………… 省力機械働 仁木吉一 … 7
5. 湿地用連続掘削機について …………… 建設省近畿技術事務所 大橋嘉一 … 9
6. 切土法面整形機(試作機) …………… 建設省九州技術事務所 境友昭 … 11
7. 護岸造成機 …………… 建設省九州技術事務所 長谷川明孝 … 13
8. トラクタショベルの衝突振動 …………… 三菱重工 岸芳夫, 野上義正 … 15
9. ブルドーザ用油圧リッパの自動操縦装置…………… 働小松製作所 手塚巖 … 17
10. 転倒時保護構造(ROPS)の現況…………… キャタピラー三菱働技術部 瀬田幸敏 … 19
11. ホイール式油圧ショベルの公害および安全対策工法…………… 東洋運搬機 鈴木彌, 高橋美喜男 … 21
12. ショベル系掘削機の低騒音化について…………… 日立建機株式会社土浦工場 和泉鋭機 … 23
13. 低騒音形油圧ショベルの研究開発…………… 三菱重工 大久保智蔵, 松浦時治 … 25
14. 低騒音形ブルドーザの開発…………… 働小松製作所 豊田禎二 … 27
15. 空気圧縮機から発生する圧力波(超低周波音)障害の防止について…………… 鹿島建設 原田実, 鶴田政博 … 29
16. 炭酸ガスによる排水の連続中和試験…………… 日本鉄道建設公団 成瀬孝 … 31
17. 建設工事における泥水の処理 —日立P4C排水浄化装置の実例—…………… 日立建機 久保寺敬三 … 33
18. トンネル掘削に伴なう濁水処理システム…………… 働問組 加藤太重 … 35
19. 密閉グラブによるヘドロ浚渫について…………… 真砂工業株式会社 松本輝夫 … 37
20. ヘドロ除去機…………… 建設省九州技術事務所 東原豊 … 39
21. ヘドロ浚渫船の監視制御機構について…………… 東亜建設工業働 佐藤英輔 … 41
22. 垂直, 水平オーガスクリュを用いたヘドロ浚渫装置……………
株式会社大林組 斉藤二郎, 松尾龍之, 羽生田吉也 … 43
23. 「コンソリダーシステム」によるヘドロ処理工法について…………… 不動建設働 中村正邦, 田原一之 … 45
24. 泥水シールドの掘削土の処理設備について…………… 西松建設株式会社 松島寛 … 47
25. 高精度小口径管理設置装置とその工法(アイアンモールシステム)…………… 小松製作所 帆足建三 … 49
26. アーマー工法…………… 西松建設働 吉田弘 … 51
27. 三井ミニロードヘッダについて…………… 三井三池製作所 馬場高広 … 53
28. トンネル先進ボーリング施工例について…………… 建設省東北技術事務所 岩本忠和 … 55
29. ザリトロランスファースシステムについて…………… 西松建設株式会社 松島寛 … 57
30. トンネル工事における風道換気法について…………… 鹿島建設 原田実, 肥塚嘉剛 … 59
31. アスファルトプラントにおける新しい計量システムと低公害システム…………… 日工株式会社 西川辰男 … 61

32. A S L 工法（仮称）用 A C プラントの開発	株式会社間組 恵比寿隆夫	63
33. 辞 退		
34. 砂防ダム工事におけるコンクリートポンプの施工性	建設省北陸地方建設局 中邨脩, 広田五七三, 三賀広吉	65
35. 移動式生コンプラント車	丸友機械 山田春夫	67
36. コンクリート特殊打設機について	建設省関東技術事務所 鎌田政也	69
37. KOBE K 150 形ディーゼルパイルハンマ	神戸製鋼所 西村正二郎, 岡田博幸	71
38. 油圧杭技機「パイルリムーバ」の開発	日本国土開発 米倉徹	73
39. 無反動懸垂掘削機の開発	㈱利根ボーリング 池田修久, 浜村紘之	75
40. N I S P 工法	新日本製鐵株式会社 海輪博之	77
41. O M G 工法による地中止水連続壁体の造成	㈱大林組土木本部技術部 東正泰	79
42. プレハブ鋼矢板セル工法	新日本製鐵㈱ 石綿知治, 今野正喜	81
43. コンポーザー工法における施工管理機器について	不動建設 川上高広, 謝明潔, 勝原法生	83
44. 「深層混合処理工法」による施工例	不動建設㈱ 阿久津英智, 松沢諭	85
45. S E P “ K A J I M A ” による大形シーパース建設工事について	鹿島建設 佐藤寿	87
46. 太径鉄筋の自動ガス圧接工法	新日本製鐵株式会社製品技術研究所 横川孝男, 高野重雄	89
47. T S 式スリーブジョイント工法による太径鉄筋（D 5 1 ）の施工について	清水建設㈱ 姫路昭夫, 小野定	91
48. T S 式スリーブジョイントの鉄筋先組工法への応用	㈱サトースリーブエンジニアリング 佐藤一男	93
49. 塔状構造物の施工法と実績について	鹿島建設 五十嵐健治, 山下正路	95
50. 大屋根のリフトアップ	竹中工務店 宮口正夫, 落合実	97
51. けた式鉄道高架橋と架設機の概要について	日本国有鉄道 高橋浩二, 高岡博	99
52. T S 式スリーブジョイント工法 一性能テスト	戸田建設㈱ 山脇和三郎, 毛見虎雄, 小木茂	101
53. 鉄筋コンクリート構造物の部材別解体工法に関する基本的研究(1)	戸田建設 毛見虎雄, 平賀友晃, 小豆畑滋, 吉原長吉	103
54. 鉄筋コンクリート構造物のカッターによる部材別解体の施工(2)	戸田建設 小豆畑滋, 吉原長吉, 毛見虎雄, 平賀友晃	105
55. 油圧式コンクリート破壊機の改良実験	㈱竹中工務店 内崎誠, 落合実	107
56. コンクリート構造物とりこわしの公害防除に関する調査研究	中部地建 大宮武男, 福井昭二	109
57. アスファルト舗装への斜めジョイント適用の効果	イーシー機販㈱ 江島政司	111
58. 路面整正機の開発について	建設省中国地方建設局 星野日吉, 益本昭, 佐々木輝夫	113
59. 立軸ロータリー除雪車について	科学技術庁雪害実験研究所 青木鉄朗, 小林俊市	115
60. 路面圧雪除去の機械化について	北陸地方建設局 高橋岩一, 栗原敦己 国立防災科学技術センター 栗山弘	117

1. 平面発破とリッパ作業による原石採取について

(株)小松製作所 則包裹 東 秋男

1. まえがき

「砕石業実態調査報告書」. 砕石現場での業者の声を総合してみると 現在砕石業の最大の課題は 公害防止とコスト削減の二つに集約されるとなっても過言ではありません。一方 作業用重機の大形化が進み 特に大型ブルドーザのリッパ能力の向上は 公害問題を少なくする工法として採用できないか またコスト的にはどうかと云った声をよく聞くようになりました。

そこで平面発破+リッピング+ドーピング作業(以下予備発破工法と称す)について比較検討してみました。

2. 予備発破とは

ベンチ発破は 爆薬エネルギーで原石を破碎した後スローイングを行う。予備発破はベンチに比べ爆薬量を半分以下にして震動・騒音を少くし飛石などの危険を回避したのち、リッピングによって岩石を破碎しドーピング作業で運搬する。

3. 予備発破工法の採用条件

すべての作業現場で予備発破工法が有利ではない。下記条件を兼ねてなえている現場で採用される例が多い。

1) 大型発破ができない現場

2) 地質および弾性波速度……・柱状節理安山岩、亀裂の多い玄武岩、また砂岩、砂岩、礫岩、凝灰岩、粘板岩、頁岩などで亀裂の進んでいるもの、異質の岩石が2種類以上互層で埋蔵されている場所、古生代に属する風化の進んだ石灰岩などで採用されている。

・弾性波速度で1500~3000m/secの範囲が当工法の採用条件と考えられる。また3000m/sec以上ある軟石が多く埋蔵されている現場は予備発破が必ず当工法は適正ではない。

3) 地形について

急峻な山岳地帯の原石場で採用されるケースが多い。但しこの場合もブルドーザが山頂まで登る道路、山頂からオープンシュートする為の山裾部の平地造成が必要であることが条件です。

4) 岩質とプラント

- ・土や粘土のはさみが多い現場では当工法は採用されにくい。⇒製品の品質低下をまねく。
- ・ブルの履帯によってズリ量が多くなる。⇒ズリ再生設備のある場合はあまり問題にならない。

4. コストについて

コストとは 1トンの原石を採取するために必要な経費をいい 次の式で示される。

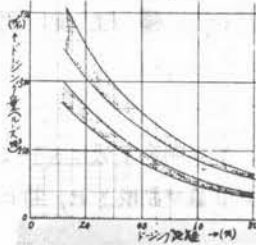
$$\text{コスト(円/t)} = \frac{\text{時間当り機械経費(円/h)}}{\text{時間当り作業量(t/h)}} + \frac{\text{時間当り発破経費(円/h)}}{\text{時間当り作業量(t/h)}}$$

ここでは 1つの事例研究に基づいてコスト計算を行ないました。

1) 作業量について

ここで言う作業時間は実効時間です(実効時間=稼働予定時間×時間効率; 時間効率は5%=0.93)

• ドージング作業量



左図はドージング距離と時間当り作業量です(何回かテスト結果)

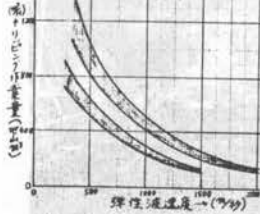
• 今回計測したD35Sの時間当り作業量

ドージング距離平均25m } 時間当り作業量
ベンチ広さ 約470m² } 215m³/h (理論)
平均掘削深さ 約2.5m } 比重2.5として
215m³/h × 2.5 = 537.5%

• 作業時間割合

作業区分	時間割合	作業時間
ドージング	45%	2時間27分
リップピング	20%	1'00.5"
掘削し きき出し	35%	1'00.5"
合計	100%	5時間27分

• リップピング作業量



左図は弾性波速度とリップピング量です。(何回かのテストデータ)

今回のテスト結果では

予備発破前の弾性波 1600~1700 m/s

予備発破後の " 300~500 m/s

時間当りリップピング量 1075 m³/h (理論)

• 時間当りさき出し爆破量

	予備発破	ベンチ発破
ベンチ高さ (m)		10
発破孔長 (°)	2.5	10
さき出し間隔 (°)	2.5	30
時間当り孔本数(本)	10	14
比重2.5として 時間当り爆破量 (t/h)	390	315
さき出し 弾性波速度 (m/s)	1500~3000	3000~5000

2) 機械経費と発破経費

	GRIT D35S	70-ドリル	コンクリート
償却費 (%)	4.125	1.204	1.013
機械管理費 (%)	1.968	348	225
修理費 (%)	4.040	938	675
燃料・油費 (%)	3.144		1,306
消耗品費 (%)		223	608
エレメントその他 (%)	94		155
労務費 (%)	1,000	1,000	1,000
即時機械経費 (%)	14.351	3,715	4,100

	予備発破	ベンチ発破	備考
時間当り爆破量(t/h)	23	45.1	216m³/h
AN-FO (t/h)	4725	9450	670m³/h
3割相引後 (%)	335	67	3割×3m 46%
電気配管 (%)	960	148	3割×2.5m 100%
爆薬費合計 (t/h)	6020	9665	
時間当り爆破量 (t/h)	39	350	
装薬比 (%)	59	129	
時間当り爆薬費 (%)	15.4	27.6	

3) コスト比較

	予備発破	ベンチ発破
爆薬費用 (%)	15.4	27.6
さき出し (%)	25.0	32.4
ブルドーザ (%)	26.7	
トータルコスト (%)	67.1	60.0

予備発破工法が7.1(%)高くなる。→ベンチ展開を改善すると次のようになる。

掘削し作業の時間割合35% → 15% (リップピング作業が20%増加)

ドージングとリップピングの割合がほぼ7:3なので (20×0.7/45=31) 31%

ドージング作業時間が多くなり 537.5 × (1+0.31) = 704% となる。

この時のブルドーザの経費は20.4%となりトータルコストは60.8%となる。

その他 原石採取全般からみれば 原石運搬費の低減、小割費用の減少などの長所も考えられる。

5. あとがき

現在、当工法の採用例が少なく、テスト回数も少ないので結論を出すには至りませんが、今後の課題として次のことが考えられます。

1) 現場に応じた予備発破方法の確立 → さき出し、さき出し深さ、装薬長など最適な基準の確立。

2) 掘削し等の作業時間を少なくする。また掘削距離を20m以内にするベンチ展開の検討。

3) さき出し深さを約3mなので効率のよいさき出し技術の開発。

以上を解決することにより 徐々にではあるが当工法が採用されるケースが多くなることを考えます。

2. モノレールトレイン工法と施工例

日本国土開発(株) 熊谷憲一, 横江則男

1 ま え が き

近年地下鉄, 共同溝などの大規模都市土木工事が増大しておりますが, その南削工法において通常揚土機(スキップ)により残土の搬出を行っている。この場合揚土機の位置が制限され, 特に交通量の多い交差点内の揚土機の設置は困難となり, その結果坑内掘削機による揚土機位置への集土距離が長くなると共に, 特に軟弱な地盤の場合は, ブルドーザー等による集土は不可能となります。このため, 人力掘削による割合が非常に大きくなり, コストの上昇と人力の確保及び工期が問題となっています。このような見地から開発されたのがモノレールトレインと呼ばれる坑内土砂運搬機です。

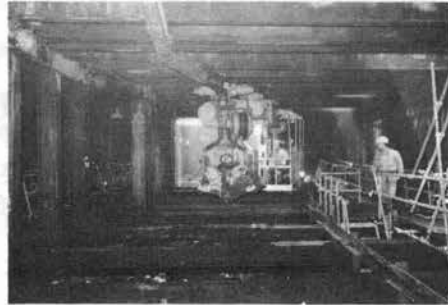


写真1 モノレールトレイン走行状況

2 工法の概略

覆工面上の揚土機と坑内掘削機との向をモノレールトレインにより連絡し土砂を高速運搬するものです。

施工順序

- (1) 坑内掘削機によりレール下に山積集土。
- (2) トレイングラブによる土砂のつかみ上げ。
- (3) トレインの揚土機位置への走行及び排土。
- (4) 揚土機によるダンプトラックへの積み込み。

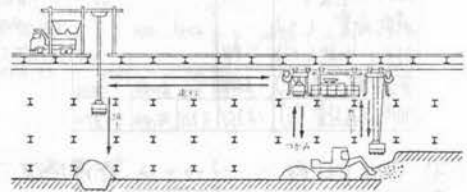


図1 施工概略図

3 モノレールトレインの構成と機能

(1) 仕様

重量 : 空車11.4t, 積載時14.0t

走行レール : I-300×150

操作方法 : 塔架操作, レバースイッチ, フットブレーキ

給電方式 : 塔架発電機方式

容量 : $0.8\text{ m}^3 \times 2\text{ 台} = 1.6\text{ m}^3$

場程 : 22 m

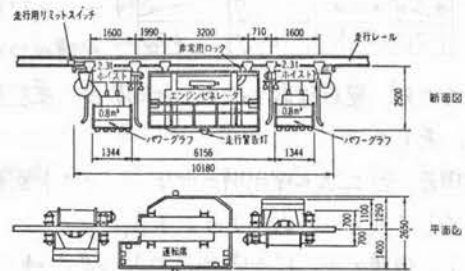


図2 仕様図

(2) 機器構成

- 電動油圧式パワーグラブ：0.8m³(ルーズ)×2台, 5.5KW
- 電動ホイス：2.3t×22m×2台, 11KW
- 走行装置(ボギー式)：ブレーキ付ギヤードモーター, 1.5kw×10台
- 発電機：防音型ディーゼル発電機 200V, 80KVA, 触媒式排気浄化装置付

(3) 作業能力

作業能力表

作業	能力	記事
走行速度	高速 100 m/min 低速 50 m/min	走行時 発進時
ホイス巻上下速度	18 m/min	
曲線走行	レール曲げ角 30° " 180°	R=3m R=5m
勾配走行	I = 30/1000	発進, 走行, 作業可能

4 施工例と実績

次に江東区大島地区の地下鉄工事において本機の実験施工を行った時の実績について示す。レールの仮設方法は図3のようであり、その時の機械人員の構成は図4の通りである。Eノレールトレインの運搬能力として、運転員1名の場合と2名の場合について図5, 図6に示した。

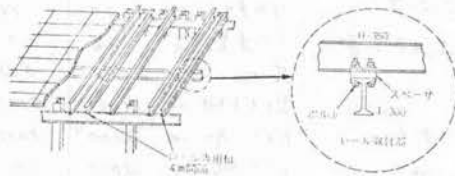


図3 レール仮設図

作業	機	数	注
掘削	パワーグラブ	2台	パワーグラブ 0.8m ³
運搬	Eノレールトレイン	1台	1.6m
	発進機	2名	
掘削	ブタブタ掘削機	1台	30mのレール
	定数員	1名	
	掘削主任	1名	
その他	レール取付機		
	Eノレール取付機		

図4 システム構成

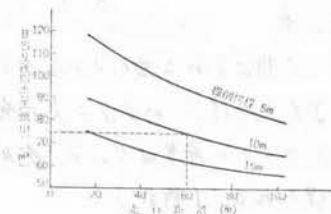


図5 運転員1名の場合

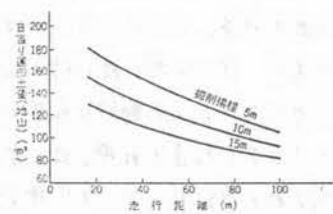


図6 運転員2名の場合

5 考察

運転員2名の場合には水平運搬距離100mで揚程5mの場合、日当り運搬土量が110m³(地山)であり距離方向の能力はよいが深さ方向ではかなり低下する。又この場合切梁間隔とトレインバケット間隔が一致する必要があり、支保工仮設時点での配慮と掘削機械の作業範囲に注意する事が大切である。最後にこの工法の利点についてふれると、(1)路面占用の縮小が可能。(2)軟弱な地盤に対して有利。(3)省力化、等があげられる。本工法の使用については、切梁中間杭等の仮設配置、レール取付部の強度、路面状況、対象土量、トラフィカビリティ、掘削工程等、総合的に判断する事が大切で状況によれば非常に効果を上げるものと期待される。

3. 大型ローディングショベルとその将来性

日立建機 岡部 信也

1. おえがき

近年開発された大型ローディングショベルは、強い掘削力と高い積み性能とを兼ね備えたもので、多くの作業条件において既存の積み機に対する優位性が実証されつつある。以下、構造、作業性、経済性を中心に、ローディングショベルの得失を紹介する。

2. ローディングショベルの仕様

表1に日立ローディングショベル(UH14ローダ、UH20ローダ、UH30ローダ)の主な仕様を示す。

3. ローディングショベルの構造

ローディングショベルは油圧ショベル本体にローダアタッチメントをつけたもので、アタッチメントの変更によりバックホウショベルに変更できる。

クローラ式走行体と全旋回式上回りを有する本体とローダアタッチメントからなり、エンジン出力は油圧に変換され、全ての駆動は油圧によって行われる。

図1に日立で開発した新方式のローダアタッチメントを示す。ブーム、アーム、バケット、リンク、油圧シリンダからなり、1本のレバ操作でバケットは水平に前方へ押し出される。レベルシリンダはブームシリンダと連

通しており、アーム押し出し時レベルシリンダによって排出される油がブームシリンダを縮めてブームを下げ、バケットは自動的に水平に押し出される。またこの際ブームシリンダに発生した圧力はレベルシリンダに伝達され押し出し力を増加させる。バケットの角度はリンク、チルトシリンダによって形成された平行リンクにより押し出し時一定に保たれる。(特許)

操作は油圧パイロット式、フィンガーコントロールである。

4. ローディングショベルの特長

積み機にはホイールローダ、トラクタショベル、機械式ショベル、ローディングショベルなどがある。大型分野では現在ホイールローダが最も普及しているが、ローディングショベルのメリットが各方面で実証されつつある。表2にそれぞれの積み機の得失比較一覧を示す。

ローディングショベルの主な特長は

(1) 掘削力が大きいので軟い地山掘削の場合は、ブル、リップなどを省略できる。バケット中当り



	UH14 ローダ	UH20 ローダ	UH30 ローダ
総重量 kg	36,000	48,000	73,000
エンジン出力 1/1rpm	200/1,800	300/1,670	400/2,000
旋回速度 rpm	4.7	6.0	4.1
走行速度 km/h	2.2	2.5, 3.8	2.0
接地圧 kg/cm ²	0.72	0.88	1.04
最大掘削半径 mm	8,465	9,140	10,700
最大ダンプ高さ mm	6,000	7,000	8,300
最大掘削力 kg	18,000	30,000	38,000
バケット容量 m ³	1.6~2.0	2.6~3.5	3.7~4.4

表1

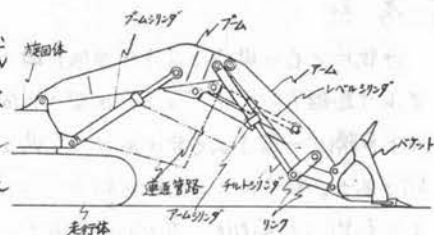


図1

掘削力; UH20ローダ 13.7 t/m, 30⁺級(5⁺級)
ホイールローダ 約6 t/m, 40⁺級トラクタショベル 約6 t/m

(2) 掘削積込み性能が良く特に中以上の硬い現場での作業量がホイールローダなどに比し大きい。図2にこの傾向図を示す。

(3) 水平押し出し機構をもつローダアタッチメントと全旋回式上回りにより走行しないで掘削積込みを行うことができるので足回りの寿命は極めて長くまた燃料消費量も少なく省エネルギー(作業量/燃費の比が大)となっている。

(4) 操作は油圧パイロット式2本レバ方式であり疲労が少なく自動水平押し出し方式により短時間で運転に習熟することができる。また旋回によって積込むので振動が少なくオペの疲労が少なく。また悪い作業環境に対しても機械の構造上対処しやすい。

(5) 移動性は劣るがUH20では高速段3.8km/Hを有し従来の油圧ショベルの約2倍の高速走行が可能である。

	ローディング ショベル	ホイール ローダ	トラクタ ショベル
掘削性能	◎	△	○
積込み性能	○	◎	○
足回り寿命	◎	△	○
経済性	◎	○	○
省エネルギー	○	△	△
移動性	△	◎	○
操作し居住性	◎	△	△
軟弱地性能	◎	△	○

◎ 優れている ○ 普通 △ やや劣る

表2

5. 日立ローディングショベルの経済性

積込機の経済性を表わす指標として m³ 当りのコストについて試算し比較したものが図3である。作業条件は図2の作業難易度“中”程度の小割破碎岩積込みとしUH20を100とした他積込機の相対コストを表わす。(総ての作業条件が全く同一ではないので現場によって多少のバラツキを考慮する必要がある。)

経済性に関してのデータは未だ不十分ではあるが おおよそ次のことが期待できる。

- (1) ローディングショベルは他の同級積込機に対しコストが25~35%安い。
- (2) 最も普及しているホイールローダに対し中作業で25%程度コストが安い。掘削を伴わない軽作業ではコスト差は縮まるが重作業では作業量差の増大、破碎コストの低下によりコスト差はさらに増大する。

6. まとめ

以上日立ローディングショベルについて紹介してきたが、ローディングショベルは大型積込機の分野で強い掘削力と大作業量を生かして従来の機械ではできなかった新しい現場設計を可能とし作業コスト大々低減に寄与するものと期待する。一例として現場によってはリツバ+積込機の組合せもローディングショベル1台におきかえることが可能である。今後ともユーザー各位のご指導をおおきより一層信頼性の高い経済的な機械にしてゆく所存である。

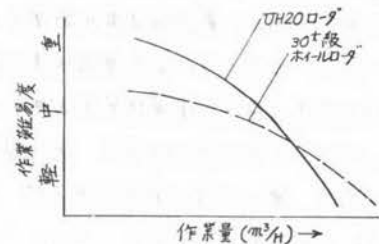


図2

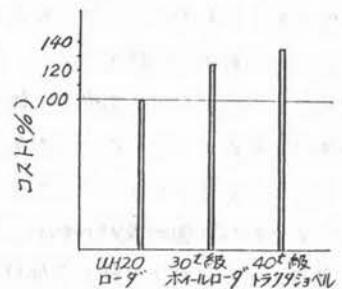


図3

4. 開削工法におけるグラブクレーン車による土砂荷上方法

省カ機研株式会社 仁木 春一

1. 緒論

このシンポジウムは、電動掘削バケットPOWER GRABの特長と応用例グラブクレーン車による土砂荷上方法について説明するものである。電動掘削バケットは我が国において13年前に開発され、土木建設分野では10年が経つ。地下鉄、共同溝、ビル基礎掘削等の荷上用として実用化され、0.5m³~4.0m³迄の積積が約400台実動している。POWER GRABの特長として、掘削装置をバケット自身に内蔵して行う構造上、

- ① 掘削装置のワリヤー掛か不要はりと開削用ウインチ分のコストダウンが計れる。
- ② 掘削力が強力で掘削物に合せた設計である。
- ③ 自重が軽くとして現山掘削。
- ④ 重心が低いのと安定度が高い。

以上の特長の他に、最近の使用の簡便さ、静かな作業音等が歓迎され都市工場の土砂荷上に普及しつつある。このように土木建設作業に普及してきたのもPOWER GRABの特長を生かして様々な応用を研究し開発された結果であり、現場工事の省力化、能率化、安全化を使用者はより現像者と共に努力してきて賜物であり、他の国ではあまり例を見ないものである。POWER GRABは掘削、掘削、掘削作業に最適であるが、これらに適用装置を開発する車により益々効力を発揮している。その代表例としてグラブクレーン車を紹介する。

2. POWER GRAB 応用例 | グラブクレーン車

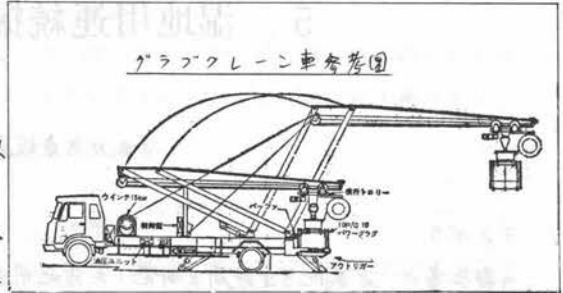
本機は開削工場の土砂荷上装置でありPOWER GRABに力ける応用装置としては、最新式でありかつ画期的な機種である。可動に移動型簡易土砂荷上機グラブクレーン、天井自走型土砂運搬機モノレールグラブ等と、数多く開発納入してきている。このグラブクレーン車は施工環境のより高度な社会的ニーズに応じて開発された機種である。現在土砂荷上方法はグラブホッパー、グラブクレーン、そしてクローラークレーンに分類されるが、3種類に大別できるが、それぞれの特長を施工条件に合わせた使い分けが求められるようになってきている。例えば、

- ① 屋根のりすべりかのお路工占掘削が可能になり工区。
- ② 道路近所中が細くアーム旋回ができており所。
- ③ 路面電車用架線下での土砂荷上条件の付帯する所。
- ④ 鉄道、道路、歩道橋等のガードを有しての区下又は両側を施工する工区。

本機はこれらの条件で作業しやすいうち、手すり荷上機本体をトラック搭載式として稼働性を高め、次に伸縮機構を細化してクレーンに応用した水平リンク機構を採用した。(参考図参照の車)。

この方式ならばアームは常時水平に保持され、それにより横行トロリーを装着できる。そうする車により従来のクレーンの機能をそのまま満たし、かつトラッククレーンの相互簡易性を併せ持つことが

びさる。次に能率の面からクレーン容量は1噸必要と付り、そのトラックキャリアーは利用性を考え普通免許能く運転できる4トンキャリアーで差走したのであるが、当然車軸制限重量をオーバーしてしまつた。すなわち全装備制限重量8トンから車軸自重を8.8トンと3/4と5.2トンに、クレーン本体、シャシ、バケット



その他を加味すると、バケット、シャシは重量加工はできないので、クレーン本体とその他の加工などの低コストで済ませるが、本機完成年度の別際降下。中型キャリアーに出来だけ容量の大きいバケットと揃える事、この一見二律背反するテーマと達成する為には、可能な限り余分な贅肉をつける事はないよう考え配付したのである。その代表例は旋回機構と装備しなかつた事であり、又取付の許容はもうどこにも残っていないのである。これにより軸圧バケットはローの直線方向と、上下移動するのみであるが、現在の所配動して6ヶ月ほどか、路上南側現場における作業にはほとんど支障はない。そしてごく近い将来に向けて旋回機構と装備した機種を計画中である。そうすれば、同じ部品の不足は場所でも、このクレーン車の胎にガンコに打ち込んで復旧作業が可能となっていくであろう。しかしその場合はトラックキャリアーも大型にするには止むを得なくなり、コストも上昇すると思うが、その半面便利さにおいて格段の価値が生じる事であろう。

本機は以上のような創意工夫と適て完成された結果、従来の工事用に装置では出来なかつた数々のメリットを有する事となった。それは以下の様な特長である。

- ① 相互収納は操作スイッチにタッチで十分以内に完了する。
- ② 機動性があるから必要時以外は路上を解放出来る。
- ③ 電動操作の作業者が乏しめである。
- ④ 従来のような相互解体運搬費用が一切不要となった。
- ⑤ 工区間の移動も数十分以内が可能。

このような特長を持つ本機は、POWER GRABがあつてこそ初めて製造可能となり完成出来たのである。したがってPOWER GRABのみが持つ得るその優れた特長と性能から、使用範囲は大人広く、現在の使用分野は未だ氷山の一角にすぎない。これから超大型のPOWER GRABとか、視覚、触角の機能をもつたPOWER GRABによる海底探査作業等の開発が期待され、必然的にこれ等の応用装置も開発研究しなくてはならぬ。

5. 湿地用連続掘削機について

近畿地方建設局 近畿技術事務所 大橋 嘉一

1 まえがき

この報告書は、近畿地方建設局で開発した湿地用連続掘削機について、開発の目的、機械の仕様、関連機械との組合せ施工による連続土工システムの概要についてとりまとめたものである。

2 開発の目的

従来の掘削機では、軟弱地盤での掘削運搬作業に制約をうけるので、これらの問題を解決し、大容量掘削を効果的に連続して行い、且つ附属設備を少なくして機械経費の節減と、労力の省力化を図るために開発したものである。

湿地用連続掘削機は、シフトブルコンベヤ、ホッパ、シフトマシン、トランスファコンベヤ等と組合せて施工する。

3 機械の仕様

(写真-1)

● 連続掘削機 (表-1)

型式	全油圧駆動方式	掘削半径	7,800mm	前方コンベヤ	
理論掘削量	500m ³ /h	掘削半径	10,600mm	ベルト巾×速度	750mm×200m/min
最大掘削高さ	4,000mm	エンジン	4サイクルディーゼル	コンベヤ機長	6,500mm
最大掘削深さ	500mm		194PS/1,800rpm	後方コンベヤ	
最大積込み高さ	4,000mm	総重量	50t	ベルト巾×速度	750mm×240m/min
最低積込み高さ	2,600mm	接地圧	0.37kg/cm ²	コンベヤ機長	10,200mm
バケット容量	0.15m ³ ×8個	全山長	18,900mm	シャフト中心間距離	4,500mm
バケット回転数	7rpm	掘削山	4,800mm	掘削山	1,500mm
走行型式	履帯式	全高	4,600mm	型式	三角シュー式
走行速度	0~0.7m/h				
登坂能力	15%				



● 連続掘削機概要図 (図-1)

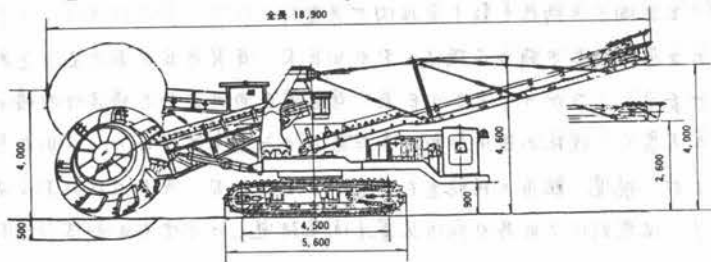


写真-1、表-1、図-1に掘削機の仕様および概要を示す。

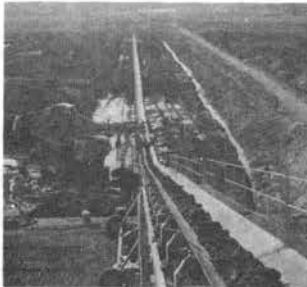
主な特長は

- 本機および組合せ機械は軟弱地盤上での作業が容易に行えるよう、特に接地圧を低くしてある。
- 本機は前方コンベヤと、後方コンベヤは夫々別々の方向を自由に選択できる。
- 本機による掘削後の地盤は、高低差が小さい。
- 本機は掘削土に適したバケットおよび履帯を交換することにより、軟弱地盤以外の地盤でも作業が可能である。

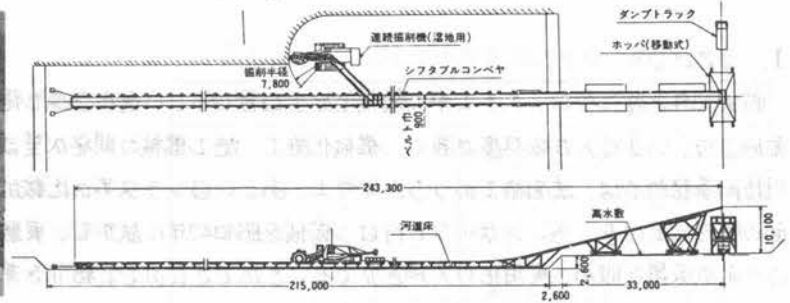
4 連続機械との組合せ施工による連続土エピソードの概要

掘削機と組合せ施工する組合せ作業図は、写真-2、図-2のとおりで、組合せ機械としては、シフトブルコンベヤ、ホップ等があり、必要に応じてトランスファコンベヤを組合せて施工する。

(写真-2)



● 組合せ作業図 (図-2)



組合せ機械の概略の仕様は、

表-2のとおりで、シフトブルコンベヤも軟弱地盤上での作業を可能にするよう、特に接地圧を低くしている。

ホップについては、シフトが容易にできるようにタイヤ式としている。

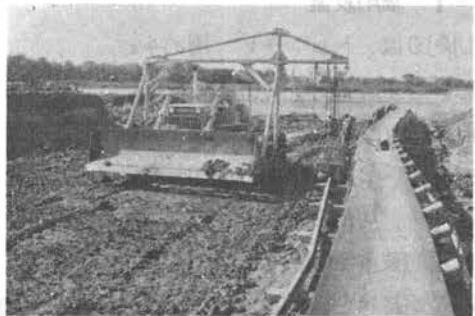
シフトマシン(写真-3)は、シフトブルコンベヤをシフトするときを使用する機械で、超埋地ブルドーザにシフトヘッドをとりつけた機械である。

また、中継ぎ用コンベヤとして、トランスファコンベヤを使用し作業効率を高めるよう配慮している。トランスファコンベヤとは、シヨベル本体にコンベヤを装着したもので自走式で掘削機に追従してシフトブルコンベヤへ土を運ぶ機械である。

● 組合せ機械 (表-2)

■シフトブルコンベヤ		■ホップ		■シフトマシン	
ベルト幅	900mm	容量	35m ³	型式	小松D60PL-6超埋地
トラフ角	30度	引出型式	エプロンフィーダ形式	全長	5,215mm
ベルト速度	120m/min	搬出形式	ダンプトラック	全高	4,130mm
運搬量(平均)	200m ³ /h	全高	8,000mm	構造長	2,935mm
(最大)	300m ³ /h	全幅	5,740mm	標準高	1,200mm
水平長さ	243.3m	引出部地上高	3,200mm	構造重量	0.23kg/cm ²
傾斜長さ	11.7m	移動方式	タイヤドーザ又はブルドーザによる牽引式	エンジン	140PS/1600rpm
傾斜角	15度	総重量	31ton	移動装置	オーバハング形
駆動方式	電動駆動方式			全長(装着時)	5,600mm(※)
シフト方式	埋地用ブルドーザに搭載シフトマシンによる牽引式			全高	4,100mm(※)
総重量	70ton			構造	鋼管及鋼板製
接地圧(覆削面上)	0.11kg/cm ²			吊上能力	5ton
(高水敷上)	0.8~0.9kg/cm ²				

(写真-3)



5 あとがき

野洲川改修工事用機械として開発した本掘削機は、埋地用の連続土エピソードとして一定成功したものと認められる。然し未だ充分とはいえず試験段階の域を出ておらず、部分的には改良の余地を残している。

今後は残る課題を早期に解決し、本機の性能および長所を生かし更に使い易く、効率の良い連続土エピソードの完成に努力していきたい。

6. 切土法面整形機 (試作機)

建設省 九州技術事務所

境 友 昭

1. はじめに

戦後30年を経た今日、土木工事の機械化施工は著しい進歩を成し得たが、その中にあって、法面施工は、いまだ人力依存度が高く、機械化施工、施工機械の開発が望まれているところである。九州技術事務所では、法面施工のうち、マサ土、あるいはシラス等の比較的ユニフォームな土質の切土法面の整形仕上げを、チェーンカッタで行なう機械を昭和47年に試作し、実験改良を重ねてきたが、ここに一応の成果を収め、実用化のメドを立てることができたので、紹介を兼ね、その概要を報告するものである。

2. 切土法面整形機の概要

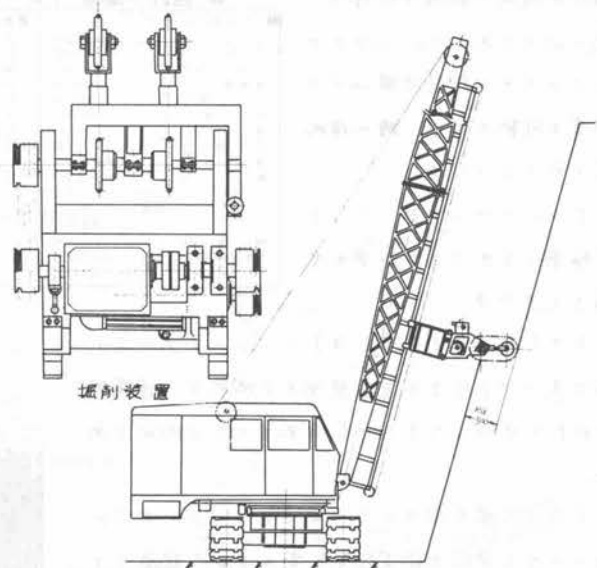
切土法面整形機は、土を切削する掘削装置と、掘削装置を所定の法面形状に沿って移動させる送り装置、および機械系全体を重力的に安定させるためのベースマシンから構成される。第1図は、切土法面整形機の全体図である。

2-1 掘削装置

切削刃は、トレンチャー用のチェーンカッタを流用し、2列並列にし、掘削幅を50^mとした。最終軸の回転数は110～450 R.P.M. 最適回転数は260 R.P.M.、切削周速度5.4^m/secである。掘削装置のフレームは、6^mの鋼板製溶接箱型構造とした。動力源は5.5^{kW}の電動機で、トランスミッションを介し最終軸へ伝達する。掘削装置の全効率70%である。

2-2 送り装置

送りは、縦送りと横送りで構成される。縦送りは、横断面に沿う法面の整形を行なうもので、全長13^m、有効整形法長11^mのブーム・ガイドレールで構成される。横送りは、縦断方向に4行程2^m幅の整形をベースマシン静止のまま行なうためのもので、全長2.2^m有効整形法幅2^mのブーム・ガイドレールで構成される。縦送り機構は、ブームに設けたエンドレスのワイヤーロープで駆動し、横送り機構は、スワリュースピンドル(0.4^{kW} 電動機)で駆動する方式である。



第1図 全体組立図

2-3 動力

掘削装置および各送り装置の動力は全て電動機で、電力の供給は、出力10PSの発動発電機から取られる。制御は、スイッチ切換によるマニュアル制御である。施工法がシーケンシャルであるため、電気系の自動シーケンス制御が可能である。

3 切土法面整形機の性能

第1表に性能諸元を示す。整形能力は、対象土質によって異なるが、シラスのように粘着力の弱い土層、整形能力に優れる。掘削可能な対象は、軟岩I（建設省分類による）までで、山中式表面硬度で35°程度まで可能である。ただし、100mm以上の玉石を含有する土質には適応できない。また、掘削速度5.4%/secで土を掘削するので、土の粘性抵抗が大きいと、そのエネルギー吸収が大きくなり、掘削に供される動力が相対的に小さくなり、整形能力の低下をきたす。

整形後の法面は極めて平坦性に優れており、不陸は標準偏差で2cm以内である。

整形法面の仕上り勾配は、1割から3分である。

第1表 切土法面整形機の性能・諸元

項目	諸元		
法面整形機の 土工性能	整形能力	土質	掘削深さ 15cm 30cm 50cm
		シラス	50% 50% 30%
		マサ土	45° 35° 30°
	軟岩I	30 28° 25°	
仕上り精度	偏角 ±1°20'以内		
	表面高さ ±2cm以内		
整形法長	最大11m		
掘削装置	形式	チェーンカット形式	
	掘削幅×深	50cm x 50cm(最大)	
	終軸回転数	160, 260, 420 R.P.M.	
	動力	5.5kW サイクロ減速機付電動機	
	縦送り	1.0~2.0%/min インボスウィンチ	
	横送り	2.2%/min スクリュースピンドル	
	全重量	850kg(製作重量)	
発動発電機	名称	発電照明車	
	規 格	7.5kVA	
	出力	220V 60Hz 3相	
ベースマシン	形式	万能掘削機 油谷Z4BⅢ	
	フォーム長	13m	
	重 量	1.9ton	

4 あとがき

切土法面整形機による施工は、法面長10m程度ごとに分割してなされる。これは丁度小段を設ける位置である。したがって施工は、1) 小段の位置まで汎用機で開削する。2) 荒切りされた対象法面を切土法面整形機で整形する。3) 更にその下の小段の位置まで開削整形する、というサイクルである。



写真-1 仕上り後の法面

試作機のベースマシンは、油谷Z4B万能掘削機本体を用いたが、実用化の段階では、汎用型のクローラクレーンを用い、アダプタにより専用フォームを取付ける構造とすれば、経済的と考える。

最後に、本機は日本建設機械化協会九州支部長、秋竹敬実氏のアイデアによるもので、計画、試作にあたり、御指導御鞭撻を戴いた同氏に深く感謝の意を表する次第である。

7. 護岸造成機

建設省 九州技術研究所 長谷川明孝

1. まえがき

治水路護岸工事は、土木工事のうちでも特に人材依存度の高い工種である。本機は、従来のブロック積みに加え、コンクリート矢板を斜に打込み護岸としての機能を持たせ、施工の省力化、効率化を新すために開発した、大傾斜杭打機である。海岸や小河川では、コンクリート矢板を連続して垂直に打込み護岸とした例は多いが、大河川に適用できる傾斜コンクリート矢板による護岸施工は、例を見ないので紹介するものである。

図-1 工法の比較

2. 在来工法との比較

在来の一般的な治水護岸工法は、(1)板締め切り、(2)水替え、床掘り、(3)基礎杭打ち、基礎コンクリート打設、(4)ブロック、又は石積み、(5)埋戻し、板締め切り撤去という手順

を経ていたが、護岸造成機は、前記(1)~(5)までの工程を省略し、施工の合理化、省力化を新すことができる。

3. 主要構造

本機は、21吨級万能掘削機本体をベースマシンとし、これに3英支脚の巻揚式リーダ、リーダ制御装置、矢板打込みフレーム、アウトリガーなどの各装置を架装したものである。

矢板の打設は、斜杭打ちに適する弾簧動式のラム重500kgのローゼルパイルハンマを使用し、打撃力の不足は、水ゼット(水圧式)を併用することで補っている。特に本機は、一般の杭打機と異なり、連続して精度の高い斜矢板の打設が必要なことから、正確な打出しが要求される。

このためリーダは、油圧シリンダとリンク機構により、前後方向±200mm、射出方向±500mm、左右水平方向±200mm、傾斜角±10°の微調整が可能で構造になっている。

施工角度は、水平から33°41' (1割5分)まで、矢板長さ10mまで打設可能である。

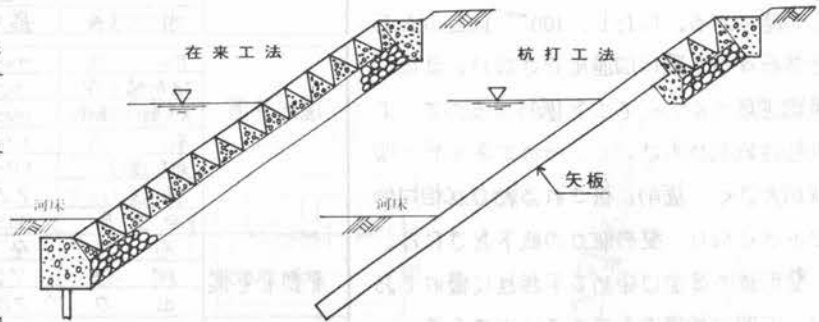
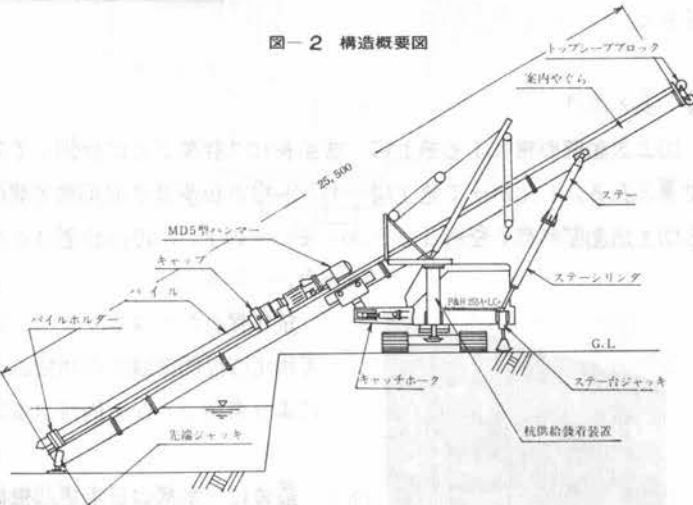


図-2 構造概要図



3-1 仕様

作業方式	ワイヤールハンマー(水ゼット併用)による打込み方式	リ-ダ調整範囲	(1)前後方向: ±200% (2)射出方向: ±500% (3)左右掠水角度: ±10° (4)前後繰動: 0~65 (5)左右水平方向: 200%
本体	型式: ショベル系振動機 (P&H. 255A-LC) 本体重量: 2160kg 全装備重量: 直打時 37.64kg 斜打時 42.20kg 最大接地圧: 0.7 kg/cm ²	ワイヤールハンマー	型式: 三菱MD-5改造型 駆動方式: 摩擦動 ラム重量: 500kg 一打撃仕事量: 1.350 kg-m
リ-ダ	型式: 鋼管三脚支持 傾動方式: 油圧シリンダ リ-ダ全長: 斜打時 25.5m 杭打可能傾斜角: 60°(水平より30°)	杭供給装置	型式: 油圧作動ジブフレーション 定格荷重: 2.5t
		射水装置	吐出圧力: 7 kg/cm ² 吐出量: 0.25 m ³ /min

4 作業実績

41. 47年度の試験施工の後、48年度に筑後川工事小森野護岸、49年度に筑後川工事合川護岸の各工事を施工した。施工延長は160mで、実績を、表-1に示す。なお柱状図や排水工所から、砂質土でN値25程度までの所は、充分施工できることがわかった。

本機の施工速度は、矢板(9m)1本当たり所要時間60分、作業時間を

表-1 作業実績

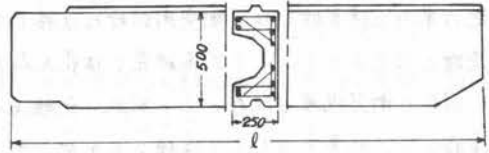
施工年度	杭打込み本数	江川の使用位置	施 工 場 所						打撃回数	費入量(kg/回)	工数(H)	備考
			岸辺	花出	打撃	移動	その他	計				
47	100	前面	12-07	9-28	12-46	7-03	7-56	66-16	1,540	6.64	6.63	延長 10m
47	20	前面	15-56	13-15	15-08	6-51	6-41	57-51	1,255	5.18	4.7	延長 9m
	20	後面	10-32	10-36	15-48	4-56	4-08	46-00	1,426	5.40	3.25	"

mとなる。

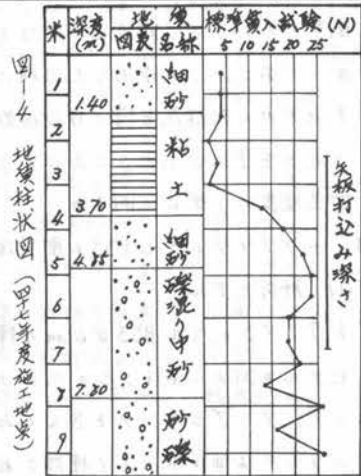
(6) おわりに。

45年度より造成機の適用性について調査してきたが、いずれも工事規模が小さく、したがって資料もまだ不十分なものである。しかし今迄の実績から、本機開発の目的である施工の合理化、省力化の他に工期の短縮など有効なメリットのあることが確認されている。反面ハンマーの打撃力及び足廻りの強度不足、礫、卵石等のある所及び曲率の大きい曲線部の施工不能、矢板価格が高いことなど大きな問題も残っているが、適切な現場条件下であれば充分適用性のあることが確かめられた。今後、さらに問題点の解決を計り、矢板打込み法による護岸施工という新工法の確立に努めたい。

図-3 コンクリート矢板



- (1) 枚板: プレス鉄筋コンクリート
- (2) 規格: 巾50cm x 厚さ25cm x 長さ9m
- (3) コンクリート圧縮強度: $\sigma_{28} = 670 \text{ kg/cm}^2$ 以上



8. トラクタショベルの衝突振動

三菱重工業 岸 芳夫 野上 義正

1. まえがき

整地、掘削作業を行うトラクタショベルは、その最大掘削力でも掘削不可能な場合は、衝撃掘削作業を行うことがある。建設機械としては、このような厳しい使用条件に対しても、塑性変形を生じない適正な構造設計を行う必要がある。従来、トラクタショベルの衝突時の強度計算は、類似種類の衝突時の加速度を基に静的な立体骨組構造解析を行って来たが、更に限界設計による軽量高性能化を図るには、衝突時の過渡現象を正確に把握する必要がある。そこで下記のことを実施した。

- (1) 走行中の車両が障害物に衝突した場合の解析手法を確立し、汎用解析プログラムを開発した。
- (2) トラクタショベル BS3 の衝突振動の解析及び実験した。
- (3) これによって、トラクタショベルのリフトアームの適正な構造設計を容易にした。

2. 衝突振動の取扱い

走行車両と障害物とは、衝突開始時には接して一体の構造物と考えられる。そこで本研究では最大た力の生じる1回目の衝突現象と線形として取扱い分離後の解析は省略した。計算手法としては種々あるが、ここでは主強度部材の最大た力と支配するのは振動モードの初めの数回までであり、しかも構造の減衰は小さいので立体骨組系のモード解析を行い、これから規準度探理論により図1に示すような互に独立な幾つかの自由度系を作りこれらの過渡応答を重ね合わせる、いわゆる1-マール

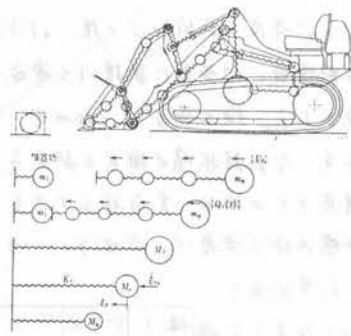


図1 衝突振動

モード法を採用した。衝突現象の扱いとしては、走行車両の各質量に衝突速度と生じるような力積が瞬間的に作用したと考えた。何故ならば本問題のように走行車両の衝突速度が与えられても、衝撃力の大きさは構造物の弾性をその他に関係し一般的な力の釣合方程式に外力の形と与えられないからである。この作用した力積により各振動モードは、それぞれの初速度を得て自由振動を行う。全体の応答はこれらを重ね合わせることにより得られ、その大きさは衝突速度の1乗に比例する。

3. トラクタショベル BS3 の衝突振動の解析及び実験

(1) 解析モデル

トラクタショベル BS3 が 6ton の障害物に衝突する場合のモデルを図2に示す。ショベルリンク機構はリフトシリンダ、ダンブシリンダを含んでおり、この左右のシリンダは油圧ホースで連結されており、満心荷重が

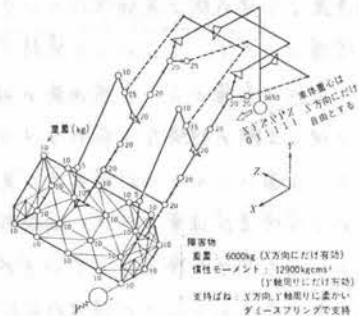


図2 振動モデル

加わっても左右のシリンダには等しい軸力が作用するので、適切なモデル化が必要である。油圧シリンダの剛性はロッドのみではなく回路内の油の圧縮性、ホースの弾性も考慮して等価な値を設定した。

(2) 衝突振動の計算

速度 7 km/h で 6 ton の障害物にシヨベル左端で衝突した場合の主要部材の過渡応答を図3に示す。この図によれば、構造形状の影響は少く、計算及び実験の誤差範囲に含まれる。また応答波形の傾向は実験とよく一致し、最大応力の生じるのは衝突後約 0.65 であり第1次モードの $1/4$ 周期に近い。部材力の分布を図4に示す。この分布形は静的掘削作業時の分布に類似して、シヨベル左端が衝突した場合に衝突側のサイドメンバは大きく変形しようとするが、反対側のサイドメンバは変形が少いためフロスマンバのねじりによって両者の相対変形が拘束され、その結果、衝突側と反対側のサイドメンバに大きな曲げモーメントが生じる。したがってリフトアームの設計にはサイドメンバの曲げ強さとフロスマンバのねじり強さを同等に計画することが重要である。また、この時に生じる部材力は最大掘削作業時の約 $2 \sim 25$ 倍である。

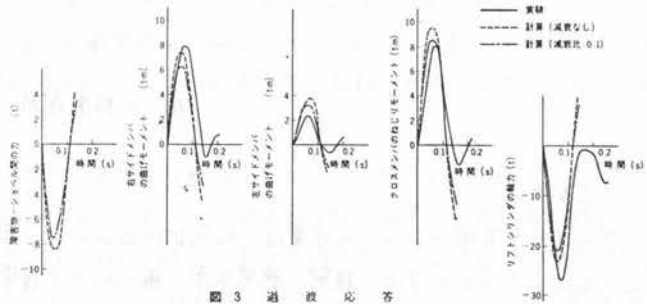


図3 過渡応答

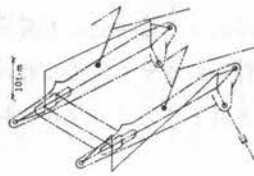


図4 6tの障害物の端にシヨベル左端が衝突したときの曲げモーメントの計算結果

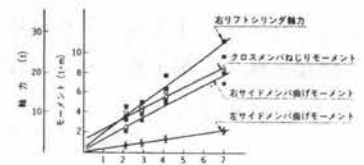


図5 衝突速度と部材力の関係

モードの $1/4$ 周期に近い。部材力の分布を図4に示す。この分布形は静的掘削作業時の分布に類似して、シヨベル左端が衝突した場合に衝突側のサイドメンバは大きく変形しようとするが、反対側のサイドメンバは変形が少いためフロスマンバのねじりによって両者の相対変形が拘束され、その結果、衝突側と反対側のサイドメンバに大きな曲げモーメントが生じる。したがってリフトアームの設計にはサイドメンバの曲げ強さとフロスマンバのねじり強さを同等に計画することが重要である。また、この時に生じる部材力は最大掘削作業時の約 $2 \sim 25$ 倍である。

(3) 衝突振動の実験

図2に示した振動モデルのように 6 ton の障害物の端にシヨベル左端で衝突する実験を行った。計測方法は、リフトシリンダに装着した油圧ピックアップとリフトアームに貼布した抵抗線歪ゲージを用いた。第1次衝突時に生じる部材力の応答波形は図3に示したように、その最大値及びそれに達する時間は計算とほぼ一致する。種々の衝突速度による部材の歪みの変化も図5に示すように直線性を示し、衝突により生じた部材力は衝突速度の1乗に比例して大きくなることを確認できた。

4. おわりに

本研究では走行中の車両が障害物に衝突した場合の過渡応答解析の手法を確立し、その手法に基づいて汎用プログラムの開発に成功した。次にBS3について計算と実験を行い次の成果を得た。

- (1) 部材に生じる応力は衝突速度の1乗に比例することが解析及び実験の双方から確認できた。
- (2) トラクタシヨベルのリンク機構の解析をするには、油圧回路の特性を考慮する必要がある。
- (3) サイドメンバの曲げ強さとフロスマンバのねじり強さを同等に設計することが重要である。
- (4) 第1次衝突に対しては構造形状の影響は小さく、これを省略しても、実用上の精度がある。

参考文献

岸, トラクタシヨベルの衝突振動, 三菱重工技報, Vol.12 No.4 (1975)

9. ブルドーザ用油圧リッパの自動操縦装置

(株) 小松製作所 手塚 巖

1. まえがき

ブルドーザを用いたリッパ作業は、心率的に凹凸の多い岩盤地で稼働するため、車両の振動が激しい上に、オペレータは、視覚・聴覚を常に働かして履帯のスリップやエンジン音などから車両の負荷状態を知り、たえずリッパレバーを操作するとともに、頻繁に後ろを振り返って破砕の状態を確認するという作業のために、肉体的にも精神的にも疲労の激しい苛酷な作業である。

このようなオペレータの肉体的・精神的疲労の大幅な軽減と、オペレータの運転経験に拘係なく最適状態で効率の良いリッパ作業を可能とするリッパの自動操縦装置を開発したので、その概要について説明する。

2. 構造と特徴

(1) 常に最適状態で効率の良いリッパ作業ができる。

リッパに作用する負荷をテルトシリンダの油圧で検出し、これを設定値と比較して、その大小に応じて自動的にリッパを上昇・下降させる制御を行うので、常に最適な引力を發揮したリッパ作業ができる。そのため未熟練オペレータでも、熟練オペレータと同等の作業が可能である。また、手動と自動が切換えられるようになっており、手動操作が優先になっており、自動操作中でも必要によりオペレータの意を通り手動操作が可能のため、熟練オペレータも自動と手動を併用して運転することにより、従来のレバー操作方式に比べて作業量が増大する。

(2) オペレータの運転疲労を大幅に軽減できる。

負荷の設定値はハンドルにより運転席から容易に調節でき、この設定値により岩質に応じて掘削深さが自動的に制御される。また、リッパの昇降範囲が設定可能であり、かつ、変速レバーによる前後進の切換えとリッパの上げ・下げが連動しているため、オペレータは車両の走行系の操縦のみでリッパ作業ができる。これにより、リッパレバーの操作頻度は従来より大幅に少なくなる。また、リッパによる破砕状態を見る頻度が少なくなり、楽な姿勢で作業ができる。

手動操作はスイッチの切換方式であるため、操作レバーの操作力・ストロークが適切であり、手動で作業しても疲労が少ない。

(3) 車両の耐ス性加向上する。

リッパに作用する負荷を常に設定値を超えないように制御しているため、車両に作用する過負荷が防止でき、特に無駄な履帯スリップによる履帯の損耗を軽減できるとともに、履帯スリップに伴って発生するパワーラインの衝撃負荷が減少し耐ス性が向上する。

(4) 既出庫車両にも容易に装着できる。

本装置の現地装着は、正味3人×1日で可能である。

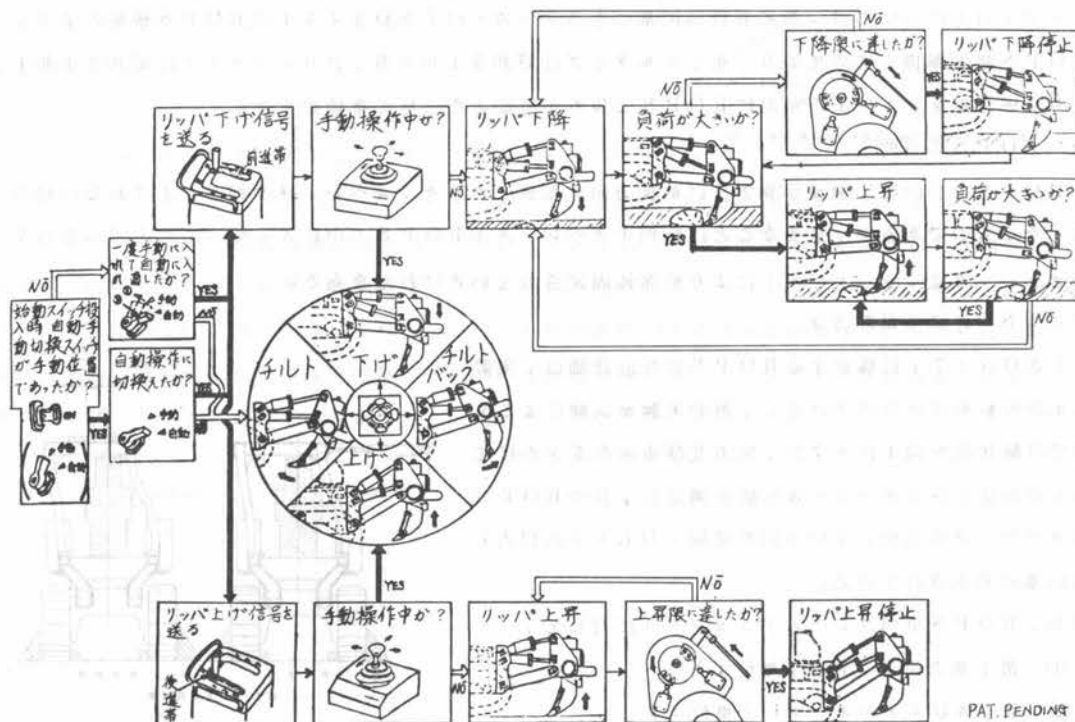
3. 操作と作動

図は本装置の操作と作動を示したものである。エンジン始動後、自動・手動切換スイッチを一旦手動に入れてから自動に入れ直さないと、自動制御は作動しない。これは、自動・手動切換スイッチを自動に入れたままエンジンを始動した時に、リッパが加不意に自動で作動する危険を防ぐためである。

自動制御を作動させた後、変速レバーを前進帯に入れるとリッパは下降する。シャンプル地面に貫入し、リッパに作用する負荷が設定値を超えると、リッパは自動的に上昇して負荷を軽減し、負荷が設定値より小さくなるとリッパは自動的に下降して負荷を増大させ、以後負荷の増減に応じて上昇・下降を繰り返す。リッパに作用する負荷が設定値に達しない時には、リッパは下降限設定位置まで下降して停止する。次に、変速レバーを後進帯に入れるとリッパは上昇し、上昇限設定位置まで上昇して停止する。

自動制御中に手動操作を割り込ませた時には自動制御は中断し、リッパは手動操作に従って作動する。手動操作をやめると、自動的に自動制御に復帰する。

自動制御と切り替わった時には、自動・手動切換スイッチを手動に入れておけばよい。



操 作 と 作 動

10. 転倒時保護構造(ROPS)の現況

キャタピラー三菱機 技術部次長 瀬田 幸敏

1. 転倒事故の統計及び、ROPSの使用状況

過去50年にわたって、全世界で数万人のオペレータが偶発転倒した車両の下敷になって押しつぶされたといわれているが、表1は、米国における最近の建設車両の事故と、転倒事故との関係を示しており、転倒事故とそれによる死亡事故が如何に多いかを如実に示している。

1973~1975年8月に報告された事故件数(単位)	転倒事故 計	転倒事故/ 総事故	死亡事故 件数	死亡事故/ 転倒事故
242件	127件	51%	90件	69%

転倒時運転者保護構造(以下、ROPSとよぶ)

表1

の規格化は、多数の車両を実際に転倒させて行われた結果、現在ISO、SAE、及びスエーデンの振り式ROPS規格等が作られたが、実施状況についていえば、米国においては1974年6月24日OSHA(労働安全衛生法)により、1969年7月1日以降製造された建設車両についてROPSの装着を義務づけ、現状スエーデンも製造される建設車両にROPS装着を義務づけている。又、西独は、1980年1月1日以降ROPSを要求し、デンマーク、英国、仏国、カナダ、オーストラリア等もROPS装着について強い関心を持って、検討中である。

一方、日本においては、通産省告示に基づき各メーカーはISO3471のROPS規格により、ROPS装着準備を進めており、ホイールタイプは昭和51年6月、クローラタイプは昭和51年12月に機体重量8t以上の車両にROPSの装着が可能となる様に準備中である。

2. ROPSの目的

ROPSの目的は、機械が側方又は前後方向に転倒したとき、オペレータが押しつぶされない様助けとなるものであるが、重要なことは転倒中オペレータがROPSの中に入っていることで、このためオペレータは、シートベルトにより座席に固定されていなければならない。

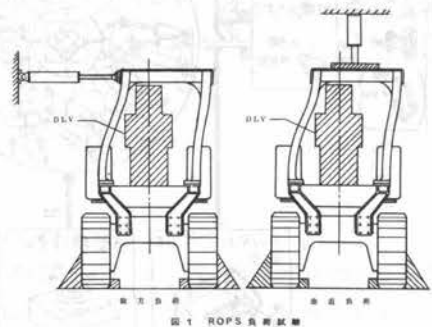
3. ISOによる試験方法

ISO3471に規定するROPSの性能評価は、実際に車両を転倒させるのではなく、静的実験室試験によるもので試験状況を図1に示すが、側方及び垂直荷重をかけて各々の荷重及びエネルギー吸収能を満足し、且つROPSがオペレータが着座している限界領域(DLV)に侵入しない事が要求されている。

即ち、ROPS車両フレームアッセンブリに対して、

- (1) 最小側方荷重： F_H (単位：N)
- (2) 最小吸収エネルギー： U (単位：J)
- (3) 最小垂直荷重： F_V (単位：N又はkg)

の性能基準が要求されている。表2は上記の要求基準値を決定する関係式である。



4. 実際の転倒試験と静的実験室試験との関係

表2に示された、側方荷重と吸収エネルギーの関係式は如何に導かれたかという例を図2、3に示す。これはROPSを車両に取り付けシビアな転倒試験を行い、その構造物が不合格と判定したときは、新しく再設計してテストし十分なエネルギー吸収能があり且つたわみ限界領域に侵入しないという事が確認されてから、その歪み量を計測した。続いて静的試験を行い同じ歪み量になる迄、負荷して実際の転倒試験を再現した形で図2、3の各点をプロットした。

このデータに基づき最小の要求値を導き出したのが表2の関係式である。この図はキャタピラー社により提供されたものであり、プロットされた各点は全米の履带式トラクタメーカーの資料によるものである。

5. むすび

ROPSに要求される構造は、軟弱な地表の坂を転倒するときは、ROPSのもつ強度によりROPSの上方隅部が地面に貫入してそれ以上転倒することを防ぐ制動作用となり、又、凍土の様な硬い地面を転がるときは、貫入しにくいのでROPS自体がもつエネルギー吸収能によってそれ以上の転倒を防止し、且つ脆性破壊を起さぬ様じん性のあるものでなければならない。これらを満足する様ISO規格が作られており、巻頭に示した統計の様な転倒によるオペレータの事故が著しく改善されることを望むものである。今、これらのROPS性能評価のため日本産業機械工業会及び日本建設機械化協会の協同事業として政府の補助金をうけて建設機械化研究所にROPS試験装置を建設中であり、1975年12月に完成予定である。

機種	F_H (単位: N)	U (単位: J)	F_V (単位: N, M)
車輪式トラクタ および車輪式トラクタ	$F_H = 60000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.00}$	$U = 12500 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.25}$	$F_V = 1M$
モーターレーザ	$F_H = 70000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.00}$	$U = 15000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.25}$	$F_V = 1M$
トラクタムバ	$F_H = 95000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.00}$	$U = 20000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.25}$	$F_V = 1M$
履帯式トラクタ および履帯式トラクタ	$F_H = 70000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.00}$	$U = 13000 \left(\frac{M}{10000} \right)^{1.25}$	$F_V = 1M$

注: Mは製造者推せん最大車両質量

表2. ROPSに要求される側方荷重、吸収エネルギー、垂直荷重

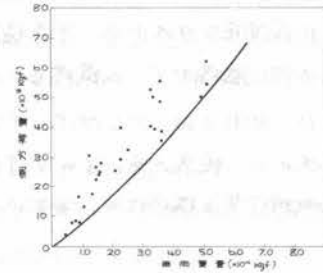


図2 履帯車種の車両と側方荷重の関係

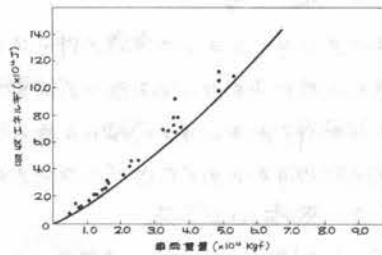


図3 履帯車種の車両質量と吸収エネルギーの関係



11. ホイール式油圧ショベルの公害及び安全対策工法

東洋建設 鈴木 彊 高橋 美喜男

1. まえがき

ホイール式油圧ショベルは、不系掘削機械として、一般工事や都市土木に使用されているが、油圧ショベルの旋回機構やブーム機構などの特長を生かし、掘削機械以外の各種用途にも使用されている。このたび、当社は、TCMペンゴン14C油圧ショベルをベースに、その優れた作業時静粛性や走行性を生かし、従来人手による行われしてきたスクラップ自動車の解体作業や法面掘削の切羽の落石処理作業を機械化し、安全かつ経済的に処理する工法を開発した。

2. スクラップ自動車解体工法(TCMペンゴン14Cスクラップブラッパ付車)

2-1. 概 要

モータリゼーションの発達に伴いスクラップ化される自動車は年間150~200万台に達している。しかしながら、スクラップ自動車の解体作業は、旧態然として人手によるガス溶断であり極めて非効率である。また廃油による火災発生の危険を伴っている。この作業を機械化し安全で経済的に処理するためTCMペンゴン14Cスクラップブラッパ付車を開発した。

2-2. 機構及び工法

ブーム先端にはスクラップ専用のブラッパと作業車両の前部を持ち上げたり、ブラッパを前方に押し出すための特殊サポートがスタックブームに取り付けられており、解体作業は次のように行う。

まず、特殊サポートを用いスクラップ自動車の上で作業車両を乗り上げスクラップ自動車を固定する。(写真-1) その後、ブラッパでスクラップ自動車の足廻りやエンジンおよびミッションなどを引きちぎって解体する。(写真-2) スクラップ自動車1台当りの解体所要時間は約10分である。

2-3. 解体能力と経費

処理能力	処理台数	必要経費	1台当り必要経費
800台/月	6台/時	4360万円	725万円

すなわち、ペンゴン14Cで解体物を固定し、マジックハンド的のエンジン、ミッション、座席、タイヤなどを自由に個別に分解、仕分けの非常にスピーディーかつ安全であるのが特長である。



写真-1. スクラップ車への乗りあげ



写真-2. エンジン部分の引きちぎ

3 浮き石処理工法(TCMパンゴン14C浮き石処理車)

3-1 概要

TCMパンゴン14C浮き石処理車は、土木工事の法面浮き石の処理に使用されるのみならず、近年ベンチカットを採用している鉱山においても使用重機の大型化や発破の効率化のみの切羽高さを12~15mと高くする鉱山が多く残っている。このため、従来の人手や積込機による処理では、作業者や重機の安全確保が十分できず、浮き石処理の専用機として浮き石の増加による。この要望に応え安全に効率よく浮き石を処理するTCMパンゴン14C浮き石処理車を開発した。

3-2 機構および工法

ブーム先端には浮き石処理専用のリップを取り付けるとともに、ブーム機構にロングリーチバックアクタ(超ロングブーム)を装着し、ブームを長くしている。(図-3)またベンチ上面から作業するため、テレビカメラを装備することにより切羽の視界を確保できる。処理できる深さは、作業車向をベンチ先端から500%離れた位置で、7,000%となる。

3-3 特長

(1) 機動性が良い

TCMパンゴン14Cは、ホイール式の利点をフルに発揮し、現場内の移動や発破の退避がスピーディーである。また、タイヤの昇降時刻はわずか5秒と短いので作業時の機移動も早く、(図-1)アウトリガタイプ(図-2)に比べるとその作業時間は $\frac{1}{4}$ 以下と作業効率が高い。

(2) 作業時安定性は抜群

TCMパンゴン14Cは、その独自の機構により、作業時はプラットフォームで接地するため、重心高さが1,095mmと低く、一般の油圧ショベルに比べ作業時安定性が優れている。

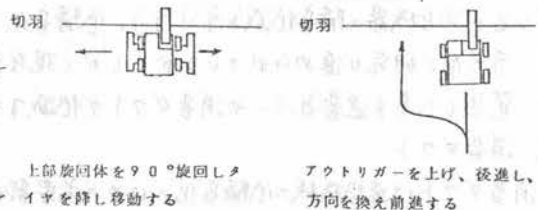


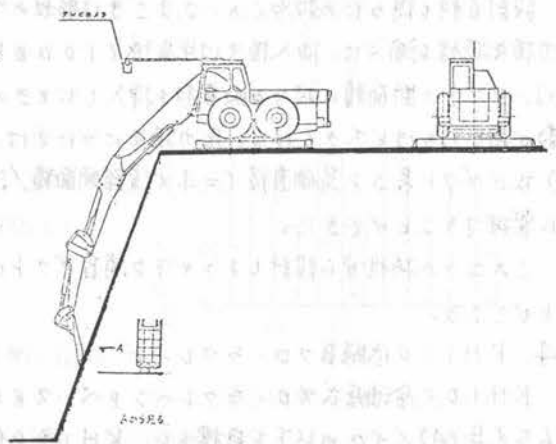
図-1. 14Cの機移動 図-2. 他社の機移動

(3) 豊富なアタッチメント

TCMパンゴン14Cは、アタッチメントを交換することにより次のような作業が可能である。

- (1) 0.2~0.7㎡バックホウバケットによる残壁処理や削土削岩作業ができる。
- (2) 油圧ブレーカなどによる小堀作業ができる。
- (3) 1.0㎡フェスショベルバケットによる積込作業ができる。

図-3. 油圧ショベルTCMパンゴン14C浮き石処理車



12. ショベル系掘削機の低騒音化について

日立建機株式会社 土浦工場 和泉 鋭 機

1. まえがき

最近、騒音公害に対する批判が厳しくなり、建設機械の低騒音化が切望されている。建設工事に伴って発生する騒音は「騒音規制法」及び各地方公共団体の「公害防止条例」がある。パワーショベル、クローラークレーンの騒音は「東京都公害防止条例」に例をとると、作業の敷地境界線から30mの地点で75ホンA以下と規制されているが、これ以下の騒音でも、住民の苦情が絶えないのが現実である。以下KH100全油圧式クローラークレーンを例に、ショベル系掘削機の低騒音化について概略を説明する。

2. 低騒音化の方法

パワーショベル、クローラークレーンの騒音には次のようなものがある。

- (1) エンジン及び油圧ポンプなどの油圧機器の騒音
- (2) 掘削、施工時の各部のガタ音や衝撃音及びウインチやワイヤロープから発する騒音
- (3) 走行装置から発する騒音

これらの騒音の中で連続的で、且つ騒音レベルの高い(1)の騒音が問題とされるので、ここではエンジン及び油圧機器の騒音低減を主に行う。低騒音化はエンジンや油圧ポンプ等の音源対策が最良であり、各方面で研究が進められているが、しかし現在の技術水準では大巾な騒音低減が期待できないので、発生した音を遮音カバーや消音ダクトで低減する方法によるざるを得ない。

3. 消音ダクト

消音ダクトは建設機械の低騒音化のための主要部品である。遮音カバーで覆ったエンジン室の冷却空気の入出口から音が放射されるので、ここに消音ダクトを設ける。そのために消音性能と同時に圧力損失が小さく且つコンパクトなものが要求される。

設計資料を得るために数多くの、さまざまな形状のダクトを試作し、消音性能である挿入損失及び圧力損失特性を調べた。挿入損失は中音域(1000Hz)以下の周波数では開口率(吸音材を挿入したダクトの断面積に対する吸音材を挿入したときの流路面積の比)及びダクト長さ按比例し、周波数が高くなるほど大きくなる。圧力損失については、圧力損失係数(圧力損失を速度水頭で割った値)及びダクト長さ等価直径(=4×流路断面積/流路周長)の比を変数として開口率をパラメータに整理することができた。

この二つの特性から設計しようとする消音ダクトの消音性能及び圧力損失から冷却性能を求めることができる。

4. KH100低騒音クローラークレーン

KH100全油圧式クローラークレーンをベースとし、騒音を「都条例」より10dB(A)低い65dB(A)/30m以下を目標とし、KH100低騒音クローラークレーンの開発を行った。

騒音低減を図るとき、各周波数に対する必要低減レベルを設定しなければならない。

図-1はKH100の標準機の30mにおける騒音スペクトルである。30mでの騒音レベルは最大74.5dB(A)である。目標値の65dB(A)にするための「目標スペクトル」を消音ダクトの挿入損失をもとに図のように設定した。

図-2は低騒音機の構造図である。エンジンをカバーで遮音し、冷却空気出入口に消音ダクトを装備している。遮音カバーは吸音材を内張りし、ファンは騒音および冷却性能から20枚羽根アイロンファンを採用した。排気マフラーは消音性能の良い大形のものを使用し、胴部からの音の放射を除くために重構造とした。

エンジンは音が固体伝播音としてフレームに伝わりやすいように防振支持をしているが、共振点をアイドリング回転速度以下にしてしまえば稼働中、衝撃的力はストップで受ける構造としている。

油圧騒音はエンジン音が小さくなるとうるさくはなるが、油圧脈動、配管の振動を抑え、特に騒音を発生する配管は鋼管からゴムホースに変更した。

冷却性能はKH100が負荷条件の厳しい掘削機としても使用されるため十分検討し、消音ダクトの圧力損失及びファン性能からラジエータの放熱量を決めた。

図-3は低騒音機の騒音を標準機と比較したもので、車体中心から30mで最大63dB(A)で、標準機より11.5dB(A)低減している。なお図-1に騒音スペクトルを併記している。

5. あとがき

建設機械の低騒音化についてマクローラクレーンを例に説明したが、同様の方法で、パワーショベルにも適用できる。

今後更に研究を重ね、ユーザの要望を反映し、より静かな建設機械を開発していく考えである。

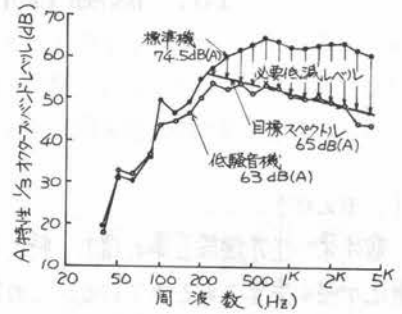


図-1 目標スペクトルと必要低減量

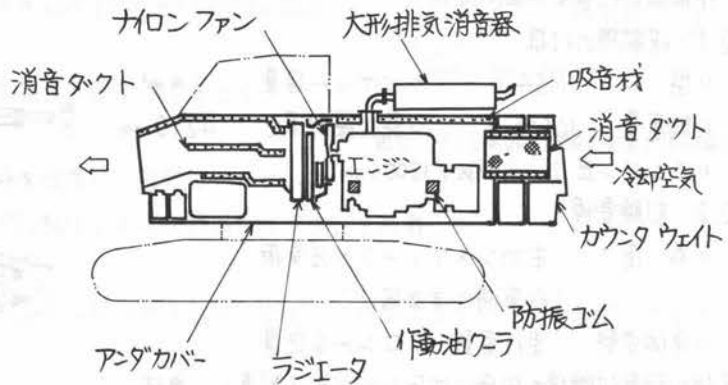


図-2 KH100低騒音クローラクレーン構造図

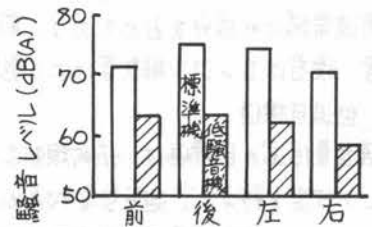
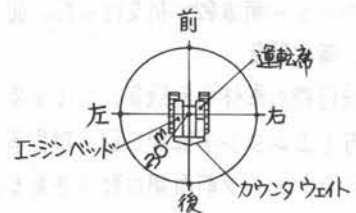


図-3 騒音比較(車体中心から30m)

13. 低騒音形油圧ショベルの研究開発

三菱重工業 大久保智蔵, 松浦時治

1. まえがき

数年来、土木建設工事の増大、特に市街地での施工が盛んになり建設機械の騒音・振動などの公害化が強くなり要望されてきている。この需要に応ずるための当社で製造している油圧ショベルの低騒音化の研究開発に着手し、対象機種として当社油圧ショベルの代表機種MS40型を取上げ騒音低減の各方面からのアプローチを試み一応の目標を達成出来た。以下その概要を記載した。

2. 供試機の仕様及び試験要領

2.1 供試機の仕様

- 型式 MS40
- バケット容量 0.4 m³
- 総重量 10600 kg
- 最大掘削深さ 4210 mm
- エンジン出力 79ps / 1800 rpm

2.2 試験要領

- 負荷 主ホンスリリーフ = 1/2負荷
(作業時にほぼ同じ)
- 車体姿勢 走行姿勢・フロントを定置

平坦な騒音試験場の中央に油圧ショベルを配置し、車体表面から100mm及び車体の前後・左右において5, 7, 10, 15, 20, 30, 50m地点の騒音レベルの計測と共に1/3オクターブバンド周波数分析を行った。図1に車体方向とMS40低騒音形の全体図を示す。

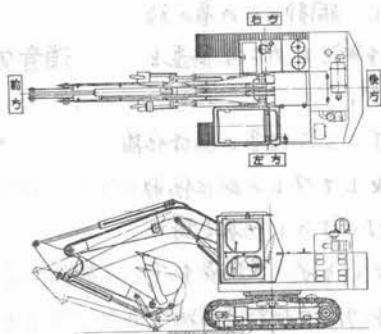


図1 車体方向とMS40低騒音形全体図

3. 現状騒音

現行機の車体周囲騒音レベルを表1に示す。車体周囲では後方(エンジン下部開口部・排気音)が最も大きく、次に右方(ラジエータ前面開口部)である。騒音スペクトルは中・高周波帯域にその成分を占めているが、特に後方においては低周波帯域にも成分を占めており、前者はエンジン音及び吸気音、後者はエンジン排気音による影響である。

表1 車体周囲騒音レベル

項目 距離 (m)	[単位 dB(A)]			
	車体前方	車体後方	車体左方	車体右方
5	82	74	83	78
7	77	71	80	75
10	74	68	75	72
15	72	64	70	68
20	69	61	67	66
30	66	57	63	60
50	54	50	57	55

4. 低減目標値

騒音低減の目標値は、法的規制及び技術的可能性より考慮して決定を行った。油圧ショベルから発生する騒音については、騒音規制法の特定建設工事には含まれないが、東京都条例の指定建設作業として境界線より30mで75dB(A)以下が適用される。本機は現状のまま上記テスト条件で都条例は満足しているが、フランスの規制で80dB(A)/7m [68dB(A)/30m]や技術的可能性を考慮し、現在より10dB(A)低減することを目標とした。

5. 騒音対策内容

低騒音形の基本的考え方は、直接音源に対処する方法をとらず、音源をインクローズし、音をしゃ断する方式を用いた。インクロージャ方式を用いる場合、内部の反響(ビルドアップ)と冷却効果(ヒートバランス)の障害が重要な問題となる。これらを考慮に入れ次項を重点的に対策を実施した。

5.1 ラジエータ吸・排気部消音装置

消音装置の設計に際しては次の点を考慮した。

- 開口部の通風損失を計算により推定し、損失を極力小さくするようなダクト形状とした。
- 騒音スペクトルから開口部寸法を決定した。
- ダクト通過時に発生する空気音とビルドアップを低減するため消音装置内部に吸音率60%(1000Hz)程度の吸音材を張付た。

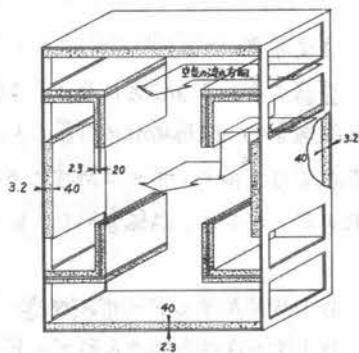


図2にラジエータ吸気部消音装置の基本構造を示す。

図2 ラジエータ吸気部消音装置の基本構造

5.2 低騒音形マフラ

マフラは現状より内部構造等を改良し、排気口から0.5m、45°方向で現状96dB(A)に対し90dB(A)と6dB(A)低減したマフラを装着した。

5.3 インクロージャ本体構造

エンジン下部開口部とエンジンボンネットを鉄板で密閉し、内部にビルドアップを低下させるため吸音材を張付た。

5.4 冷却効果の確保

ラジエータ吸・排気部は、5.1に記載した構造をとると同時に、通風損失が若干増加するためファン径を大きくし標準機と同等の風量を得るようにした。また、ボンネットとラジエータとのすきまなどに熱風逆流防止板を取付、吸入した空気を効率良く利用できるように配慮した。

6. 対策効果

現状と対策後の車体周囲騒音レベルを表1に、距離減衰状況と対策効果を図3にそれぞれ示す。現状30mで66~74dB(A)に対し、低騒音形は57~63dB(A)と9~11dB(A)の低減があり初期の目標値を達成した。また、ヒートバランス面でも現状と同等であった。

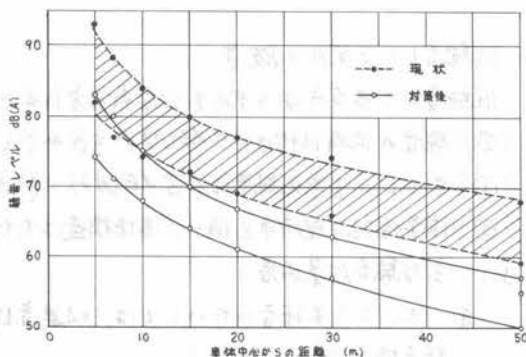


図3 距離減衰状況と対策効果

7. あとがき

以上が低騒音形油圧ショベル研究開発の概略であり、エンジン騒音に関しては効果ある対策を見いだしたが、作業時に生じる機体の衝撃音や走行時の騒音なども問題であり、今後はこれらについても研究を進めていきたい。

14. 低騒音形ブルドーザの開発

(株)小松製作所 豊田 禎二

1. まえがき

建設工事による公害にたいする住民の苦情の大半は、騒音、振動が原因になっている。建設工事の低騒音化、低振動化の対策としては、建設機械の新しい施工法や技術開発が急務である。そこで当社ではブルドーザの低騒音化の研究を進めてきた結果、現行車より大幅な騒音低減が可能となったため、以下に、低騒音形D155Aブルドーザの一例についてその概要を定める。

2. D155Aブルドーザの概要

D155Aは当社の大形ブルドーザの代表機種で、運転整備重量、38600kg、(リッパ付き)、定格出力、320PS/2000rpmである。

現状の騒音レベルと主な騒音源のつぎのとおりである。

(1) 現状の騒音レベル

① 周囲騒音(車体端部より30m)は、車両定置および実作業時(エンジン最高回転)で73dB(A)~79dB(A)、

② オペレータ耳元騒音は、車両定置(エンジン定格回転)で99.5dB(A)。

(2) 主な騒音源

現行車の主な騒音源は、エンジン本体音、排気音、ファン音、足廻り音およびパワーライン音(トランスミッション、ベベルギヤ)であり、これらの寄与度の大きさは、エンジン音、足廻り音、ファン音、排気音、パワーライン音の順である。

3. 低騒音D155Aの概要

低騒音D155Aはつぎのようば考え方に基いて開発された。

① 騒音の低減目標は65dB(A)/30m、(国内外の規制や住民苦情などの動向より)

② オペレータ耳元騒音は75dB(A)。 (カーラジオが容易に聞きとれる程度)

③ 作業性能は現行車と同一、車体構造は大幅に変更しない、点検、整備性は現行車とほぼ同等

3.1 主な騒音対策内容

① エンジン本体音にたいしては、吸排気系によるエンジンルームの密閉化と、エンジンの防振支持(ゴムマウント)

② ファン騒音は翼形状の改善、また冷却方式を水込みとし、空気の出る口に消音ダクトを装着した。排気音は大形積内マフラーを採用、

③ 足廻りはスプロケット、アイドル部分に緩衝ゴムを装着、

④ オペレータ部分はダッシュボードとフロアの密閉化と防振支持、防音キャブの装着など、

3.2 対策効果と検討

図は現行車と低騒音車の周囲騒音(車体端部より30m)およびオペレータ耳元騒音レベルを示したものである。

これより低騒音車の周囲騒音は車両定置時、実作業時とも63.5dB(A)~66.5dB(A)となり現行車より8dB(A)~13dB(A)程度低減した。またオペレータ耳元騒音も車両定置時で75dB(A)(キャブ付車)となり、周囲騒音、オペレータ耳元騒音とも大膽な低減が確認された。

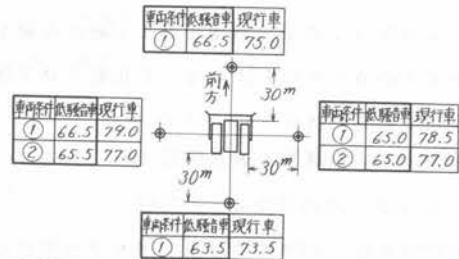
つぎに周波数分析結果などより対策効果の内容についてみよとつぎのごとくである。

- ① エンジンルームの吸音材による密閉化の効果は、300Hzから高周波帯域全般にわたって低減している。このためエンジンの耳ざわりな騒音はなくなった。
- ② 足廻り騒音は緩衝ゴムの装着により200Hzから高周波帯域の成分が低減した。これにより車体30m地点にて約4dB(A)~6dB(A)低減し、クローラ車両特有の足廻り騒音(カタカタ音)はほとんどなくなった。

- ③ 低騒音車は一般的にみて現行車より中高周波成分が大幅に低減し、非常にききやすい音になっている。

なお、作業性能、ヒートバランスも現行車とほぼ同等のテスト結果を得ている。

1. 車両周囲騒音レベル dB(A)



車両条件 ①-----車両定置(ミッションN, 機関ハイアイドル時)
 ②-----掘削・押土実作業(F1, F2, 機関フルスロットル時)

2. オペレータ耳元騒音レベル dB(A)

車両条件	低騒音車	現行車
定置	75.0	89.5
実作業	89.5	99.5

現行車と低騒音車の騒音レベル
(周囲とオペレータ耳元)

4 あとがき

現有技術では不中々に騒音を低減するためには、吸音対策を主体にせざるをえないが、これによる車両のヒートバランス、整備性、などへの悪影響はある程度せうられない。騒音への恒久的対策としては音源を改善することであり今後の重要な課題である。建設機械は周囲の条件が非常に異なる場所(市街地や山野など)使用されるので、それぞれの要求に応じた騒音レベルの機種を提供できるようにしたいと考えている。

15. 空気圧縮機から発生する圧力波(超低周波音)障害の防止について

鹿島建設 ○原 田 実, 鶴 田 政 博**

1. まえがき

近年、環境保全の問題が大きくクローズアップし、建設工事における公害防止技術の開発が関係方面から強い関心がよせられている。従って現状では建設機械から発生する騒音・振動などの特性を正確に把握し、その適切な防止対策ができるような周辺技術を早急に確立しておくことが目下の急務である。本報告は、空気圧縮機の吸入系統から発生する聴感不能な超低周波数の圧力波(超低周波音)が木造住宅のガラス窓・建具などを振動させて騒音・振動障害になった実例をもとに、この防止対策を実施した結果の概要を紹介する。

2. 圧力波による騒音・振動障害

(1) 圧力波(超低周波音)の特性

一般の騒音は、物理的な音圧レベルを人間が主観的に判断し、不快だとされる音(可聴域: 63~8,000Hz)である。このほとんどが騒音源から直接的に空気伝播して受音側で聴感できるものである。今回取扱った騒音・振動障害の発生源は、周波数が非常に低い圧力波(5~32Hz)であり直接聴感できないが、これが空気伝播して木造住宅のガラス窓・建具を振動させ二次固体音「ガタガタ音」を発生していたものである。木造住宅のガラス窓・建具がガタツク範囲は、その構造形態によって左右されるもので、完全固定に近いサッシ窓では圧力波の影響を受けにくい。一般に、障害が発生するガラス窓・建具は木製枠組のものであり、建て付けの悪いものも含めて圧力波の音圧レベルが“75~80 dB以上”になると振動するようである(図-1参照)。また、これらのガラス窓は、固有振動数が“5~25Hz”であることから圧力波の影響を受けて共振しやすい状態にある。

(2) 圧力波の測定方法と留意点

圧力波の測定は、周波数1.25~100Hz帯域の周波数レスポンスをもった超低周波音用マイクロホン、1/3オクターブバンド周波数分析器で行う。これらの測定器では周波数100Hz以上を分析器でカットするので、測定対象外の可聴音が大きくてもその影響を受けずに測定できる。

また、測定では現場周辺の立地条件(図-1 圧力波(音圧レベル)によってガラス窓を振らす力(F)(g/m²)

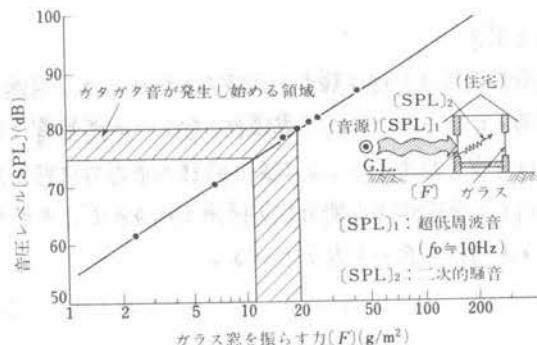


図-1 圧力波(音圧レベル)によってガラス窓を振らす力

3. 減圧法の基本的な概念

(1) 適用した減圧法

圧縮機の吸入口から発生する圧力波を低減させるには、圧力波の卓越周波数そのものを変える方法あるいは圧力波を低減する減圧器を取付ける方法などが考えられる。前者の場合は圧縮機の吸入系統の機構を改造して圧力波の卓越周波数をガラス窓・建具の固有振動数からずらすことになるが、実施は困難である。従って既存の圧縮機では後者のような簡便な方法を採用せざるを得ない。

(2) 減圧器の計画・設計

減圧器は、圧力波の低減に有効な膨張空どう形減圧器を対象に、圧力波の基本周波数、所要減圧量にもとずいて導管・空どう室（拡張室）・尾管など断面形状・寸法を理論計算、模型実験の結果をもとに設定した。また、この種の減圧器では次の諸条件について留意した。

- 減圧器の空どう室と導管・尾管の拡大比（断面積比）が大きいほど減圧効果があること。
- 尾管長が短かすぎると減圧効果が表われず逆に圧力波を増幅させる傾向になること。
- 圧力波の卓越成分が低周波数になるほど空どう室長、尾管長を大きくすること。

4. 防止対策の実施例

(1) 圧縮機の使用現場

今回、騒音・振動障害が発生した建設現場は、住宅密集地域において圧気シールドによる下水道トンネルの工事現場であり、定置式空気圧縮機（出力150kW、回転数620rpm≒毎秒10.3回転、24時間常時稼働）を3台用いていたものである。

(2) 減圧器の取付状況

ここで適用した減圧法は、圧縮機をコンクリートブロック防音建屋に据え付け、図-2に示す膨張空どう形減圧器（一例）を吸入フィルタと消音器の間に取付けた。

(3) 減圧効果の判定

減圧効果は、図-3に示すように卓越周波数（ f_0 ≒10Hz）において減圧量が“約12dB”となり設計値をほぼ満足できた。また、現場周辺における住宅のガラス窓・建具では、ガタツク領域より音圧レベルが低減し、二次固体音「ガタガタ音」の発生がなくなった。

なお、減圧器による損失抵抗は、“負圧100mmAq以下”となり、許容値（300mmAq程度）に比較すると駆動モータの過負荷にならないものと判断できる。

5. むすび

今回紹介した騒音・振動障害は、ややもすると見落されやすいが、今後も住宅地域で圧縮機を設置して工事を行う場合も多いと予測されるので十分な関心が必要である。

現在、膨張空どう室内部に特殊な減圧機構を組み込んでさらに小型化を図った「特殊減圧器」、2台の圧縮機が併用できる「集合減圧器」について試験中で、この結果は報告会で紹介する予定である。

*） 鹿児島建設技術研究所 機械部 主任研究員、 **） 同 研究員

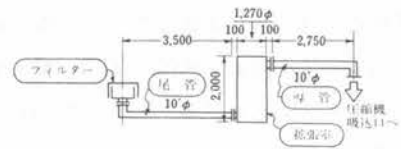


図-2 実用減圧器の形状・寸法例

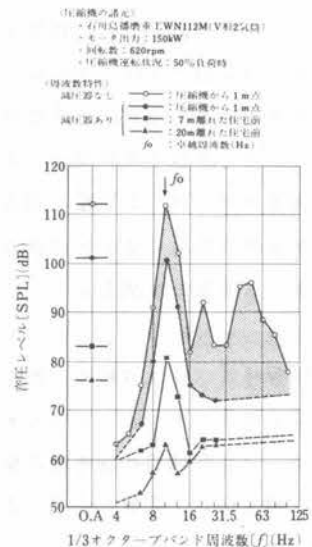


図-3 減圧器の取付による減圧特性

16. 炭酸ガスによる排水の連続中和試験

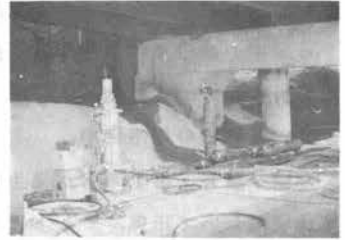
日本鉄道建設公団 成瀬 孝

1. まえがき

青函トンネル各工区の坑内排水は アルカリ性排水である。この排水を $\text{PH} 6.0 \sim 8.5$ の範囲で中和処理する為に 現在各工区の排水処理装置では 中和剤として硫酸を使用している。しかし硫酸の使用は多くの問題がある。これを解決する為に 炭酸ガスを用いた中和処理法が 考えられた。今回は 小型の装置を使用した、実際の坑内排水による試験報告である。

2. 炭酸ガスによる中和処理の原理

炭酸ガスは 水に溶解して 次の様に反応する。 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 H^+ 、 H_2CO_3 (CO_2 と同じ)、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} の間には H^+ 濃度によって 次の平衡が成立する。 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ この溶解によって H^+ が供給され PH が低下する。



写真—1 攪拌法の装置

3. 試験

(目的) 7項目の調査並みに検討を目的とした。(1)実際の排水に対し、連続中和処理が可能かどうか。(2)連続中和処理が可能であれば、どの程度の反応槽内滞留時間が 必要であるかを調べ、これにより装置容量等諸元の検討。(3)単位排水量当りの炭酸ガス消費量を調べ、ランニングコストの検討。(4)排水中の Ca^{2+} 等と炭酸ガスの反応による生成物、特に CaCO_3 による白濁の有無。(5)炭酸ガスに依る中和処理後の凝集沈降に対する影響の調査。(6)炭酸ガスによる中和処理後、処理水を長時間放置して PH が再上昇するかどうかの調査。(7)中和処理前後の水質変化の調査。



写真—2 向流接触法の装置

(装置) 攪拌法、向流接触法、混合接触法の3種類の装置を使用した。写真を、写真—1、2、3に示す。

攪拌法-----反応槽内の攪拌機が駆動すると、槽内に大きな渦が形成される。槽上面より炭酸ガスが 流入すると、渦表面の液と炭酸ガスが接触して PH は低下する。

向流接触法-----反応槽上面から細い水滴として、上面より噴射させ、槽下面から炭酸ガスを 拡散噴射して、連続向流接触させる。

混合接触法-----管内にスパイラル状のミキサー(スタティックミキサー)を設計、管内の排水流動を利用して、炭酸ガスと液を 混合接触させる。



写真—3 混合接触法の装置

(方法) 試料としては (A)原排水, (B)原排水+セメント, (C)原排水+セメント+水ガラス, (D)原排水+水ガラスの4種類で行なった。(1)装置の設定PH値を8程度に設定して, ON-OFF制御により連続中和を行なった。(2)処理水量を最大に流し, PHが7.0程度まで低下安定するまで, 炭酸ガス流入量を調整した。これより反応槽内の必要滞留時間, 装置容量を求めた。(3)上記の結果から単位排水量当りの炭酸ガス消費量を求めた。(4)中和処理前後の濁度を測定した。(5)中和処理前後水に対して行なった。予備攪拌(150rpm)1分後, 凝集剤を添加, 急速攪拌(150rpm)5分後, 高分子凝集剤を添加, 緩速攪拌(80rpm)10分間行い, 沈降状態等を調べ, 10分間静置して, 浄水濁度, フロックボリウム等を調べた。(6)中和処理後の廃水を3日間放置してPHを測定した。(7)中和処理前後水の水質分析を行なった。

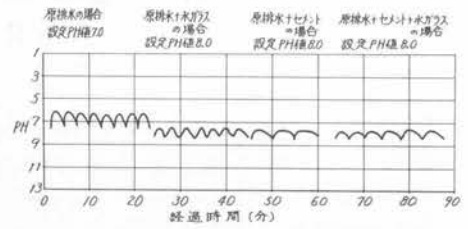


図-1 連続中和測定記録(吉岡排水-攪拌法)

試験項目	項目名	中和処理前		中和処理後		反応槽内滞留時間		反応槽内滞留時間		比率 (12/11)	
		濁度 ppm	PH	濁度 ppm	PH	分	秒	分	秒		
吉岡工区	攪拌法	10.5	250	10.4	8.1	200	10.7	0.03	0.046	0.253	5.5
	向流接触法	10.7	495	350	7.2	36	70.6	0.0063	0.154	0.490	3.2
	混合接触法	10.3	580	204	7.1	9	0.57	0.0010	0.099	0.1605	1.6
三岳工区	攪拌法	11.2	515	350	7.0	30	1.35	0.038	0.154	0.520	3.4
	向流接触法	11.5	410	44	7.1	20	10.6	0.0063	0.182	0.539	3.0
	混合接触法	11.5	410	444	7.9	255	0.48	0.0010	0.195	0.2553	1.3

表-1 中和処理結果

(結果) (1)炭酸ガスによる連続中和処理は充分可能である。攪拌法の測定記録を 図-1 に示す。(2)各装置の反応槽内滞留時間は 攪拌法で1~2分程度, 向流接触法で10秒前後, 混合接触法は1秒以下である。これに伴い 装置容量も混合接触法が極めて小さいものになる。(3)炭酸ガス消費量は 排水中のアルカリ含有量が不均一なので 試料のアルカリ度を測定し, アルカリ度と炭酸ガスの単純反応から計算した炭酸ガス消費量と実際使用消費量の比率を求め, 反応効率の目安とした。(4)中和処理後の濁度増加, $CaCO_3$ 成生による白濁も認められなかった。

(2)~(4)については 表-1 にまとめ示した。(5)吉岡排水(海水性状)の場合は 中和処理に関係なく, 凝集, 沈降共良好であった。三岳排水(淡水性状)の場合 中和処理すると処理前に比べ 全ての面で良好であり, 特に薬品使用量の減少, 発生汚泥量の減少があげられる。表-2 に三岳の結果を示す。(6)中和処理後のPHの再上昇は 少々見られるが 最大で0.5前後である。(7)中和処理前後の水質変化は HCO_3^- のみ増加し, その他のイオン量は減少した。

4. まとめ

実際の排水に対して 各装置共連続中和処理可能である。各装置を比較すると混合接触法が 反応槽内の滞留時間, 必要装置容量共最小であり, 反応効率も優れている。また排水中のアルカリ含有量が少量の場合, 極めて少量の炭酸ガスで 速い速度の反応が行なわれるため, ON-OFF制御の必要さが大きくないので, 炭酸ガス流入量を微調整して, 必要量を減少させる必要がある。

表-2 凝集沈降試験結果

試料	項目	試料量 ml	薬品添加量		凝集前		凝集後		沈降 速度 mm/分	
			薬品 ppm	添加 ppm	濁度 ppm	PH	濁度 ppm	PH		
原排水	中和処理前	500	150	1.5	263	9.6	0.2	7.0	2	1
	中和処理後	500	150	1.5	245	7.2	0.2	6.8	2	5
原排水+セメント+水ガラス	中和処理前	500	150	1.5	410	11.5	11.8	10.0	1	2
	中和処理後	500	150	1.5	220	7.1	5.5	7.0	1	3
原排水+水ガラス	中和処理前	500	150	1.5	250	11.0	13.0	9.8	1	4
	中和処理後	500	150	1.5	305	7.5	6.8	7.1	1	1
原排水+セメント	中和処理前	500	150	1.5	300	11.3	12.5	9.6	1	3
	中和処理後	500	150	1.5	300	7.2	0.2	6.7	2	2

17. 建設工事における泥水の処理

—日立P4C排水浄化装置の実例—

日立建機 久保寺 敏三

1. まえがき

無騒音、無振動基礎工法の一環として、現場打ち杭工法が広く普及したが、掘削に伴って発生する大量の廃泥水の処理が問題となって来た。従来、廃泥水は適当な投棄場所へ、バキューム車又は特殊ダンプトラックで運搬投棄していたが、この投棄場所も少なくなり、海洋、河川への投棄は全く不可能である。

廃泥水を固形物と水に分離処理し、公害を発生させることなく処分することが必要になる。

本稿では、リバース工法を中心に、場所打ち基礎、および泥水シールド工法などより発生する廃泥水の処理について、日立P4C排水浄化装置の実例をもとに報告する。

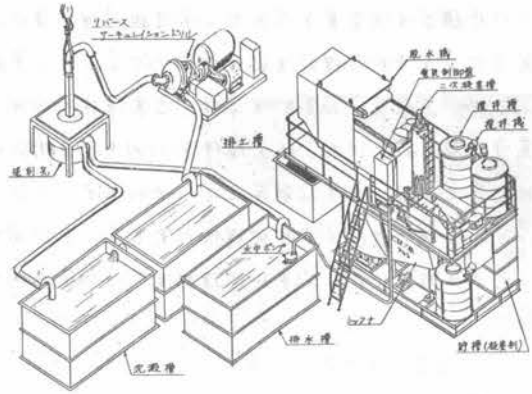


図-2 施工説明図

2. 泥水の状況

循環水を使用し掘削するうちに、地山中の微細粒子(粘土、シルトなど)が浮遊蓄積し、高濃度(高比重)、高粘度の泥水となり、掘削に不適な性状となるものが廃泥水であり、自然沈降分離は不可能である。粒度分布は図-1のごとくであり、場所打ち杭工法の場合は打設するコンクリートの接触によりアルカリ性(pH10~13)である。

粒子径と沈殿槽の大きさ(滞留時間)によって沈殿する粒子が決る。建設工事現場の場合、現場の状況より50μmの粒子を自然沈降させることは不可能と考えるべき。

各工法の循環システムの差により、廃泥水の濃度が異なる。リバース工法 10~25%

概略は右 連続壁工法 15~30%

表のごとく アースドリル工法 25~50%

泥水シールド工法 15~30%

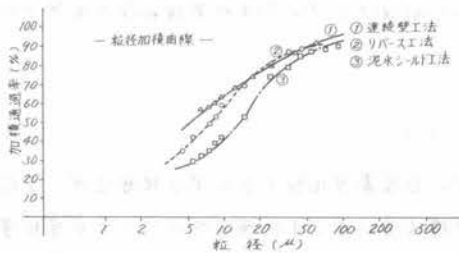


図-1 泥水の粒度分布

3. 現場処理システムの条件

① 現場移動が多いので、掘削、輸送が容易でコンパクトであること。

② 操作が簡単で、半間のかまらぬこと。

③ 屋外設置のため、風雨、塵埃に耐える装置

④ 処理水量、濃度変動に対し許容量が大きい。

4. 処理システム

図-2はリバー工法の施工説明図である。リバー工法の排出される土砂を含んだ泥水は、沈殿槽に流入し、砂石及び粘土、シルトの塊は沈殿分離される。浮遊した粘土、シルトの粒子はそのまゝ循環する。したがって、掘削当初比重1.03(濃度5%)、循環水量60m³であるものが、例えは1.5m²×3.5mの掘削(67.5m³)を行って、掘削土粒子の20%が浮遊すると考えると、掘削完了時には1.2.5%と比重1.1)となり、次の掘削の循環水として使用するには不向き

あり、コンクリート打設時に孔より排出して処理する。又沈殿槽中の泥水の一部処理して比重を下げる必要がある。ポンプアップ式のため高濃度では揚水不可能なためである。一方

連続壁の場合は8%ベントナイト液を使用する。前と同様20%が浮遊すると考えると、濃度1.9.2%(比重1.13)となる。コンクリート打設により流れた水は排水受槽に受け再度使用可能で、再使用後2.9.0%(比重1.22)となり、これは処理して放流する。

図-3は泥水シールドの場合である。コンクリート打設によって発生する排水を処理するだけでなく、常にバランスして処理する。送水の比重は1.1前後が掘削面の崩落防止上の最適とされている。

5. 日立P4C 排水浄化装置の事例

図-4, 図-5はその現場写真である。リバー工法を中心に約7万m³の処理実績がある。日本勤労者住宅協会、堀江町団地ではリバー工6台に対し、共通沈殿池(3000m³)、排水池(800m³)を使い、P4Cで一日200~300m³の処理した。(濃度15~20%) 凝集剤使用量は排水当り、蒸機 0.7kg/m³(4kg/sol)



図-4 リバー工法の泥水処理 施工状況



図-5 P4C 排水浄化装置

高分子 0.1kg/m³(0.7kg/sol)である。放流水はSS90ppm以下、PH6~7で良好。排土の含水率は50~60%である。

6. まとめ
一般建設機械車みに使える汎用の泥水処理装置を開発して来たが、含水率の高い建設捨土、一般堆積ヘドロの脱水処理にも取組みたいと思う。

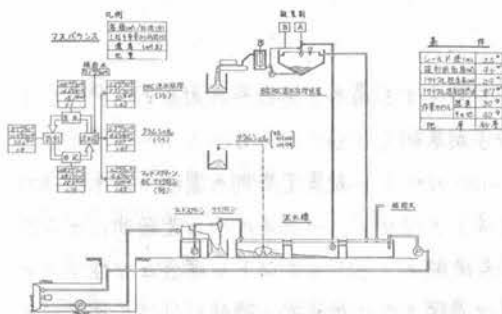


図-3 泥水シールド用 処理システム

18. トンネル掘削に伴う濁水処理システム

(株) 間 組 加 藤 大 重

1. まえがき

最近では、河川、湖沼、海域への排水に対する水質基準が厳しくなったため、トンネル掘削に伴って発生する濁水と従来のように、比較的小さな沉殿池で粗粒子だけを自然沈降させる処理方法では排水できなくなってきた。

トンネル掘削に伴って発生する濁水の性質は地山の状況（岩質の種類とその性状、湧水量）、掘削の方法（発破による方法、機械掘りによる方法）、ズリ出し工法（レール工法、タイヤ工法）、排水方法（自然流下、ポンプアップによる方法）などによって大幅に変動する。このことが濁水を化学的、機械的に処理する設備を設けるさいの問題点となっている。

本文は、濁水の性質が変動しても水質汚染を起こさずに、かつ経済的に処理できるようにコンパクト化されたトンネル濁水処理システムを実施例に基づいて述べたものである。

2. 濁水処理の設計条件

A現場の濁水処理の設計条件を表-1に示す。

表-1 濁水処理の設計条件

トンネルの施工		処 理 条 件	
施工延長	1,550 m	濁水量	max. 100 m ³ /hr
掘削断面積	80 m ²	原水のSS(懸濁物質)	1,000 ~ 8,000 ppm
こう配	3/1,000 下り	原水のpH	max. 11
岩 質	玄武岩、安山岩	処理水のSS	50 ppm 以下
掘削方法	サイロット工法	処理水のpH	5.8以上 8.6以下
ズリ出し工法	レール工法	脱水ケーキ	ダンプトラックにて運搬処理できる程度(含水比70~100%)
排水方法	釜場、ポンプアップにて坑口まで排水		

3. 濁水処理システム

本濁水処理システムによれば、トンネル掘削に伴って発生する濁水を無機系の凝集剤、PAC（ポリ塩化アルミニウム）にて一次処理し、その後、高分子凝集剤（Kset NP 80 シリーズ）にて二次処理し、U型濃縮機にて分離水の一次浄化（SS=50~100 ppm）と凝集沈降物の濃縮（含水比300~400%、濃縮泥1 m³水中の水分の体積は約0.89~0.91 m³）を行なう。一次浄化水は沉殿池にて二次浄化（50 ppm 以下）と pH調整（pH 8.0 以上の場合は希硫酸で、pH 6.0 以下の場合はか性ソーダで自動調整）を行ない、河川に放流する。一方、濃縮泥は連続または断続的に特殊な引出し装置にて引出し、濃縮泥タンクに貯留する。濃縮泥タンクから濃縮泥をスラリーポンプにて造粒装置に投入し

、濃縮泥を高分子凝集剤（ドロックH）にて造粒する。造粒化された濃縮泥は連続真空脱水機にて含水比70~100%（脱水ケーキ1 m^3 中の水分の体積は約0.65~0.73 m^3 ）程度に脱水処理される。

本濁水処理システムのフローシートを図-1に示す。

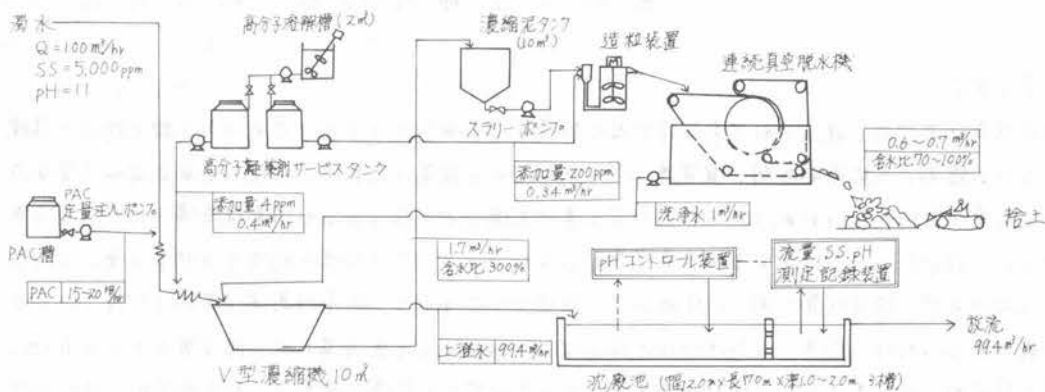


図-1 濁水処理システムのフローシート

濁水処理システムの敷地面積は、約18 $m \times 25m$ （450 m^2 ）、設備電力は約28 kW である。

A現場における濁水処理設備の全景を写真-1に、脱水ケーキの状況を写真-2に示す。



写真-1 濁水処理設備の全景



写真-2 脱水ケーキの状況

4. あとがき

トンネル掘削に伴って発生する濁水の発生量は掘削が進むにつれて増加するが、その量を正確に推定することは難しい。また、濁水の浄化処理において、濁水発生量が多いと、70~100 ppm 程度に浄化する場合と40~50 ppm 程度に浄化する場合では沈降分離装置の規模がかなり異なる。

過大な濁水処理設備としないために、沈降分離装置にて一次浄化し（70~100 ppm 程度、ただし、濁水の発生量が少ない場合には所要の浄化を行なう）、二次浄化設備として、 pH 調整用の沈殿池と利用する方が好ましい場合が多い。

本濁水処理設備によれば、現在濃縮泥を造粒するために高分子凝集剤を加えているが、造粒しなくても所要の脱水処理ができる方法について研究中である。

pH 調整の方法はアルカリ性の場合希硫酸で処理しているが、薬品による二次公害を防ぐために炭酸ガスによる方法について研究中である。

19. 密閉グラブによるヘドロ浚渫について

真砂工業株式会社 松本輝夫

1. まえがき

高度成長政策で押し進められて来た我が国の経済は、石油ショックと、それに引き続く物価の急騰、インフレ懸念から総需要抑制、省資源、省エネルギー政策に急転された。それまでは大量生産による大量消費時代といわれ、物をむだにする事に無関心でいた。むしろ消費は美徳ほどという言葉まで使われる程であった。大量生産や大量消費をしたあかげで、この日本の経済力は非常に勢いで成長したのであるが、経済成長の勢いが停止して、気がついてみると、日本列島は公害だけが残ってしまった感がある。河川、港湾、沿岸について言えば、一刻も早く公害汚泥を取り除く努力をする事が、責務と思はれるので、さきやほかから省資源、省エネルギーを前提条件とし、最も経済的、且つ合理的な考え方をもちて考察した。低公害の完全密閉型ヘドロ用グラブを完成させた。密閉グラブの必要性は、有害ヘドロは勿論、無害ヘドロでも汚濁が問題となる箇所は多くあり、今後の成果を期待している。

2. 構造と機構

構造と機構については、別配布の資料による。

3. 浚渫作業の結果

現在この状況は、総需要抑制と低成長経済のありとせうけ、海洋における工事量の不足ほどが原因で、実際の大容量浚渫工事をを行う事は出来なかった。しかし、小規模工事や、各所における小規模実験ほどを通じ、おおよその特性を掴む事が出来たのでここに記す。

すでに御承知と思うが、浚渫用グラブは陸上で使用されるグラブと比較して、重量が非常に重く作られてゐるのが普通である。一般的には、浚渫用グラブの重量対容量比は $3 \sim 4$ の位であり、工場に合せて使い分けをしている。浚渫グラブは、一定の硬さと合った土砂掘削が目的であり、シエル形状も良く喰い込むように作られている。このような形としたグラブに密閉式に仕上げても、セリは良くはるが、大中に性能を上げることはむずかしい。また重量の点については、硬い層で月書垣を切り、いちがいに軽ければ良いともいえないが、基本的にヘドロ掴みとして取り上げにちのじれをうけ、重量増をし、低公害密閉掘削型グラブとする事が良いと思う。

上記したように、重いグラブ（密閉型、開放型を問わず）でヘドロ又は、軟泥土にグラブを置けば、当然そのグラブの重量を支え得る地盤まで沈んでいくことは言うまでもない。したがって、グラブの沈んだ位置でシエルを閉じるのであるから、その部分の土砂を掴む事は必ずである。その後グラブを引き上げるのであるから、沈んだ深さのヘドロ層をかき分けながら水上へと上って来る。これではどうしても水は汚れてしまう。又取り除きたい部分を通過し、取らなくて良い部分を取り、絶対にか

きまわしてはならぬ部分をかきまわし、流域を汚濁する結果となる。図-2及び図-3で判るように、浚渫前のヘドロ層の厚みよりも、浚渫後の方がはるかに多くなる事わかった。又このレッドでは測れない層が水の汚濁と最も深い関係を持っている。ちよみにヘドロがどのように増えるのかを試験管を使って調べてみた。海水に近い食塩水を作り、江東区内の東京湾から採取したヘドロを、泥10%水90%のもの、泥20%水80%のもの、50%50%の3種類を作り、それぞれ良く攪拌した。どれも沈降傾向は同じようであったので中間の20%80%のグラフを図-1に示した。初めの30分で50%位の位置に降り、その後24時間たつと30%位に沈降する。しかしその後非常に遅くなり、1ヶ月たつた現在でも、もとの20%には戻っていない。つまり、ヘドロを一度かきまわすと、元の量に戻るには非常に長い時間が必要である。

次に一般の浚渫グラフと、密閉MNPグラフによる作業後の残量ヘドロ層の厚みを測定してみた。ヘドロ層をレッドは通過するが、超音波は反射するのでその差を図-2と図-3で示している。一般のグラフで浚渫すると、最初0.8mであったヘドロ量が浚渫後では1.4mへと増してしまいヘドロは全く取れていない事わかる。(図-2)ヘドログラフで浚渫したものは図-3のように、0.8mのものが0.5~0.6mとヘドロは取り除いたことを示している。しかしまだ0.8mのものが、0.6mとあまり減らないのは、作業方法や、ロープ速度の調整が不完全であり、今後研究すればほぼ完全に取り除く事が可能と思われる。図-4は都内の河川で地下飲水工事現場の音検図を写したもので、溝の底にヘドロが溜み、それをヘドログラフで取り除いた時のものである。最初5mの浮泥層があり、数回の浚渫で完全に取り除いたものである。以上でわかる通り、ヘドロ掴みでは、掴む時に工砂を、出来るだけ早くさばいように掴む事が最も重要な条件である。

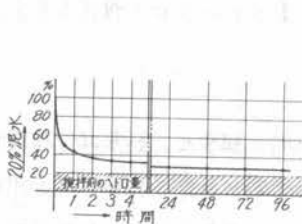


図-1 1日の攪拌に伴う増加量を示すグラフ

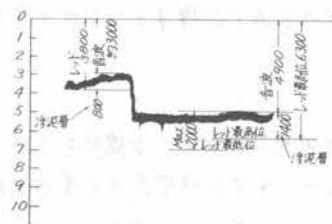


図-2 一般グラフによる浚渫後の測定値の一例

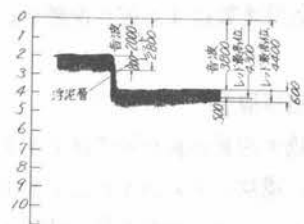


図-3 MNP密閉グラフによる浚渫後の測定値の一例

4 あとがき

美しい日本ととりもどす事は、我々国民の願である。国をあげてその努力をすれば近い将来必ず昔のような海がとりもどせると信じてやまない。どうか関係諸庁並びに関係者一同にお預りする次第である。

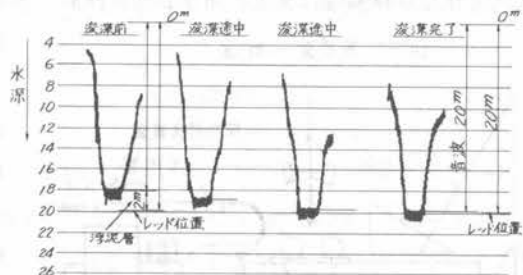


図-4 MNP密閉グラフによる1日浚渫過程の音波グラフを写したものです。

20. ヘドロ除去機

建設省 九州技術事務所

東原 豊

1 まえがき

有明海に流入する筑後川、六角川などの感潮区間では有明特有のヘドロ(泥土)が水門や排水設備など河川構造物周辺に堆積し、その機能や環境を阻害している。従来、ポンプ浚渫船や陸上からの機械掘削により一部の除去作業が行われてきたが、前者は含泥率が低く水との分離が困難でかつ再流失による二次汚染の恐れがある。後者は軟弱地帯であることや現地の条件から重機やダンプの接近が困難で搬路の構築などに多額の経費を必要とするなどの欠点がある。そこでこれらの問題に対処する目的で、コンクリートポンプを利用し高含泥率でヘドロの圧送が可能なヘドロ除去機の開発を行ったので概要を紹介する。

2 ヘドロの性状

表-1 ヘドロの性状

自然含水比	138～231%	粒 度	0.074mm通過93-99%
コンシステンシー	L-L(85～112%) P-L(42～52%) P-I(41～61%)	最大粒径	0.105～0.420mm
比重	2.534～2.547	三角座標分類	シルト質粘土ローム 又はシルト質粘土

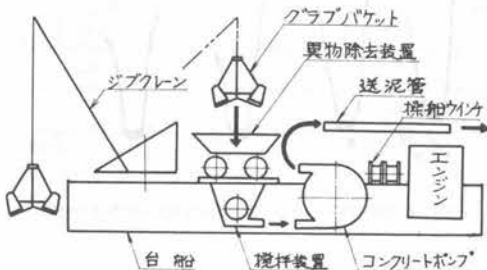
堆積ヘドロは有明海より潮にのり湖上(泥礫)したもので、多くは干潮時干潟となり満潮時は水面下に没している。一ヶ所の除去対象土量は500～1000m³で、一部に木片、空缶、小石などの混入が見られるが有害な重金属や有機化合物は含まれていない。したがって掘削したヘドロは高水敷に仮置きし乾燥後敷均すか他に運搬するなどの方法で処理することができ。表1にヘドロの性状を示す。

3 構造概要

本機の開発にあたってはできるだけ汎用化されている機械をシステム的に組合せ、効率的で信頼性の高い機械にまとめることを基本とした。先ず本体型式は作業が水中、干潟にわたるため水陸両用式が望ましいが、積載重量、積載スペース、価格の点で適当なベースマシンが見当たらないため台船式を採用し川側より順次浚渫することをした。

本機の構造は鋼板溶接構造の箱型台船に掘削、異物除去、送泥、操船、動力などの諸装置を架装したもので、その配置は図1のとおりである。

図-1 各装置の配置



掘削には水中、干潟を問わず確実な作業ができるクラムシエルを使用し、汚濁に対しては拡散防止フェンスを考慮することをした。

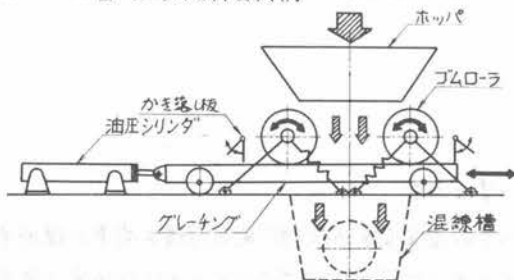
送泥はヘドロの性状から流体輸送とし、高含泥率である程度の異物の混入が許容できるスクイーヅ式コンクリートポンプを使用した。PC8型の東機によるテストでは含水比160%、スランプク〜10

のヘドロを水平で150m圧送するこゝができた。
送泥管4吋, 平均流速 2.7 m/sec , 圧力損失 2.10 kg/cm^2

異物除去は30mm以上を対象とし図2に示す機構を考案した。本装置は前後に摺動するグレーティング上に投入されたヘドロ塊を圧着自転するゴムローラで押出す構造で、ローラを500mm中圧着力40kg(調整可), グレーティングの摺動速度 10 m/min (調整可)である。なおこの装置についてはさらに実験を重ねた適応性, グレーティングの形状, 摺動速度, 圧着力などを検討する予定にしている。

動力装置は150PS/1800rpmのディーゼルエンジン, 減速機, 油圧機器, 全配管から成り, 動力は減速機を介しエンジンにより駆動される3組の定容量型串型ベーンポンプにて掘削機系統, コンクリートポンプ系統, 異物除去操船系統の各油圧アクチュエータに伝達される。使用油圧は $180\sim 270\text{ kg/cm}^2$ である。

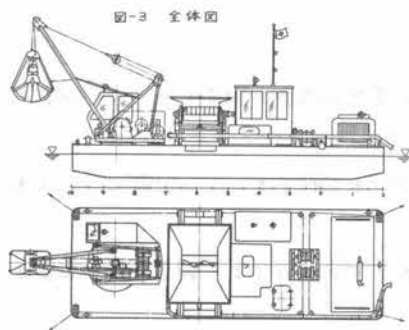
図-2 異物除去機構



4 性能諸元と特徴

本機は水上で掘削心送泥の一連の作業を行ない, 毎時15mのヘドロを処理するこゝができる。作業時は4本のアンカーワイヤにより自力で移動できるが, 現場周の回航は曳船によらなければならない。なお水上回航が不可能な場合は陸送するこゝができる。本機の特徴は①水中, 干潟を向わず確実な掘削ができる, ②高含水率(練菌磨状, 含水比160%程度)で送泥ができる, ③異物の除去が自動的にできる, ④アームを取外せばそのまゝトレー輸送ができる, ⑤生コンの圧送, 床掘りなど他の用途にも利用できる, などである。表2に主要諸元, 図3に全体図を示す。

表-2 主要諸元



掘削幅	4.5 m	異物除去装置	ローラ押し出し式
作業能力	15 m ³ /hr	送泥装置	スワイズ式コンクリートポンプ (ポンピングチューブ100φ)
送泥距離	150m以上(水平)	操船装置	4 胴ウインチ
全長×全幅×深さ	10m×3.5m×1m	動力装置	ディーゼル150PS/1800rpm 油圧駆動方式
きり水	0.7 m (平均)	送泥管	φ134 mm
総トン数	23 t	運転員	2名
掘削装置	0.3m ³ グラブ式		

5 あとがき

本年度は筑後川下流において各種の性能試験と実用試験を行ない適応性の検討, 性能のチェック, 歩掛の調査などを計画している。本機はトレー輸送を考慮し船中を2.5mとしたため, 船体の安定上使用グラブが 0.3 m^3 級となり, 30 m^3 の送泥能力があるにもかかわらず掘削能力がネックとなり 15 m^3 の作業能力となった。今後は船体両舷に脱着可能なフロートを取付け船体の安定を計り, グラブ容量を増やすなど作業能力の向上を検討する予定にしている。

21. ヘドロ浚渫船の監視制御機構について

東亜建設工業(株) 佐藤英輔

1. まえがき

ヘドロ浚渫装置の技術開発の経緯を簡単に説明すると、最初の段階は高濃度浚渫ポンプの開発から始まっている。この理由はヘドロを二次汚染の発生を防止するために浚渫する際に海底の存在状態に近い状態で浚渫する必要があるという発想に基づくもので、その結果としてニューマポンプをはじめとする各種の高濃度浚渫ポンプが研究開発された。しかしながら実際の掘削に直面してみるとヘドロ浚渫に要求される課題は浚渫に伴う二次汚染の防止とできるだけ完全な除去目的を達成することがその中心であつて、単なる高濃度ポンプの開発によるだけではこの目的を達成できないことが次第に明らかになってきた。

この目的を達成するために今日必要と考へられる装置開発の主要なる目標は下記の三項目に集約されるものと考へる。

ヘドロ浚渫装置の主要なる開発目標
(1) 濁りの発生が少なく、できるだけ正確な浚渫除去の可能な吸込装置本体の開発
(2) ヘドロ性状の多様性、浚渫条件の変化に対応できるように浚渫ポンプと吸込装置双方の機能を相互に制御して効果的を目的を達成するシステムの開発
(3) ヘドロの回収状況、周辺の条件の変化などを確認する状況検知装置と、汚泥の発生状況の監視装置を組合せて、これを浚渫装置の運転にフィードバックするシステムの開発

2. 新しい吸込装置の開発

水質汚濁の防止と完全な回収除去を達成するために吸込装置に下記の機能を付与することが必要である。

- (1) 一定の状態では、且つできるだけ水の流入を防ぎながらヘドロを回収することの可能な「泥土回収装置」としての機能。
- (2) 回収したヘドロを均質な状態に混合して安定した状態でポンプに供給する「調合、混合装置」としての機能。
- (3) ヘドロとの接触状態を一定に保つための接地圧力、埋没姿勢、接地姿勢の一定保持機能。
- (4) ある程度の障害物の排除、ヘドロ内のガス回収の機能。

このような機能を有する吸込装置として吾々の開発した装置の原理説明図を図一/1を示す。

この吸込装置は図一/1にその原理を示すように回収用の可動翼、内部混合室、濁り拡散防止板、ガス回収室などから構成されており、全体の形状を移動に伴う水の攪乱の少ない形にするとともに、各種の検知装置の組込まれたものになっている。

この装置を用いることにより、濃度の高い泥水を安定して浚渫ポンプに供給すると同時に、汚濁発生量の減少、ガス回収、精度の高い浚渫が可能となった。

吸込装置は浚渫船の吸込管の先端部分に取り付けられており、全体の接地圧力、接触姿勢を一定に保持できる構造になっている。

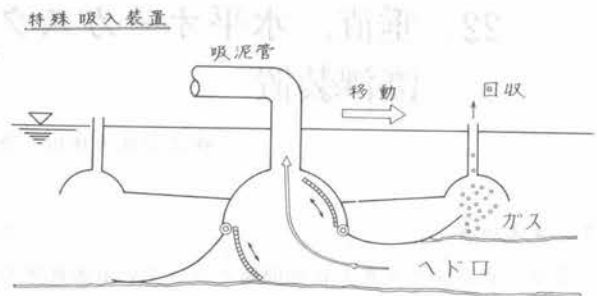


図-1 新しい吸込装置の原理説明図

3. 浚渫ポンプと吸込装置の制御

ヘドロはその性質が多様であり、発酵性ガス、油分の存在、土厚、分布状態などの条件に応じてその浚渫の方法を変えて、水質汚濁の少なく精度の高い浚渫結果を得られる施工法、運転方法を選択しなければならぬ。このためには各種の制御が装置に要求される。

浚渫ポンプに要求される制御

(1) 流量の調節と一定流量制御

土厚、移動速度の制限より高濃度浚渫を維持できる水量を決定することと、脱水装置側の要求に応へるために濃度変化による流量変化をさけるために一定流量制御が必要である。

(2) 流量ゼロ運転

特に土運船へ投入する場合に船の前進、関連作業時に濃度の薄い泥水の投入をさけるため、流量ゼロでポンプを運転することが必要である。

吸込装置に要求される制御

(1) 濁り発生と関連した移動速度の制御

(2) 接地圧力、接触姿勢を一定にする制御

4. 状況検知、監視装置

(1) 状況検知装置としては、吸込装置内へのヘドロの流入状況を検知する装置、浚渫土厚と比較検知する装置が必要である。このためには各種の土圧計、トルク検出、測深装置を吸込装置に内蔵することが必要となる。

(2) 監視装置としては吸込装置周辺の濁り発生の直読装置（例へば水中テレビ）の設置を要する。

5. あとがき

現在吾々はこのような考えに基づき各種装置を装備した専用浚渫船「クリーンナップ号」数隻を保有し一応の成果を収めているものと考へていますが、今後は更により二次公害防止に完全な能力を有する装置開発と取り組むことにより今日の公害防止事業に貢献できまは幸いです。

22. 垂直、水平オーガスクリュを用いたヘドロ浚渫装置

株式会社大林組 齋藤二郎 松尾龍之 羽生田吉也

1. まえがき

近年、我が国で大きな社会問題となっている水底下の有害および有機ヘドロをしゅんせつする場合二次汚染の防止と高濃度なヘドロの回収が肝要である。

本装置はオーガスクリュを用いた全く新しい方式のヘドロしゅんせつ機であつて、上記の条件を満たすことを目的に開発してきたが、今回大規模水槽内において試作機による性能実験を実施し、ほぼ満足すべき結果を得たので、ここにその装置の概要と実験結果について述べる。

2. 機械の概要

実験機械は図-1に示すように、垂直、水平スクリュコンベヤを逆T字型に組合せた掘削、揚泥装置と、これを吊り下げて移動させる走行台車および水平スクリュカバーから構成されている。

- (1) 水平スクリュコンベヤ……水中下ヘドロ地盤の掘削と垂直スクリュ吸入口への集泥を行なう。
- (2) 垂直スクリュコンベヤ……(1)によつて集泥したヘドロを揚泥する。
- (3) 走行台車……しゅんせつ装置の移動と上下動の調整を行なう。
- (4) 水平スクリュカバー……水の混入防止と、水平スクリュによるヘドロの飛散防止を行なう。

機械の主な仕様を表-1に示す。

3. 実験方法

実験は長さ15m、幅2.5m、深さ2.5mの水槽内に深さ1.0mのヘドロ地盤を作成し、ヘドロ地盤のみの実験とヘドロ上に0.5mの水深を与えた水中実験の2ケースについて、垂直、水平スクリュ回転数、前進速度を種々変化させた場合のしゅんせつ能力、二次汚染状況等について検討した。

実験に用いたヘドロは浄水場における沈でん

機械寸法	全長	5 850 mm
	幅	4 310 mm
垂直スクリュ	全高	9 000 mm
	直径	330 mm
	長さ	5 000 mm
	ピッチ	180 mm
	回転数	0~500 r.p.m
水平スクリュ	直径	430 mm
	長さ	2 000 mm
	ピッチ	300 mm
	回転数	0~46 r.p.m
電動機	垂直スクリュ用	1.5 kw
	水平スクリュ用	2.2 kw
	走行台車用	3.7 kw

表-1 実験機の主要諸元

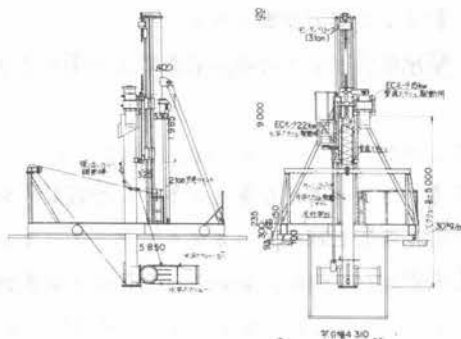


図-1 実験機の概略図

汚泥であり、実験中ヘドロの含水比を $\omega = 190 \sim 200\%$ の範囲としたが、液性限界が $\omega_L = 100\%$ であるので完全に液状を呈した。

4. 実験結果

4.1 しゅんせつ能力

(1) 垂直スクリュウ回転数 N_V と揚泥量 W の関係

しゅんせつ能力に最も影響を与える N_V と W の関係を求めたのが図-2である。実験範囲内の回転数では両者の関係はほぼ直線になっており、500rpmで最大2000Kg/m²(120t/h)を記録した。

(2) 水平スクリュウ回転数 N_H 、前進速度 V と揚泥量 W の関係

当装置では水平スクリュウの集泥能力、前進速度が垂直スクリュウの揚泥能力と完全にバランスしなければ能力の低下、あるいは二次汚染の原因となる。本実験で得られた N_H と W 、 V と W の関係を図-3、4に示す。それぞれのグラフから明らかなように N_H 、 V が増加すると W の値は一定になる傾向を示している。すなわち W が一定になる最低回転数、前進速度の値が N_H 、 V の最適値であり、三者がバランスしている状態である。

4.2 しゅんせつヘドロの性状

揚泥した後のヘドロ含水比 ω の値を表-2に示すが、高回転域で ω が高くなる最も大きな要因は N_V 、 N_H 、 V 三者相互関係で、これが完全にバランスしていると揚泥後の ω は原地盤とほぼ同じ190~200%程度になるものと思われる。

4.3 機械周辺の水質汚濁

機械の前後1m付近の水質汚濁状況を調べたが、試験前5~6ppmの濁度が試験中最大48ppmまで上昇した。汚濁原因としてはしゅんせつ装置の下部形状に問題があり、ヘドロを少々乱したため、あるいは狭い水槽のためにその側壁の影響が出たためと考えられる。しかし実際の作業は広い水域で行なわれるので下部形状の改良のみでこの値はかなり低減するものと思われる。

5. あとがき

以上、水槽内実験についてその一端を述べたが、現在次の開発段階として洋上実験を計画中である。なお、当装置は三和機材株式会社と共同開発したものであり、実験に当っては東京大学外尾教授の指導を得ていることを付記し、ここに感謝の意を表する。

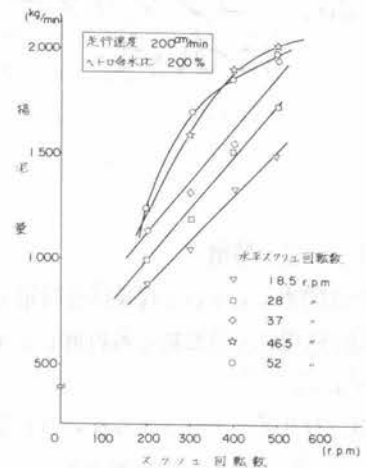


図-2 N_V と W の関係

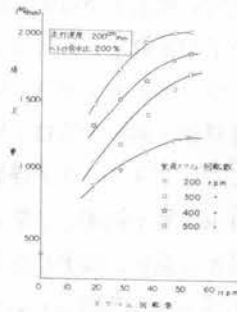


図-3 N_H と W の関係

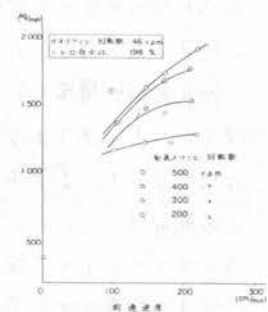


図-4 V と W の関係

垂直スクリュウ 回転数(rpm)	200	300	400	原地盤の 含水比
揚泥ヘドロ 含水比(%)	190	222	269	190 ~ 200

表-2 揚泥後のヘドロ含水比の変化

23. 「コンソリダー・システム」によるヘドロ処理工法について

不動建設(株) 中村正邦, 田原一之

1. 工法と特徴

今日開発されている環境保全対策としてのヘドロ処理工法は、単に脱水・固化にとどまらず、浚せつ固化処理後の固型物を再利用したり、超軟弱地盤に対する地盤改良工法として利用する方向に向いつつある。

コンソリダー・システムは、ヘドロと安定剤(フドウミックス)を連続的に均一混合し、目的に応じた固化処理ができる処理プラントを用いた、多目的ヘドロ処理システムである¹⁾。

当システムの特徴は、つぎのとおりである。

①ヘドロの吸引から混合処理、吐出までの全工程をパイプラインシステムで行なうためヘドロ飛散などの二次公害がない。

②安定剤供給機構(FMプラント)およびヘドロ吸引圧送ポンプ(CSポンプ)より定量供給されるヘドロと安定剤を、特殊なパイプラインミキサー(CSミキサー)で連続混合し、かつCS制御盤(CSCC)が流量を制御して常に所定混合比を維持することより、施工精度は高く、確実に施工ができる。

③従来の物理的・力学的工法では改良難とされていたヘドロを化学的に固結させるため、早期に大きな強度が得られ、大幅な工期短縮が可能である。

④端末処理機の選別によりヘドロ状地盤の現位置固化処理や地盤改良、浚せつ固化処理、工場・処理場の廃泥処理ができる。

図-1に施工システム、写真-1にFMプラントを示す。

コンソリダー・システムでは、多種多様のヘドロを固化させるために、従来の材料にとどまらず各種のフドウミックスをヘドロの性状(ω , $I_{p,low}$, 粒度など)、処理目的に応じて選択使用する。図-2は各種のヘドロを安定剤で処理したときの一軸圧縮試験結果を示している。

2. 施工管理(CSCC)

所定の混合比に応じたヘドロ固化処理を行なうためには、処理ヘドロと安定剤を連続均一混合しなければならぬ。CSCCはその集中管理を行っており、主な構成要素はヘドロの瞬間流量 F_d (m^3/hr)と、安定剤の瞬間流量 F_c (m^3/hr)による混合比演算、および

図-1 施工システム

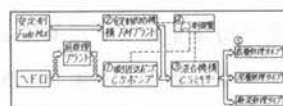


写真-1 FMプラント



図-2 処理ヘドロの一軸圧縮試験結果

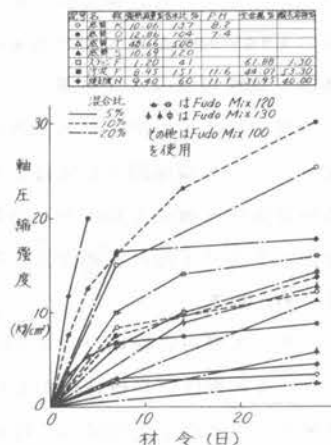
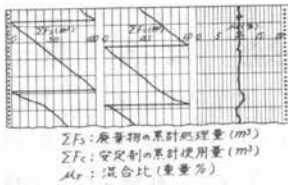


図-3 施工管理記録



制御出力による流量制御である。またヘッドロと安定剤の流量積算値および混合比Mr(%)を記録する施工管理記録や圧送圧力によって運転状態をチェックする安全制御装置がある。流量計で測定されたF_g、F_cの積算値ΣF_g、ΣF_cおよびMrの演算結果はオシログラフに時間記録される。図-3に記録されたオシログラフを示す。

3. 適用性

(1) 表層処理タイプ

表層処理タイプには、写真-2に示すようなケン引式施工機のほか、自走式施工機が用いられる。ここでは車両走行に必要なための超軟弱地盤の一次処理、有害ヘッドロの表層固結封鎖、軟弱地盤中のパイルの横抵抗増加などの目的に適用される。この施工機の特徴はコンソリダー・システムの主要機器をすべて搭載し、それ自体で施工の全工程を行なうことができる。

写真-2 表層処理施工機



写真-3 深層処理施工機



(2) 深層処理タイプ

深層処理タイプは写真-3に示すようにパイフロを上端に固定した施工機を用いて行なわれる。これはケーシング貫入後、引抜時にケーシング中のCSポンプおよびCSミキサーが作動し、ヘッドロと安定剤の混合を行ない、引抜速度とCSポンプ回転数に応じた直径の固結パイルを造成するものである。ここでは超軟弱地盤の深層改良を行ない、護岸のすべり破壊防止、道路盛土・築堤基礎の地盤改良をはかることができる。また、掘削の安定、軟弱地盤中の人工支持層造成などの施工も可能である。

(3) 廃泥処理タイプ

廃泥処理タイプはCSミキサーからの処理ヘッドロを直接パイロで施工位置に吐出する方法で行なわれる。この方法によると工場・処理場等の排出スラッジ処理やタイ積ヘッドロの浚せ固化同時処理などが可能である。最近の施工例として、東京近郊都市におよる都市ゴミ焼却灰の固化安定処理がある。

以上「コンソリダー・システム」によるヘッドロ処理工法について述べてきたが、これは上述の目的を達成するために開発された新工法であり、ヘッドロ処理において将来遭遇するであろう難問に対して臨機応変に対処するものである。

参考文献

- 1) 「ヘッドロ」, 底質浄化協会, No.4, pp.34~40, 昭和50年8月
- 2) 中村正邦・足立隆志: 都市ゴミ焼却灰の固化安定処理, 土と基礎, Vol.23, No.8, pp.27~33, 昭和50年8月

24. 泥水シールドの掘削土の処理設備について

西松建設株式会社 松島 寛

1. まえがき

泥水シールドの掘削土は、シールドの切羽の水圧室内で水と混合され、スラリー状態となって坑外の処理設備まで流体搬送が行われている。スラリー状態の掘削土を固液分離、脱水して適切な含水状態になるよう処理し、捨土運搬を容易にし且埋土としてよい条件を与えることが必要となっている。一般に泥水シールドが適用される工質は、液圧水の高い帯水砂層、或は含水比が大きくかなり軟弱化したシルト、粘土等であり、従って掘削土の処理については、かなり広い範囲の土粒子を対象として考えなければならない。以下に、掘削土の粒度構成の面から、固液分離、脱水等の処理方式に関して巨視的な計画概念を検討し、パイロットプラントの実施例について説明する。

2. 処理方式の概念

(1) 土粒子の粒度と処理方式

掘削土の処理方式を検討するに当っては、土粒子の粒度が問題となる。標準的な考え方をすると、掘削土のうち粒径100μ程度までの粗粒子は比較的に自然沈降が容易であり、而も沈降状態の含水比も小さいので取扱いが容易で運搬性もよい。より小さな微粒子になると自然沈降がかなり困難となり、大きな沈降面積をとって無理に自然沈降を行っても、沈降物の含水比が大きいのでそのままの状態では取扱いが容易でなく、どうしても脱水処理の必要が生ずる。従って薬液による凝集沈降を行って沈降方式をコンパクトにすることが必要である。

(2) 含水比と運搬性

一般に粒子が大きくなる程、少量の水も遊離水となって運搬性を阻害することが知られている。掘削土を捨土する場合、果してどの程度の含水比まで許容されるかを調べる必要があったので、代表的な一例として砂質土と粘土をサンプルとして、含水比を渡えて性状の比較を行った結果は(表-1)の通りである。

表-1. 含水比と土の性状

砂質土 含水比(含水率)	粘土 含水比(含水率)	性状
20% (16.5%)	37% (27%)	ほろほろしたおぼろ状
25 (20)	43 (30)	稍、粘着性のある小塊塊状 (塑性限界)
	52 (34)	粘着性増し稍々大きな塊状
31 (23.5)	74 (42.5)	ペリリとして表面に若干の 浮水がしみだしたあんこ状 (液性限界)
	76 (43)	表面に一層多くの浮水か しみ出たあんこ状
35 (26)		表面に浮水が完全に分離 した飽和沈降状態

(3) 固液分離及び脱水

固液分離: 粗粒は一次分離のプロセスにおいて自然沈降を行わせ、二次分離において微粒を凝集沈降させることが標準的な考え方となるが、実用的には、粗粒、微粒の構成割合によっては一段階の固液分離を行うことも選ばれる。

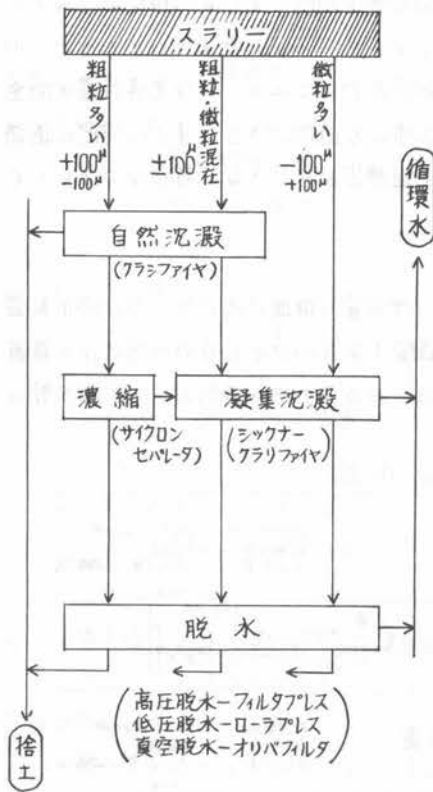
脱水: 粒子間隙に含まれた親和性のよい水を強制的に

加圧脱水を行うものであり、目標とする脱水度に応じて加圧方式が選択される。高圧脱水(1~5kg/cm²)、低圧脱水(1kg/cm²以下)、真空脱水、遠心脱水等の方式があり、低圧脱水に電気浸透、真空脱水等を併用する方法もある。(図-1)

脱水量: Q, 層厚: t, 加圧力: p, t脱水時間: Tの関係は次のようになる。

$$T = K \cdot Q \cdot \frac{t^2}{p}$$

図-1 固液分離、脱水方式



3. パイロットプラントの実施例

分離、脱水等の性状を調査するため、パイロットプラントを設けて検討を行ったので、設備の概要を(表-2)、(図-2)に掲げる。

表-2 計画の基本

シールド外径	: 1.790mφ
掘削断面積	: 2.50m ²
スベ-サリフing掘削長	: 1.125m (0.45m × 2.5Stroke)
“ 地山掘削量	: 2.80m ³
地山見掛比重(飽和状態)	: 1.75
“ (乾燥状態)	: 1.20
土砂真比重	: 2.65
2.5ストローク掘削量(乾燥重量)	: 3.40t
2.5 “ 掘削時間	: 2.5min
泥水濃度(最大/最小)	: 20 vol % (40 ppt %)/0
泥水量(最小/最大)	: 1.3 m ³ /min / 1.7 m ³ /min
泥水量(平均)	: 1.5 m ³ /min, 37.5 m ³ /25min (S=3.90t)
泥水濃度(平均)	: 3.4 vol %, 8.6 ppt %
土質: 砂質シルト	粒度構成: 100μ over 34%

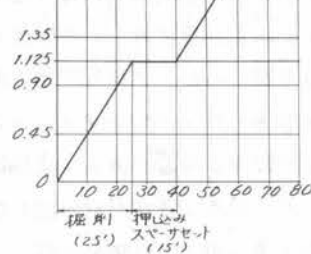
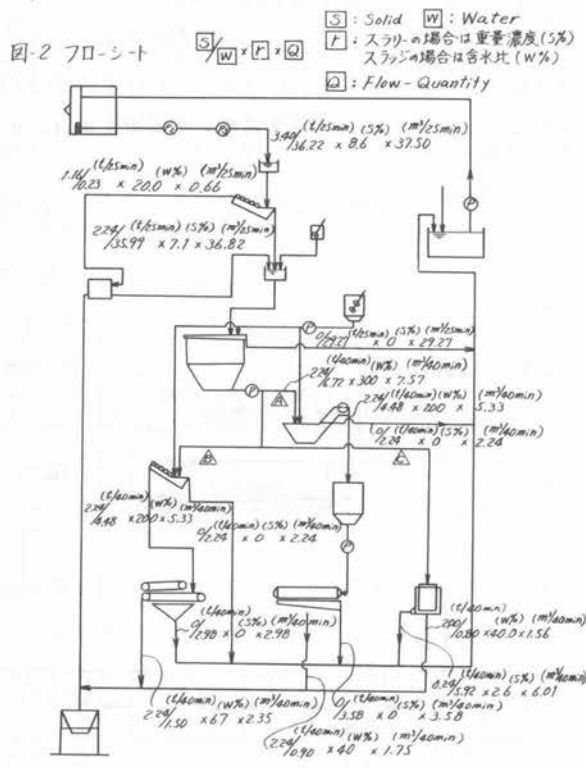


図-2 フローシート



25. 高精度小口径管理設装置とその工法

(アイアンモールシステム)

小松製作所 帆足 建三

1. まえがき

従来小口径管(内径60φ未満)の埋設工事には、道路を掘りかえして管を布設する開削工法が一般的に用いられてきたが、開削工法では交通障害、騒音、振動さらに地盤沈下などの公害をひきおこすことが多いため、小口径管であっても開削によらずに埋設する工法が望まれるようになった。

そこで我々は3年間にわたって研究開発を進めた結果、小口径管を開削によらず高精度低コストで推進できる装置を開発したので紹介する。これは我々が「アイアンモール」と呼んでいるもので、小口径管を推進して布設する装置であり、遠隔操作により方向が修正できるユニークな先端装置が開発されたため非常に高い精度の管理設が可能となり、下水道の工事にも適用できる。すでに実際に道路横断の下水道管路工事に用いて好結果を得ているので、今後交通障害をおこさない静かな工法として都市の管路工事に広く適用され得るものと考えている。

2. アイアンモールシステム(図1参照)

図1にアイアンモールシステムの概要を示す。この工法は、埋設管の推進に先立ち、方向修正装置(パイロットヘッド)をもったパイロット管(外径216φの鋼管)を方向修正しながら精度良く真直に圧入し、これをガイドに掘削装置と埋設管を推進させる工法である。工法の種別として、埋設管の

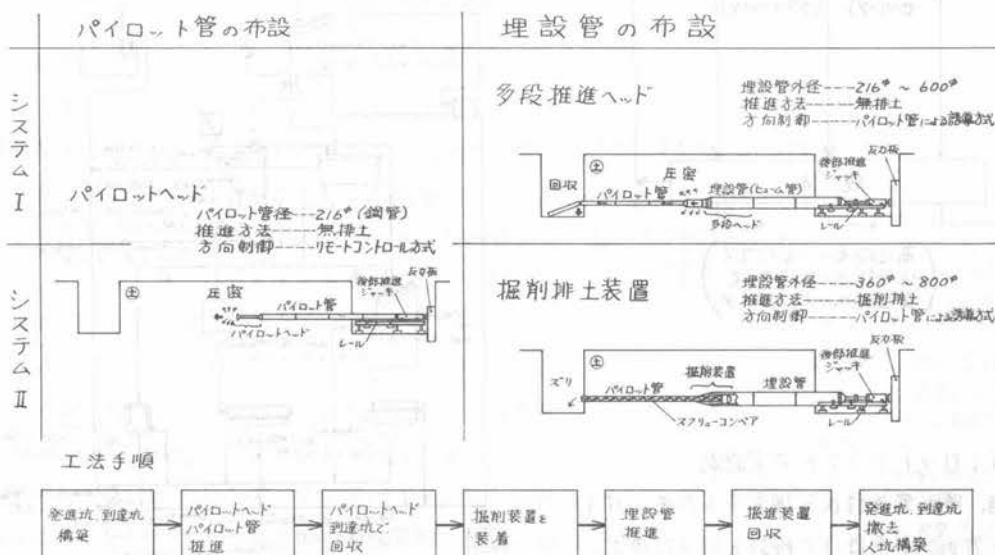


図1 アイアンモールシステムの概要

推進に土砂を圧密していくシステムⅠ工法と(多段推進ヘッドを用いる)、土砂を掘削排土していくシステムⅡ工法があり、工事条件により選択される。

次にアイアンモールシステムを構成する装置をあげる。

1. パイロットヘッド パイロット管を先導する方向修正装置。土砂圧密用のヘッドを揺動前進させながら推進方向を修正する。位置および傾きを測定するためのトランシットターゲットと重力式の傾斜計を備えている。
2. 多段推進ヘッド システムⅠ用の土砂圧密式掘進装置。推進力を小さくするため順次作動の3段式となっている。
3. 掘削排土装置 システムⅡ用の掘削排土装置。回転式カッターを備え、掘削土をスクリーンコンベアによってパイロット管内を通して到達坑に排土する。
4. 後部推進装置 発進坑にあってパイロット管と埋設管を推進させるジャッキ装置。

表1にアイアンモールの仕様を示す。すなわちその特徴をまとめると次のようになる。

表1 アイアンモールの仕様

	システムⅠ	システムⅡ
〔埋設管〕	外径216 ^φ ~600 ^φ 特殊の鋼管、ヒューム管	外径216 ^φ ~600 ^φ 特殊の鋼管、ヒューム管
〔推進距離〕	50m~60m	50m~60m
〔日進速度〕	25% (昼夜)	18~25% (昼夜)
〔埋設精度〕	到達点誤差 上下25mm 左右50mm 蛇行量 上下50mm 左右100mm	同左
〔方向修正〕	パイロット管推進時 方式一遠隔操作	パイロット管推進時 方式一遠隔操作
〔立坑の大きさ〕	発進側 幅2.4m×長さ4.3m 到達側 幅2m×長さ2.6m	同左
〔必要人員〕	3~4名	4~5名
〔所要電源〕	AC200V 15kW	15kW + 30kW
〔適用場所〕	ローム、シルト(レキ層のない) N値15以下 既設管への影響の少ない所	ローム、シルト、砂質土 (レキ層のないこと) N値15以下

1. 小口径管を開削しないで非常に精度良く推進できる。
2. 推進速度が速く、しかも少ない人員で作業ができる。
3. 上記1、2により工事費用が安い。
4. 軟弱地あるいは地下水の多いところでも安全に作業ができる。

3. 工事実績

アイアンモールは当社内で、推進延長延べ500m以上のテスト(ローム、シルトおよび砂質土)を行なった後、本年7月~8月に

埼玉県下で、小松建設の施工により、2件の道路横断工事に用いられた。土質はN値2~5のシルト質ロームで、内径450^φのヒューム管をシステムⅡによりそれぞれ34m、14m推進した。推進精度は到達点誤差がそれぞれ3mm、8mmおよび蛇行幅が50mm、10mmという結果であった。

4. まとめ

以上述べてきたように、アイアンモールは特徴のあるメソッドの多い工法であり、開発をほぼ完了したので、今後各位の御指導と御協力を得てより実用的な商品として育てていきたいと考えている。

26. アーマー工法

両橋建設(株) 吉田 弘

1 概 要

トンネル、特に大断面のトンネルを掘削する場合の補助工法として利用される工法である。方法は継ぎの鋼管矢板を水平に管の内部を掘削、排土しながら、管を推進してトンネル断面周囲に、鋼管矢板の支保工壁を形成せしめる工法である。

長所としては、1) 大断面トンネル支保工として経済的である。2) 短区高のトンネルに経済的である。3) 土抜きがシールド工法に比べて薄くともこのため、アプローチの区高が短くともよい。

短所としては、1) 比較的大きな立坑が必要である。2) 掘削の反力及び復設に比較的大きな設備が必要とする。

2 計 画 法

地質：地質に対してアーマー工法は、凡そ全ての地質に就いて施工可能である。ただし、圧縮力の大きい地質に対しては大きい推力を、大至礫の出現する時は、礫の運搬可能な管径、オーガーを要する必要がある。又非常に硬い地質に対しては、鋼管矢板を施工する事が困難で、鋼管単管を等間隔に(例へば、30cm間隔に)圧入する方法を採用する。

延長及び鋼管矢板トンネル断面積：水平鋼管圧入の管長区高は、トンネル掘削の場合、150~200m以下が経済的と考えられる。理由は、シールドトンネルを例にとると、単位区高あたりの価格は延長が短くなると極端に高価になる、例へば600m施工の単位区高当りの価格を100とすると、150m施工の単価は150~200となり、より短い区高は増々高価となる。故に、本工法は短区高に就いて有効な工法と云える。

至、断面積：トンネル掘削の場合、単価は断面積に比例して増大する、特に80m²を超えると急激に単価は増大する。本工法は大断面トンネルに有効な工法と云える。参考、都営地下鉄、芝園古川トンネルの断面積は235M²であり、これにアーマー工法が採用された。

3 実 施 例

都営地下鉄芝園古川横断トンネルに於けるアーマー工法の例を説明する。

トンネルの断面積は235M²、延長は33Mである。トンネル頂部の水平鋼管と河底との区高は4M弱で、河水の坑内への浸入の可能性がある、予じめの凍結工法により、この部分を凍結させて水平鋼管矢板を施工した。

鋼管の径は、216mm、鋼厚は12.7mmで継ぎの形状は別図-1の如くである。鋼管は、単位長6.6M×5本で33Mを施工した。

施工機械は、別図-2の如く推進掘削機と、回転掘削機とからなり、推進能力は100Tであり、回転トルクは400Mであった。機械は鋼管の長さに因って、継ぎ足し部を併走して延長出来る。

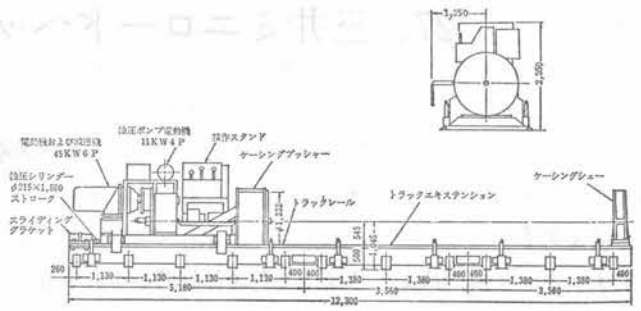
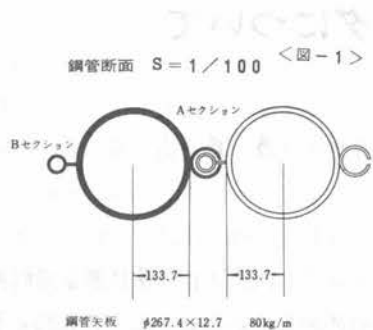


図-2 水平ボーリングマシン特殊型の全体外形図

従来の方は、鋼管水平圧入の方法に推力と回転推進を併用する方法の他に、推力と水ジェット推進を併用する方法があったが、この方法は脆弱な地盤を乱すことと、精度が悪いこととを併用してはなかつた。

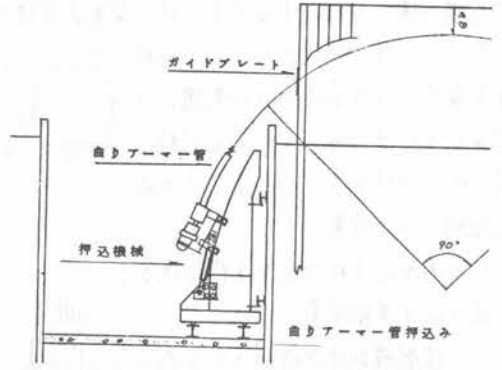
掘削施工の順序は、トンネル断面に合せて一番目に水平部(天井部)の鋼管矢板推進を行い、次に、垂直部(両側壁部)を施工した。総延長は、3927Mで鋼管推進の工期は180日であった。従来の最長施工記録は、実際に280M(267%)、実施例では国鉄市谷駅横断の50M(267%)がある。

次に応用の工法に就いて附言する。これは、「曲がりアーマー工法」と呼ばれる工法で、方法は屈曲した鋼管矢板を水平式の垂直に圧入して壁を形成させるものである。

利用法には、交叉部のカーブ鋼管推進、アーチ天井部の鋼管壁の利用法がある。

この工法によつて従来行い得なかつた、地下空洞からの駅部の建設等の空洞の建設が地上を災害事なく施工可能となる。

屈曲管を正確に行うには理論的に、1) 推進力を出せる工夫をいかにすること、2) 屈曲管のRが小さいこと及び剛性が大きいこと、3) 管径進部の固定を厳重に行うこと、である。



実験によると、中267%, $l=11m$, $r=7.0m$ を平均15tの推進力、精度は上下に43%の誤差であり、最大推力は23t、トルクは220kg・mであった。

参 考 文 献

「河川横断大断面トンネル工法」土木施工 14巻8号 西松建設(株) 吉田 他。
 「通勤幹線の下を掘る国鉄市谷駅横断地下鉄工事」土木施工 15巻15号 西松建設(株) 吉田他
 「水平鋼管圧入工法」土木技術 29巻6号～30巻3号 西松建設(株) 吉田。
 「河底横断工事」施工技術 5巻1号 東京交通局 北本他
 「鋼管圧入と凍結で河底を抜く」トンネルと地下、3巻2号 東京新交通局 石川他。

27. 三井ミニロードヘッドについて

三井三池製作所 馬場 高広

1. まえがき

従来トンネル掘削機としては、全断面掘削機や当社のロードヘッドに代表される選択断面掘削機等が使用されているが、これらの掘削機はいずれも、比較的断面形状の大きい為に、上、下水路や灌漑用水路、ケーブル埋設路等の小断面トンネルへの使用が困難であった。その為、これら小断面トンネル工事は手掘工事が多く、作業能率や安全性も悪いのが現状である。本機は、これらの問題点を解決する為に開発されたもので、8m以下の比較的軟かい岩盤でその性能を充分に発揮するものである。

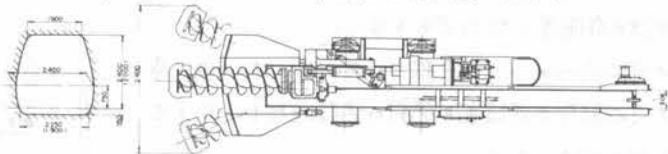
2. 開発経過

当社では、従来から炭鉱の坑道掘進や、土木業界の隧道掘進用としてロードヘッドを開発し、その製作販売をしており、既に百台以上の販売実績をもっている。ミニロードヘッドは、これらロードヘッドの技術をベースにして、特に小断面用に構造をシンプル、小型化したもので、昭和48年から開発に着手し、49年7月、1号機の完成を見、種々テスト後、下水道トンネルに使用し、その後、検討、改造を加え、現在の型式に完成をみているものである。

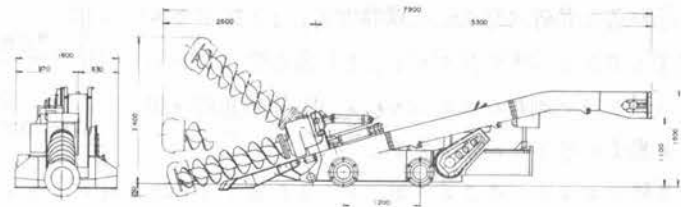
3. 構造

本機の構成を大別すると次の様になる。全体図を(才/図)に、主要諸元を(才/表)に示す。

(1) 上下左右に旋回しつつ、回転する長尺ヘリカルドラムの先端に刃物を取り付け、地山を削ると同時に削られたズリをコンバヤまで送り込む掘削・積込装置。



(2) 送り込まれたズリを機体後方に送り出す運搬装置。



(3) 掘削機本体を移動させる為の走行装置

(4) これらの各部に供給する油圧を発生させる油圧装置。

(才/図)

以下、これらについて詳説する。

3-1. 掘削・積込装置

掘削・積込の動力は、油圧装置によって発生した圧油で、油圧モーターを回転させ、減速機を介してドラムを回転させる。ドラムは

1. 掘さく仕上り寸法

高さ 2.0 m ~ 2.4 m
巾 1.95 m ~ 2.4 m
断面 3.5 m² ~ 約 6 m²

2. ドラム回転数

48/58 rpm ~ 50/60 Hz

3. 搬送能力

1.1/1.3 m³ ~ 50/60 Hz

4. 走行速度

6.7/8 m/min ~ 50/60 Hz

5. 電気装置

電動機 4P - 30 kW - 1台
モーターレカ 460 V - 3φ 1台
漏電遮断器 30 mA - 0.1秒 1台
使用電圧 100/440 V ~ 50/60 Hz

(才/表)

長尺ヘリカル式ドラムで、先端の羽根周上に刃物(チップ)を植え込み、地山を削り取ると同時に、削りとりれたズリをコンベヤまで送り込むことが出来る。この為、従来からの積込装置が不要となるので構造はシンプルなものとなっている。この掘削・積込装置は、油圧シリンダにより上下、左右に自在に旋回できるので、任意の掘削断面を作ることが出来る。ドラムの送り速度は油圧シリンダに送り込まれる油量を調整することにより、ドラムに適当な負荷を与えることが出来る。もし、異状な負荷がかかると、油圧回路内に組み込まれたリリーフバルブが作動し、歯車等の機械品が保護される。

3-2 運搬装置

ヘリカルドラムにより積込まれたズリは、スクレーパ式のチェーンコンベヤで、機体後方の運搬設備に送り込まれる。このスクレーパ式コンベヤは、チェーンの両端に締の付けたバーでズリを運ぶものであるが、トラフの摩擦や消費動力も多いが、次のような特長があり、この種の機械には適したコンベヤである。

- (1) トラフ内中が狭くても運搬量が比較的大きい。
- (2) 受け口付近が低くても十分のせられる。
- (3) コンベヤ傾斜が大きくても(30°位まで)運搬可能である為、全体的にコンパクトである。

駆動装置はチェーンに異状負荷がかかることがあるので、油圧モーターを使用し、無理な運搬を避けている。

3-3 走行装置

この機械は軟弱地盤を対策に製作されているので、走行装置は車輪式とし、レールの上を走行する構造になっている。機体左側に油圧モーターで駆動される減速機を介して、車輪を回転させる。車輪は広巾になっており、レールゲージ、 760mm 、 914mm 共用型である。又、広巾である為レールを車輪中央におく事により機体の向きを変えることができ、その分、掘削範囲が拡大される。車輪式である為、無限軌道式に比べてドラムの掘削反力、支持力は小さくなるが、積込フレームを地盤に強く押し付けることにより、大きな支持力を得ることが出来る。

3-4 油圧装置

本機の全ての動力源となる圧油を発生する装置である。電動機により、3連油圧ポンプと1連油圧ポンプを回転し、発生した圧油をそれぞれ掘削用、コンベヤ用、走行用の各油圧ポンプ及び油圧シリンダに供給する。各部の操作は全て運転席の切替弁のハンドル操作のみである為、運転者の疲労も少なく、視界も良好である為、ワンマン操作が可能である。

4. あとがき

本機の使用実績を表2表に示す。断面約5mのバテイ型。土質は関東ローム層で一軸圧縮強度は約100kNであった。今後は押管工法やシールド工法への組込みも開発していく所存である。最後に、本機の現地使用にあたり多大の御指導と御援助を賜り、西松建設(株)・石丸建設(株)殿に深く感謝の意を表すものである。

月別	供用日	運転日数	運転時間		稼働率 %	月別延M M	掘削量 M ³
			稼働	停止			
9	13	13	210	260 50	80. ⁸	76. ⁸	357. ⁶²
10	31	27	510	540 30	94. ⁴	210	1006. ³²
11	30	24	420	470 50	89. ⁴	180	786. ⁰
12	31	23	400	460 60	87. ⁰	193. ²	843. ⁶⁴
1	31	22	380	440 60	86. ⁴	199. ²	869. ⁸⁴
2	26	19	370	380 10	97. ⁴	207. ⁶	959. ³
計	162	128	2290	2550 260	89. ⁸	1066. ⁸	4822. ⁷²

(表2表)

28. トンネル先進ボーリング施工例について

建設省 東北技術事務所 岩本 忠和

1. まえがき

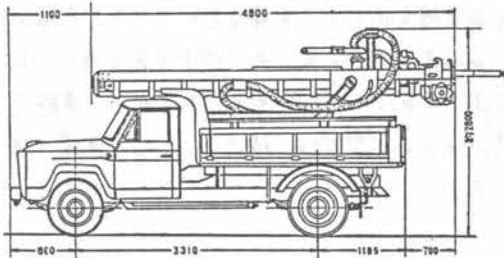
トンネル工事の高能率化、安全化を図るための地山構造の予測は、従来コア採取方式の先進ボーリングに依存する所が大きく、穿孔性能などの問題点からトンネル工事の高速化を著しく阻害している。これらの問題を解決するため、高能率でしかも軽量化されたノソコア方式による先進ボーリングシステムを開発し、昭和46年度から仙岩トンネル、月山トンネル等で試験を実施して来た。

これまで数回にわたり先進ボーリングシステムについて報告されているが、今回仙台西道路青葉山トンネル西坑口において湿式により掘削を試みたのでここにその結果と、これに基づくトンネル掘削工法の決定例について報告する。

2. 先進ボーリング調査について

(1) 調査用機械の概要

調査に導入されたせん孔機の概要は図→1及び表→1のとおりである。特徴としては、ワンマンコントロールが可能であること、ハンマーがロット先端にあるため、有害な振動は比較的少ない事などである。



図→1 せん孔機

せん孔機	スティックダウングホル型 (HS-6D型)
性能	掘削能力 - 水平 200m
	ビット - 径87mm フロスビット
主要動力	10m ³ 級イヤコンプレッサ 常用圧力(7kg/cm ²)
架装車両	R 3.5tonダンプトラック
せん孔機重量	約1,700kg (ロット除く)

表→1 せん孔機主要諸元

(2) 調査方法

先進ボーリング作業は、過去の試験においては、縦て乾式で実施されたが、青葉山トンネルの場合は、工事休止期間のため坑内の換気設備が不十分で、湿式で試験を行なった。

トンネル入口にコンプレッサー、揚水ポンプを備え、切羽までは工事用パイプを利用して送水、送気を行なった。調査方法としては、ロット1本(長さ3m)当りの掘進時間の測定、回転数、水の使用量、湧水の有無、排出スライムの採取等を行ない、掘進中の機械の状況観察を合わせて行なった。

(3) 判定方法

先進ボーリングの判定基準としては、せん孔速度、回転状況、排出スライム等の観察から行なうがその方法は①岩質が硬くて均質→掘進速度が遅く、粒径が密である。②岩質が軽い→掘進速度が速く、粒径が比較的粗い。③目がある→急に速度が速くなり、回転おろが出る。粒径は粗である。

④破碎帯がある→掘進速度が急に速くなったり、ブローがながったり、回転にあらが出て粗全も粗い。⑤粘土質である→ブローがながく突きささり、速度が遅く、つまり気味となる。

(4) 先進ボーリングの問題点

この先進ボーリングシステムは、①孔曲りによりハンマーの回収が出来ない場合がある。②軟岩地山での孔壁崩壊による掘進不能。③掘進長が長くなると空気圧の低下により性能が落ちて来る。④乾式の場合、湧水や破碎帯に当たった場合、スライムの排出がうまく行かない。⑤排出スライムによる地質構造の推定は可能であるが、岩の掘削分類までの決定精度は得られない。⑥排出スライムが細粒のため、岩強度を判定する事が出来ないなどの諸問題がある。しかし、現在これらの問題点については新しい技術の開発、施工法の改良が進められている。

3. 調査結果

青葉山トンネルにおける先進ボーリングの結果を、立坑ボーリングによる推定岩質と照合しながらまとめてみると図-2のようになる。

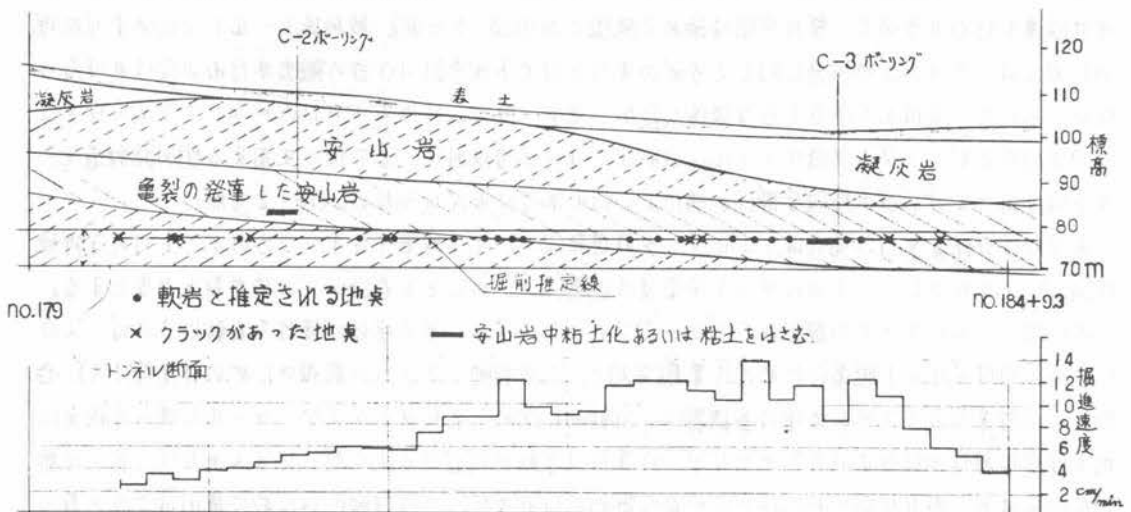


図-2 水平ボーリング状況図

4. 工法決定について

先進ボーリング、垂直ボーリングの資料を総合的に検討すると、地山土圧、膨脹性の土圧等支保工に入さな荷重が作用する事は、今後ないものと判断される。又、現在の切羽状態より判断して岩質が軟化し、施工が容易になる事も推定される。このことから地質がどのように変動するか底設導坑を先進させ、岩の変化、崩落の状態、施工の難易を調査することにした。特にNO.179~184の区間については、これまでの岩の崩落状況と先進ボーリングの結果から、上半掘削には、岩をボルトでロックし、その下を掘削する工法を採用し、安全性を向上させる事にした。

5. あとがき

青葉山トンネルは国道48号線仙台台道路のうち長さ2200m内空断面5.5m²のトンネルである。今回の調査では、さきに述べたような問題点は殆ど生ぜず、判定するにも立坑によるボーリングと総合的に検討したので、非常に効果的の調査だった。これからも継続して調査する予定である。

29. ずりトランスファースystemについて

西松建設株式会社 松島 寛

1. 概要

東海道本線東京品川間線増工事に於いて、芝浦ずい道の施工はシールド工事(外径7,240mm機械掘)により行われたが、堅坑は交通の輻輳する路面下に設けられたため、坑内から搬出された掘削土は、ずりトロに満載したまま路面下の堅坑内で引き上げ、堅坑の上床に設けた地下線路を経て近接する工事用地内のテルハの下部まで運搬する必要があった。このずり出し線路内のトロの操作を能率的に行うためには自動化を行う必要があり、トランスファースystemの開発が試みられたものである。

このシールドは鉄道単線断面で上下線2本の平行掘進が行われ、而も1ヶ所の堅坑で隣接の他工区分の作業も行われるので、堅坑空間は極めて狭隘であり(図-1参照)、機械掘シールド(2台)のずり処理のためには、1リングの掘進に対して3m³のずりトロ上下線合計40台の搬出が行われなければならない。エレベータは上下線各1台を設備したが、地下一階におけるずりトロのトランスファー作業はこの2台のエレベータの昇降サイクルに合わせて4~5分以内に、上下線で共用する閉回路軌道を、上下線2台のずりトロの複雑な操作が順序よく行われなければならない。(図-2参照)

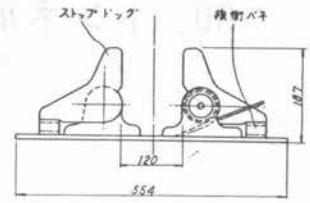
人力でこの作業を行う場合は、エレベータの運転(2人)、上下線各1台ずつ2台のずりトロの手押操作(4人)、テルハクレーン下のバケット吊金具の脱着(2人)、少くとも合計8人の作業員を必要とする。これに対してエレベータの運転からトランスファースystemに至る全体の操作を自動化すれば、人力によるものはバケット脱着のための作業員(2人)と、この自動システムの監視のための作業員(1人)、合計3人の作業員でシステムの中の各機器は、自動的に決められたタイムスケジュールに従って確実に而も安全に操作が行なわれることとなり、作業員は手動の場合の8人に対して3人となり、5人の節約が計られる。省力化のためにはささやかな節約ではあるが、この自動化のための費用はこの人員の節約により充分償い得るものであって、何よりも、作業分析を行うと手動操作の場合、作業員は4~5分というサイクルの中で、垂作業を伴う数工程の作業を目まぐるしく行わなければならない。人間工学的にも、長時間に亘り能率よく作業を行うことが果して可能であるか否か極めて疑問となってくる。依って、敢えて自動化の計画を進めることとなったわけである。

2. トランスファースystemの計画

このシステムの計画に当り、問題点として次のようなことからであった。

(1)エレベータ或はターンテーブル等からずりトロを送り出すために、傾斜装置による慣性走行を考えている。この場合、傾斜角度と車輛の停止位置との相関性は、このシステムの設計のための重要な部分であり、即ち不十分な角度で放出が行われると所定の位置まで慣性走行が行われないこととなり、又逆に必要以上の傾斜角度を与えると停止位置のストッパーは過大な衝撃を受けることとなり、何れもこのシステムの円滑な運転が期待できないこととなる。

(2)フロベアチェーンコンベアからずりトロが開放されて、ターンテーブル或はエレベータケージ等に移行する場合に、車輛は慣性走行が行われるが、これを所定位置で停止させるためのストッパーは慣性力に依じた衝撃を受ける。



(a) 傾斜装置の角度と慣性走行距離との関係

$$W \cdot K \cdot l = W \cdot f \cdot (l + L) \text{ より}$$

$$L = \frac{K - f}{f} \cdot l \text{ ----- (1)}$$

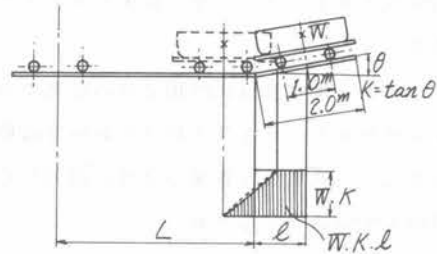


図-3 傾斜装置

(b) ターンテーブルを通過するときの慣性走行距離

$$\frac{W}{2g} \cdot v^2 = W \cdot f \cdot L \text{ より}$$

$$L = \frac{v^2}{2g \cdot f} \text{ ----- (2)}$$

$L \geq 2l$ が必要条件となる。

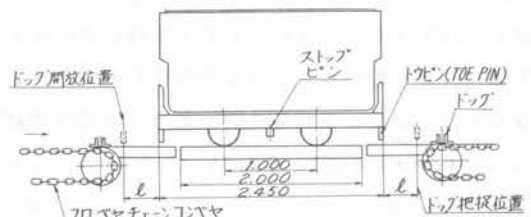


図-4 ターンテーブル

(c) ターンテーブルで車輛を停止させるときの衝撃

$$\frac{1}{2} \cdot c x^2 = W \cdot f \cdot l = \frac{W}{2g} \cdot v^2 \cdot \frac{1}{2} \text{ より}$$

$$F = c x = c \left(\frac{W}{2gc} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot v = \left(\frac{W}{2g} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot v \cdot c^{\frac{1}{2}} \text{ ----- (3)}$$

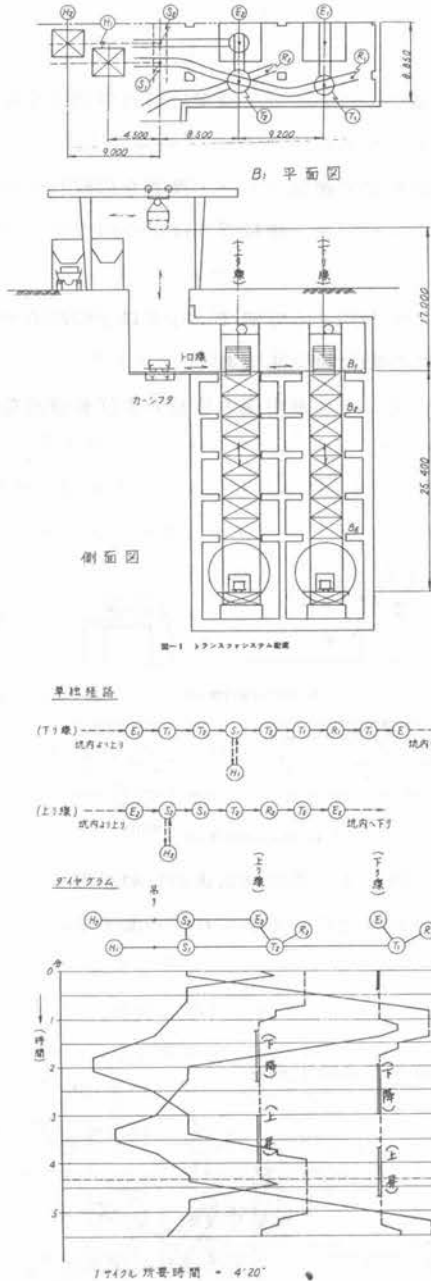


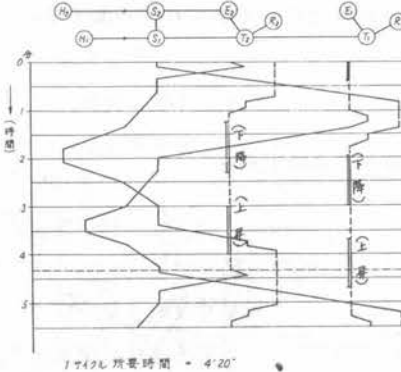
図-1 トランスファシステム概観

車線経路

(下)線 坑内上→E1→T1→T2→C→T3→T4→R1→T5→E2 坑内下

(上)線 坑内上→E3→S1→S2→T1→R2→T2→E4 坑内下

ダイヤグラム



1/40秒刻時間 = 4・20"

図-2 トランスファシステムダイヤグラム

30. トンネル工事における風道換気法について

鹿島建設 原田 実*, ○肥塚 嘉剛**

1. まえがき

近年、トンネル工事中における環境問題が重要視されているが、この中でも換気設備は労働安全衛生の面から作業環境を良好に保つために欠くことのできないものである。

従来、トンネル掘進中の換気法は、一般にトンネル延長に合わせて換気ファン・風管を接続していく風管換気法によっていたが、長大トンネルになると換気効率、経済性、維持管理などの面で多くの問題があった。

これに対し、風道換気法は掘進中の坑道そのものを風管として利用する方法で、2本以上の坑道があり、これらがループをなす場合において適用できるきわめて有効な換気法である。

本報告は、当換気法を各種の現場に適用して効果を上げたので、その適用法と特長および留意点などについてその概要を述べる。

2. 風道換気法の作動原理

本換気法は坑道延長方向に成層流換気を行なうもので、その作動形式は大別して図-1のように風門（逆流防止扉）式と風門を省略した噴流式とがある。

これらの使用法は坑道の抵抗 $R (= k \cdot L \cdot U/A^3)$ 、所要風量 Q による圧力降下 $P = R \cdot Q^2$ と送風機の発生圧力 P_j とのバランスおよび経済性などを考慮してその適用を決定する。いずれにしても坑道はなんらかの形態で貫通していることが必要条件である。

噴流式は、流体の運動量理論に基づき噴流の運動エネルギーが静圧 P_j に変換されて作動する。

ここに、 $P_j = \alpha (\rho U_j^2) \cdot (A_j / A_T) \cdot (1 - V_T / U_j)$

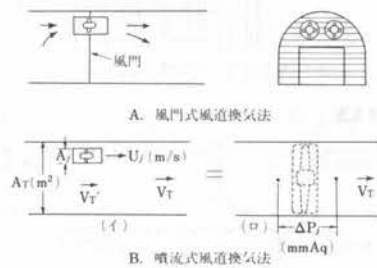


図-1 風道換気法の作動原理

3. 実施結果

(1) 地下発電所(図-2)：当現場は発・変電所の大空洞部を中心に坑道群が網目状に形成されている。当形態を活かして、発・変電所アーチ部の掘削が終了した段階でドレーン坑へ換気立坑を貫通し、噴流式風道換気法を適用した。

なお、換気経路、坑道抵抗、所要風量は施工の進行状況により変化するのでこれに対応した換気計画

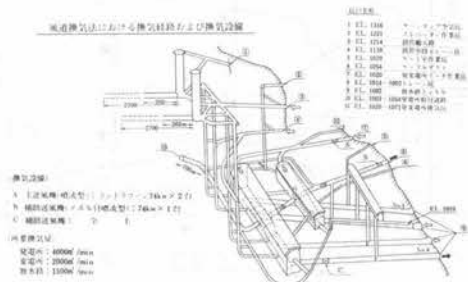


図-2 地下発電所

を行う必要がある。これに対処するため、換気網解析電算プログラムを開発し、さらに現場にて風量配分の解析を行うために流体回路網を電気回路網に相似化したシミュレータを開発して換気のシミュレーションを行い、各所に風量・風向の制御を図るための補助送風機を設置した。

表-1は、発電所内部における風管式と風道式の換気効果を比較したものである。

表-1 風管式と風道式の換気効果比較

換気方式	風管式換気方法	噴流式風道換気方法
掘削距離	48.8 - 48.10	48.11 - 49.2
使用送風機	トキナメックファン ハイドラメック ファンロープ 955L (132ps) 0.35m ³ /53ps 111×2台(180ps×2)	トキナメックファン ハイドラメック ファンロープ 977L (192ps) T-13 (150ps) 155A (320ps) 111×3台(180ps×3)
換気口径	1000φ74kw コントラファン×1台 1000φローラファン 200m	1000φ74kw コントラファン×2台
換気風量	720m ³ /min	4240m ³ /min
送風機1kw当たり換気風量	9.7m ³ /min/kw	28.6m ³ /min/kw
送風機1kw当たり換気風量	1.4m ³ /min/ps	3.7m ³ /min/ps
粉化基準値濃度	40p.p.m	10p.p.m
掘削距離	10m	100m

(2) 長大道路トンネル(図-3)：当トンネルは本線トンネルに併行して補助トンネルが掘進し、約700mごとに連絡坑で連絡している。このループを活かして風道換気法を適用した結果、長大トンネルにおけるタイヤ方式のずり出しが坑内環境良好の中で行われた。

(3) 長大鉄道トンネル(図-4)：当トンネルは4工区に区分されて施工されたが、各工区とも底設導坑先進工法で掘進したため、工期半ばにして全工区が導坑を通じて貫通連絡し、各工区協議の上で風道換気法が適用可能となった。

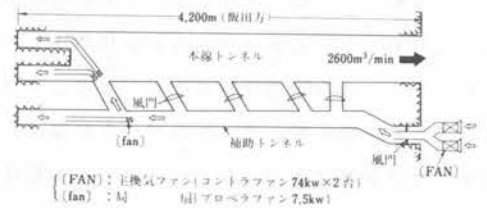


図-3 長大道路トンネル

4. 特長

風道換気法の主な特長は次のとおりである。

- a. 風管換気法に比べ、送風機、風管などの設備が大幅に簡易化され、設備費、動力費が小さい。
- b. 空気の流動が良く、換気効果が大きい。
- c. トンネル内に送風機が少なくなるため、送風機の騒音が著しく減少し、作業環境が向上する。

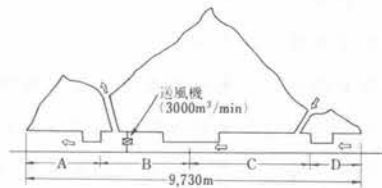


図-4 長大鉄道トンネル

- d. ずり運搬、機材運搬などの作業は障害物(風管)がないのでスムーズになる。特に噴流式風道換気法は、風道換気法の唯一の障害とされていた風門さえも省略したので、その効果が大きい。

5. むすび

風道換気法は従来の風管換気法に比較し、換気設備費、メンテナンス、動力費および作業環境などの面で大幅な改善が期待されるため、換気の省力化、省エネルギー的換気法と言えるが、なんらかの形態で貫通・連絡したトンネルに対して有効であるので、施工計画当初(設計段階)から立坑、斜坑導坑などを換気坑として計画しておくことが必要である。

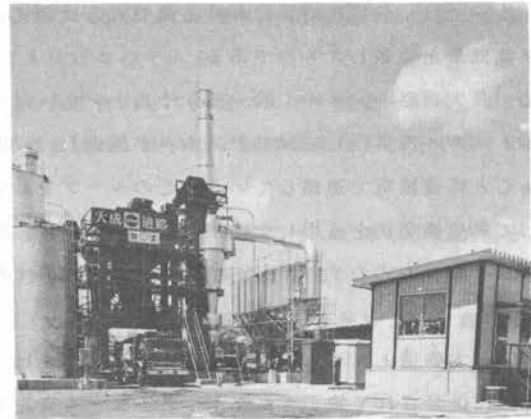
*) 鹿島建設技術研究所 機械部 主任研究員, **) 同 研究員

31. アスファルトプラントにおける新しい計量システムと低公害システム

日工株式会社 西川 辰男

1. まえがき

昭和54年、アスファルトプラントのパイオニヤ日工が業界に先がけて全自動を開発して以来、省力化をめざす自動化、工事量増大に伴った大型化と共に、各部の機能は著しい進歩をとけている。しかしながら、計量システムについては根本的な改善は行われず、これまでの方式が依然として使われている。さらに最近特にクローズアップされている公害問題と並んで、この二つの問題は、まだまだ世界水準には遅れをとっているのが現状である。そこでこの〈計量システム〉〈公害〉の二つの問題解決の足がかりとして開発したのがこれから紹介するO-N-A-P型アスファルトプラントである。



O-N-A-P-1000形アスファルトプラント

2. 新しい計量システム

2-1 電子計量システム

従来の計量機は、自動化の要請により機械式計量機にポテンショメータ、差動トランス、シンクロ発信器等の二次発信器を取り付けて電気信号におきかえ自動制御をおこなっているもので、機構的には手動式アスファルトプラントとなんら変わっていない。ここに紹介する電子計量システムは、ロードセル（ひずみゲージ式荷重変換器）を使って重量を直接電気信号として取り出し自動制御するシステムである。ロードセルからのアナログ出力信号は変換回路でデジタル化され数字表示される。計量の設定はデジタルスイッチでインプットされ、出力信号との比較により自動計量がおこなわれる。材料計量プログラムは条件判断回路を組合わせて、一定の順序でカウンタにより動作していく。演算制御素子はシーモスLSIを使用し、システムは機能別にプリント基板単位でブロック化してメンテナンスの簡素化を計っている。出力部とシステム機能部とは、リレーの接点を合わせて接続しているので動作の安定度は高い。操作は遠隔操作を標準とし、規格化した操作盤および管理機器は、管理システムの拡張に対応して自由に選ぶことができる。

2-2 省力化

今後の省力化は、従来のプラントの制御のみにとどまらず工場全体の管理即ちコンピュータによるトータルシステム化が必要である。上記電子計量システムの採用は、トラックスケール、材料レベル

制御等の開発をあわせておこなうことにより、出荷伝票発行、日報月報の集計、代金請求書の作成、売上統計の作成、在庫管理、品質管理、需要予測等を一人の人間で能率的に管理するトータルシステムの導入を前提として、企画されたものである。

3 低公害システム

3-1 騒音

アスファルトプラントは、数多くの装置が組合わさって、総合能力を発揮するために、騒音の発生源も多く、音質、音量とも、さまざまであるので、一元的な防音対策では、無理な点が多い。ために今回は、まず、騒音発生源の音を、可能な限り低く抑えるという基本点より出発し、その各箇所防音処置を施して、総合して、アスファルトプラントの騒音低下を意図した。

まず、最も大きな騒音源であるバーナに関しては、最新のヨーロッパ技術を導入して、油圧霧化の原理にもとづく、高性能の低音バーナを開発した。このNBバーナは、燃焼音が低だけでなく、フロアなどがないため機械音も非常に低い。特に大型プラントについても、小型の基本バーナを1~4基組合せて使用するので騒音は高くならない。本バーナは既に多数使用されて、騒音低下と燃費低減の効果を上げている。次いで大きな騒音源である排風機については、音の低いエヤホイール型を採用、排ガス量にマッチした低速回転で使用して、排風機自体の音をおとすと共に、防振ゴム、煙道とのラバジョイントで振動音をカットしている。気流音については、煙突上部に二重構造で吸音材を使用し煙突下部にマフラーを内蔵して、音質、音量にあつたこまかな配慮で音を下げている。さらに本体バッチタワーの高い箇所から騒音を発するスクリーンについても起振体より大型ギヤを省き、モータの回転数をより適格に起振体に伝えて、性能アップと騒音低下とを同時に可能とした。このギヤレスの技術はミキサにも応用されて効果を上げている。本体に関しては、ストックピンの骨材落下の衝撃防止装置、消音コンプレッサの採用などで、総合した音の低下がはかられている。その他飛散ダスト防止と低音をねらつたコールドエレベータに代わるベルトコンベヤ、振動フィーダの採用など騒音の発生源とみなされる箇所全般にわたり計測と防音テストを綿密に行つて総合して音の低下を計った。

3-2 ばいじんといおう酸化物

ばいじん対策としては、ダブルクローンで1次集じんを行った後、すべての細粒分は、新しく開発されたバグフィルタで捕集される。この時のばいじん濃度として出口で $0.05g/m$ 前後の好結果をしめすので、このバグフィルタはアスファルトプラント専用の集じん機として、高い評価を受けている。特長としては、バーナ性能に影響をあたえないインパルスジェット方式と呼ばれる脱じん方式と、当社独自の縫加工によるろ布の長寿命があげられる。ろ布を取付けただけでトラック輸送も可能な、強固なハウジングに守られているが、メンテナンスに関しても、ろ布の点検、取替が容易な様に考慮が、払われている。又、作業終了時に、ミキサを通して、排出される残骨材からの、やつかいなホコリを防止するために、切換えによつて、オーバサイズホッパで残材を処理するユニークな防塵機構も採用されている。又拡散によるいおう酸化物対策として設置される煙突は、プラント稼働地域の規制値によって異なるが、K値8.76、6.42、4.67に合わせて、3種の標準防音煙突が準備されている。近い将来の総量規制に対しては、盤油使用が一般化するので、NBバーナは、既に重油との両用型になつている。

32. A S L工法(仮称)用A Cプラントの開発

株式会社 間組 恵比寿 隆夫

1. まえがき

軟弱地や埋立地のように、地盤沈下の発生している地盤に打ち込まれた基礎ぐい(以下単にぐいと称ぶ)には、頁の摩擦カ:ネガティブフリクション(NF)が作用する。1960~1970年にかけてオランダでは、ぐいに特殊な厂膏を塗布して打ち込むことにより、NFを大巾に低減することのできるアスファルトスリップレーヤー工法(ASL工法)を開発した。本工法は、最近我が国にも導入されているが、ぐいに厂膏を塗布する方法は、手作業によることが多かった。我々は、ぐいに厂膏を能率良く塗布することのできるアスファルトコーティングプラント(ACプラント)を開発した。本文は、ACプラントの開発過程についての概要とバタものである。

2. ACプラント開発に伴う基礎実験

(a) 塗布方法の選定について

塗布方法として、①流し込方法、②浸漬方法、の2方法について実験を試みた。その結果、①等は、供試体(ぐいに相当する)の回転数と、流し込器の移動速度を調整することがむづかしく、また塗布面もスパイラル状になって、塗布厚みが不均一であり、所定厚みむみには、相当時間を要すると考えられた。一方、②等は、供試体と浴槽内に漬け、回転しながら塗布する方法であるため、作業性が良く、塗布面も非常に均一であり、また浸漬回数分おいて2回行うことにより、単時間に所定厚みむみを見通しがたつた。以上の結果より、②等を装置化することに決定した。



写真-1 流し込方法による塗布実験

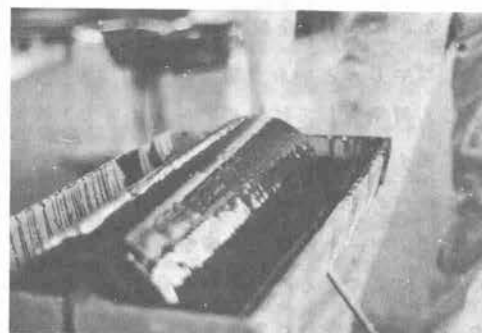


写真-2 浸漬方法による塗布実験

(b) ぐいの移動装置について

浸漬方法を装置化するにあたり、ぐいの両端を支持し、ぐいに自転を与えるながら、ぐい軸と直角方向に移動して、厂膏浴槽にぐいを浸漬する装置の開発が必要である。本装置で特に問題となる部分は

、くいの反折機構であり、①フラッチ案 ②円板案、の2案について、実物大のモデル機を作つて実験を行った。その結果①案は、
 ・くいに特別の治具を取付けること、
 ・くいの荷重受けを別途用意すること、
 ・フラッチ操作がむずかしいこと、
 ・機構全体が複雑になることなどの理由で装置化することに無理があることが判明した。一方②案は、
 ・機構および操作が簡単である、
 ・自転と横移動が確実に行えつたこと利便が多く、
 技術的にも問題が少ないとの結論をえ、②案の採用を決めた。ただし②案の場合、浸漬時にくいと浴槽の接触部からの丁青の滲れを防ぐ方法を考える必要がある。

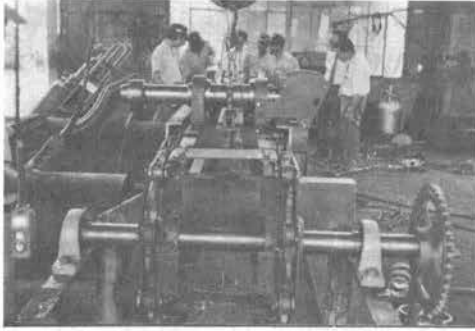


写真-3 フラッチ案の支持機構

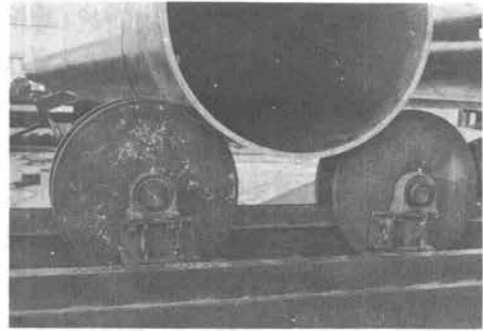


写真-4 円板案の支持機構

(c) 丁青浴槽について

丁青浴槽で問題になる点は ①(b)の項でのバネ丁青の凍れ防止と、②丁青の加熱方法であった。①については、①ニール棒による抑止方法と、②一担丁青を濡らしておいて、それを再び槽に戻す回収方法と2案について検討した結果、①案の方が構造的に単純であるとの結論をえ、ニール方法およびニール棒を変えて実験を行い、クロロアレンガム板を2重に張り、かつガム板の間に丸鋼(バネ鋼)を取付けて、ガムの弾性を補助することを目指した。つぎに②については、③重油バーナーホットオイル方式 ④誘導加熱ホットオイル方式 ⑤電気ヒーター直熱式の3案を考えだが、無公害であること、維持管理が容易なことなどを考慮し ⑤案を採用した。なお 電気ヒーターは、浴槽および貯蔵タンクには、カートリッジヒーターを、配管周りには、ニーズヒーターを使用した。

3 あとがき

本プラントを開発するに当り 塗布能力を検討した結果、毎400〜800 長さ15mのくいと、20枚の塗布が可能であるとの見通しをえ、
 赤後の処理を含めて図-1のフローシートによる塗布プラントを製作した。しかしこのような大型プラントが使用される例は希なことであるため、小型可搬式のプラントの開発もすすめ、おでに完了した。



図-1 ACプラントフローシート

34. 砂防ダム工事におけるコンクリートポンプの施工性

建設省北陸地方建設局 中野 脩、 広田 五七三、 三賀 広吉、

1. ま え が き

従来砂防ダムのコンクリート輸送にはケーブルクレーンが使用されている。この長所は、機械購入費が安価であること、運転制御装置が単純で操作が容易であること、固練りコンクリートの運搬に適することであり、また、コンクリート以外の資材運搬にも利用できる利点がある。反面、地形が急峻な現場でのケーブルクレーン打設の場合は、1日の打設量がケーブルクレーンの能力に左右され、ケーブルクレーンの架設に工期をついやす、霧、ガス等が発生した場合にコンクリート打設を中断しなければならない、作業の危険度が高い等の欠点も多い。このため作業員の安全性、打設工程の確実性及び施工の省力化をはかるため、大径径骨材、貧配合、依スンプのコンクリートを輸送できるコンクリートポンプを試作し、砂防ダム工事に使用し施工したのでその概要を報告する。

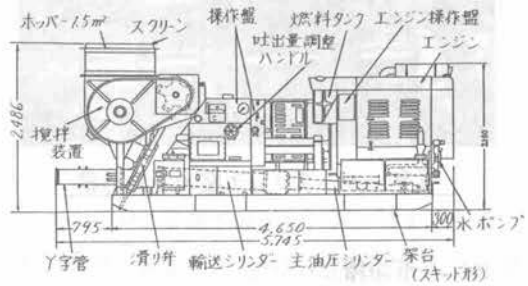


図-1 コンクリートポンプ全体図

2. 試作コンクリートポンプの概要

コンクリートポンプの試作には次の項目に留意し検討した結果、その主要諸元は表-1のとおりである。

表-1 主要諸元

- (1) 対象コンクリートは大径径骨材、貧配合、依スンプである。
- (2) コンクリート輸送能力は日当り打設量 100~150 m³に見合うようにする。
- (3) コンクリート輸送距離はコンクリートポンプを移設しないで到達できる能力にする。
- (4) 電線のない奥地でも使用できるようにする。
- (5) 急傾斜現場への搬入、搬出が容易な構造にする。

形 式	横形油圧ダブルピストン式	
最大吐出货量	20 m ³ /h	
輸送管径	210 mm	
輸送距離	200 m	
主油圧ポンプ	可変容量アキレアルプランジポンプ 210 mm	吐出量 225 L/min
攪拌用油圧ポンプ	ギヤポンプ	吐出量 70 L/min
吐出圧力	80 kg/cm ²	
ディーゼルエンジン	定格出力 146 PS	1,800 rpm
全体寸法	全長 5,745 mm	全幅 1,750 mm 全高 2,486 mm
総重量	9,300 kg	
輸送コンクリート	最大骨材径 80 mm スランプ 5 ± 2 cm 水・セメント比 55~60 率 セメント量 200 kg/m ³	

3. 施工概要

試作したコンクリートポンプを北陸地建管内の白岩砂防ダム災害復旧工事に使用した。

本工事は常願寺川白岩砂防ダムが災害により決壊され、ここの腹勾構強を行なったもので、早い降雪期をいかに短かい工期からコンクリートポンプの導

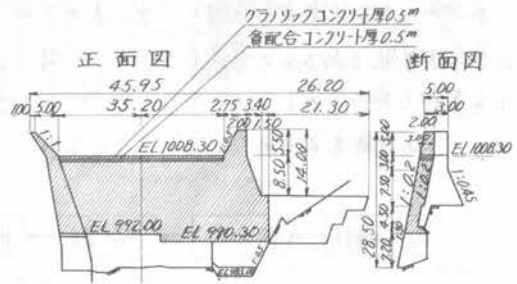


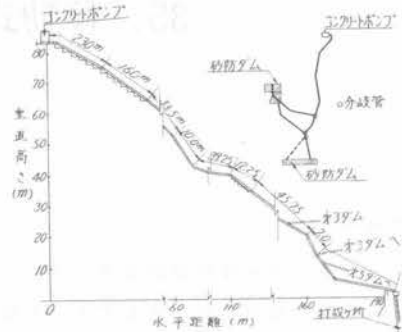
図-2 白岩ダム施工図

入が計画された図-2のとおり施工したものである。

工事場所 属山県上新川郡大山町字有峰
 “ 中新川郡立山町字水谷

工 期 昭和48年7月19日～11月25日

コンクリートポンプの据付、配管状況を図-3に示す。
 白岩砂防ダムは、地形が急峻で配管は実長210m、高体差がmをほとんど下り配管とした。コンクリートポンプは本ダム左岸袖部に据付けた。



4 施行実績

今回、コンクリートポンプによって施工した実績と、現場条件が類似した工事でテーブルクレーンによって行なった施工実績とを対比して表-2に示す。また工事に使用したコンクリートの示方配合を表-3に示す。

図-3 コンクリートポンプ配管図

表-2 工法別施工実績

項目	工法区分	コンクリートポンプ	テーブルクレーン
運搬距離	m	210	270
高低差、水平距離	m	85、190	100、240
架設日数、人員	日、人	15日、157人	50日、499人
修繕その他日数、人員	日、人	11日、129人	5日、41人
総打設量	m ³	272.5	257.7
打設日数	日	49	49
総打設時間	時間	165	417
時間当り打設量	m ³	22.6	8.5
打設総人員	人	624	782
1m ³ 当り打設人員	人	0.168	0.219
1日当り平均稼働時間	時間	4.4	10.4

表-3 示方配合

項目	工法別	コンクリートポンプ	テーブルクレーン
粗骨材の最大寸法	mm	80	80
スラップの範囲	cm	8	5
空気量	%	0.5	1
単位水量	kg/m ³	157	126
セメント量	kg/m ³	280	220
水セメント比	%	56	58
粗骨材率	%	48	44
粗骨材量	kg/m ³	749	656
粗骨材量	5~25 (mm)	926	544
	25~40		409
	40~80	408	409
AE剤	kg/m ³	2	ボジス N010L

(注) 表-2中、コンクリートポンプ架設のうち、配管換11回64人を含む。また修繕は輸送管内のコンクリートの肉壁処理に要した日数、人員である。

5 あとがき

今回コンクリートポンプによって施工した結果、最大骨材径80mm、%48% 単位セメント量280kg/m³のコンクリートをコンクリートポンプで輸送することができ、これによって現場架設の日数を短縮し、工事の省力化をはかることができた。コンクリートポンプの施工の向績とあわせて、

- (1) コンクリートの品質のバラツキは、管内肉壁の原因と見られるので品質時に検度管理が必要である。
- (2) 作業の中断は輸送管内でコンクリートが硬化するので作業待を少なくする工程が必要である。
- (3) コンクリートの打設に伴ない輸送管の配管換が必要となり、これに労力がかかるので、今後さらに検討が必要である。

35. 移動式生コンプラント車

丸友機械 山田 春夫

1. まえがき

このシンポジウムは移動式生コンプラント車に就いて

- (1) 現在製作使用されているプラント車に於いてこの操作使用上応用すべき範囲はどの様であるべきか。
- (2) 今後のあるべき機能及型状についてどうなるべきか等について各位の御検討を御願ひするものであります。

2. 生コンクリート製造供給方法の得失

(1) セントラルミキシングプラント所謂生コン製造プラント^で指定された示方配合通りの骨材スラン
 プと強度を有するであろう生コンクリートを製造させ之を生コン車（アジテータ車）で打設現
 場へ輸送させ現場工事の進捗に合せて受材使用している最も通常の方法であるが交通障害の為の
 到着受材時間のタイミングズレ、数量の誤差追加の為の作業時間待ち大型車出入の為の交通トラ
 ブル等の恐れがあります。

(2) 現場打設

一昔前迄は殆んど建設現場では自前の生コン製造プラントを現地に設置し骨材セメントの供給
 を受けて随時必要な時に必要な数量を自家生産していましたしかし敷地の問題、機械操作整備の
 人員の確保の為に現在では極一部の地域の工事とか山間の^で堰堤工事以外には採用せられていない



移動式生コンプラント車 MCP-500-D 主要性能	
項目	諸元
外形	全長2700 全幅1450 全高2780 自重6500kg
材料種別	砂利/水/AE剤
貯蔵量	砂利約2700ℓ 水100ℓ AE剤0.77ℓ
材料	給送装置として1台用自動給送機(時給約10ℓ)
計方式	水、AE剤、石粉計、重量計、体積計、体積計
表示	各表示設定デジタル、秤量値デジタル表示
補正	零補正、容量補正、200kg補正、リセット
操作方式	自動運転、計量、補正、設定、調整、解除、混合、排出
計方計型式	水平流線、不燃鋼、自動吐出型
出力	1/30-1/200 30段材料供給(1/200) 積込(1/200)
生産能力	最大350m ³ /日 標準200m ³ /日
貯蔵設備	11t-17tアップ 輸送物貯蔵庫(計量) 受取貯蔵庫

表-1 移動式生コンプラント車

3. 移動生コン製造プラントが活躍可能の場合

- (1) 近時大都市に於ては昼間の大型自動車の通行禁止区域が拡大され生コン業者よりの供給は夜間
 に限ると限定される為夜間コンクリート打を余儀なくされ、作業上いろいろ困難が生ずる。
- (2) 組立式のプラントを設置する程の大規模工事ではない、/ ~ 2万m²位の現場で交通の^で幅狭、距離
 の問題で生コン業者よりの供給困難を工事現場一例として堰堤の仮設工事山間のゴルフ場建設
 砂防^で堰堤工事の如き現場
- (3) コンクリートの管理が特に厳密な工事又は打設時間が限定される様な特殊工事或は早強セメン
 ト使用コンクリートの場合^に於て購入生コン^に頼り切る事が困難な工事
- (4) 工場内で生産する二次製品製造設備で、敷地が狭く自動制御方式^のプラント^の建設の余地なき場合。

- 15) 離島、孤島に於けるコンクリート工事に本プラントを舟で輸送又は舟上の仮生コン船として使用する場合

以上の如き場合には工場で完全セットされた一式のプラントを船所に移動して据付ける事により即日作業開始出来又完了後次の現場への移動も又容易である本機の真価が発揮されると思います

4 検討すべき諸点

- 1) 現型は写真に示す如く集約された外形、機能を有して居りますので之を中心として骨材セメント、水の補給の方法により全能力発揮の可否が分けれると思われま

2) コンクリートの輸送、打設の方法はコンクリートポンプ圧送式アジテーター又はダンプ、トラック或は人力、ネコ車とで各種あるが何れの方法を採用するかにより架台の高さを調整するか車の入るピットを掘ればよろしい。

- 3) 今後プラントの型式はどの様にすべきか

- ① 万能型 現型のままの応用
- ② 一地域向け特殊型 現型は保ちつつ附属品を付加することにより特殊型として使用
- ③ 骨材の種類 粗骨材は1種か2種か粒度は細骨材は2種か又はプレミックスしたものを使用するのか
- ④ セメントの受入 サイロの大きさ及び補給の方法

- 4) 能力の向上について

1台のトラックに積載出来る限りある寸法に収める為能力を現在以上に高める事は困難ではありすが尚計量、排出、混合の各時間の短縮と精度の向上は特に混練時間の短縮は重要課題でありますので今後は水平不傾型ミキサーの長所を生かした性能向上に努力する必要があると思われま

- 5) 連続混合ミキサーについて付言致します

輸入車に見られるスクリー式の連続混合は計量方式が客積計量である事と共に現在の我国のコンクリートがバッチ式と規定されている車と逸脱してはいますがコンクリートの性能がバッチ式と変らぬ成分強度を有するならば是とされる時が来た時には我々も大いに採用したい方式と考えられますので現場担当者及コンクリート関係の各位の御意見を御聞き致します。

- 6) 貯蔵ビンと計量混合部を二セクションとして2台トラックに分離輸送し現地でセットする案もあります要求により40~60m³/Hの能力を必要とされるならば採用せられるかも知れない

- 7) 今後益々使用範囲を広めて行くと思われる

レジンコンクリート(プラスチックコンクリート)の現場打設用の移動式プラントも本プラント車の思想を受け継ぎ既に試作中ではありますが材料こそセメントコンクリートと異なりますが工場用レジンコンクリートプラントを他に先駆けて完成し現在稼働中の実績を生かし現場レジンコンクリート打設に最適の移動式レジンコンクリートプラント車も又皆様の御要望に御答え出来る今後の機種であると確信して居ります。何れにしても私達プラントメーカーの立場と之を使つて作業して載く現場の方達と立場の相違より考えも違つて来ますが、現場の御意見により更に完璧なものに行きたいと考えます。

36. コンクリート特殊打設機について

建設省関東技術事務所 鎌田 政也

I まえがき

近年、建設工事の機械化は急速に発展し、工事の省力化、品質の向上を図るべく多くの機械が開発され、大きな成果を上げている。しかし、橋梁床版打設工事については、コンクリートポンプと、人力による施工が主に行なはれており、そのため、作業員の熟練度により平坦性その他の出来形が左右され、労力および品質管理について、大変な注意を払うている。ニホウ床版の平坦性、品質の向上、あわせて床版打設工事の省力化を図ることを目的に、建設省関東技術事務所にて開発、製作された、コンクリート特殊打設機は、関東地建管内各地の橋梁床版を打設し大きな成果を上げている。以下、開発機械および機械施工の実態について述べる。

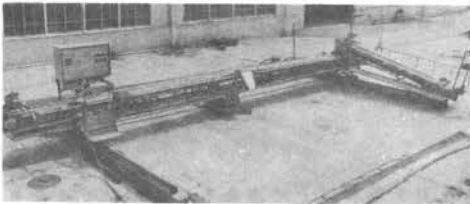


写真1 改良型コンクリート特殊打設機

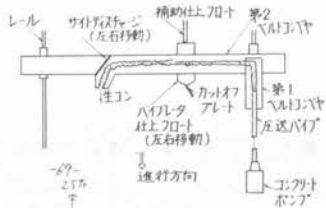


図1 敷きならし徘徊機の作業図



写真2 カットオフプレート

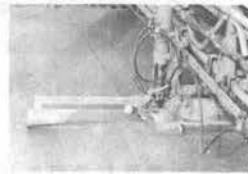


写真3 フロート

敷きならし徘徊機は、①コンクリートのまき出し、徘徊り仕上げは自動制御装置によってワンマンコントロールができる。②走行は同制御装置によりバラ

2-2 機械の仕様

表1にコンクリート特殊打設機の仕様を示す。本機の特徴は、①コンクリートのまき出し、徘徊り仕上げは自動制御装置によってワンマンコントロールができる。②走行は同制御装置によりバラ

2 機械の概要

2-1 開発の経緯

コンクリートの打設は、コンクリートポンプを使用した機械施工とし、

①コンクリートのまき出し作業、②コンクリートの徘徊り作業、③コンクリートの表面仕上げ

作業、以上の作業を単独で行う機械を製作し、関東地建管内の三橋を施工し、当初の目的を達成した。とくに平坦性については、良好であったが、機械全体の作業間隔が10m以上となるため、各機械間の連絡がとりずらいなり、その影響が作業面に一掃見られたので、最終的には、上記の3つの作業を1台で施工でき、しかも軽量の作業性の良い機械に改良した、

(写真1参照)。機械は、図1に示すが、圧送パイプより吐き出れたコンクリートは、オーベルトコンベヤのラチェットコンベヤに送られ、サイドディスタージによって機械の前面に均等にまき出す。次にカットオフプレート(写真2参照)

機械名	穀均し 砕固の機		コンクリートポンプ	
形式	ベクトルバヤ、平面バレル式		足置形油圧式	
性能	最大穀均し幅	11,000mm	輸送能力	40m ³ /h (スランブ厚17.5cm程度にて)
	最大穀均し能力	40m ³ /h	輸送距離	280m (5B輸送管水平上輸送能力にて)
	最大砕固幅	10,000mm		
	最大砕固能力	240m ³ /h		
	作業速度	0~1.3m/min		
要目	全幅	12,200mm	全幅	2,100mm
	全長	5,000mm	全長	5,600mm
	全高	2,100mm	全高	2,000mm
	重量	3,300kg	重量	7,600kg
	軌間距離	5,000~11,000mm		

表1 コンクリート特殊打設機の仕様

3 施工の実例

以下、最近の施工実例について述べる

3-1 エキの概要

- ① 施工場所 栃木県佐野市高橋町地先
- ② 橋梁名 渡良瀬川橋
- ③ 橋梁および施工概要

渡良瀬川橋は、橋長346.6m、幅員11.85mの3至向連続橋である。施工は2回に分けて行い、今回は、174mの床版打設を4日間で行った。(図2参照) 施工は、主桁上に走行レールを敷設し、機械によるコンクリートのまき出しは、11.85m向行、また機械による砕固めおよび表面仕上げは走行レール内側9.9m向を施工した。レール外側の砕固め、表面仕上げは人力により施工した。コンクリート打設順序は、3至向連続橋造のため、4ブロックにわけて打設した。(図3参照)

3-2 コンクリートの配合

コンクリートの設計配合は表2に示すとおりである。

3-3 作業実績

今回の施工は、人力による施工が少なく、機械施工に近した作業であった。作業は打始め、打終りおよびエキステンション場部の人力による作業を含め、約18時間また、コンクリート打設量は482m³で時間当たり27m³の打設を行った。なお施工中のコンクリートのスランブは平均9.1cmであった。

3-4 仕上りに対して

バイブレータの砕固め効果については、気泡が少なく、砕固め度は十分と見られた。また平坦性については、車道部中心および車線中心の2測線を3mプロフィールメータで測定した結果は、標準偏差が平均で3.37mmで比較的良好であった。

4 施工の実績

現在までの施工した橋梁は表3の通りである。なお昭和50年からの施工は改良型を使用した。

5 おまけ

以上、関東技術事務所にて開発されたコンクリート特殊打設機械について述べたが、本機械の目的である品質の向上、省力化については、一定の成果を上げてくると見られる。今後は、より多くの施工を行い十分な調査検討を重ね、より高性能の機械にならざるよう努力し、皆様の御期待にそえるようにしたいと思っております。

ンス走行ができる。③コンクリートポンプは、土木用の低スランブコンクリートを対象としたポンプで、肉察防止装置を保持している。

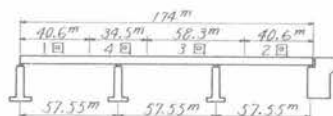


図2 渡良瀬川橋の側面図

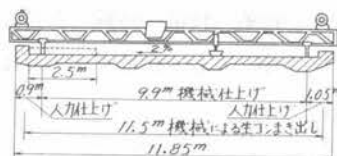


図3 機械施工図

左筋	右筋	単位重量	最大容積	細骨材	細骨材	細骨材	細骨材
径度	比(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
20φ	81.2	52.5	314	165	793	132	25
							41.3

表2 コンクリート設計配合表

施工年月	工事・橋名	橋名	橋長	幅員
47.9	相武国道	奈良第3高架橋	251.2	8.95
48.9	北首都国道	中川橋	65.3x2	11.65
48.11	相武国道	都老名高架橋	191x2	10.5
50.2	千葉国道	末広橋	60	11.5
50.7	宇都宮国道	豊原御座橋	343	8.85
			422	
50.7	北首都国道	古利根川橋	131.4	11.25
50.8	宇都宮国道	渡良瀬川橋	173.2	11.85

表3 施工実績一覧表

37. K O B E K 150形ディーゼルパイルハンマ

神戸製鋼所 西村 正二郎 岡田 博幸

1. まえがき

世界的な港湾施設の大型化、長大橋の架設、海洋開発など大規模化、高度化する基礎工事にもな
って、大口径、長尺ぐい打設の必要性が高まってきました。この要求にこたえるため、神戸製鋼
が長年にわたる知識、技術、経験の蓄積とさびしいテストの繰返しをもとに開発したのが世界最大
のラム重量 15 ton の K 150 形ディーゼルパイルハンマです。

2. 仕様

全 長	(m)	7.0
本体総重量	(ton)	36.5
ラム重量	(ton)	15.0
打撃回数	(blows/min)	42~60
一打撃の仕事量	(ton·m)	39.6
燃焼による押圧力	(ton)	330
燃料消費量	($\frac{1}{h}$)	55~75
ラム潤滑油消費量	($\frac{1}{h}$)	6~9
アンビル \varnothing	($\frac{1}{h}$)	4~5
燃料タンク容量	(l)	600
ラム潤滑油タンク容量	(l)	50
アンビル \varnothing	(l)	50
冷却水タンク容量	(l)	700

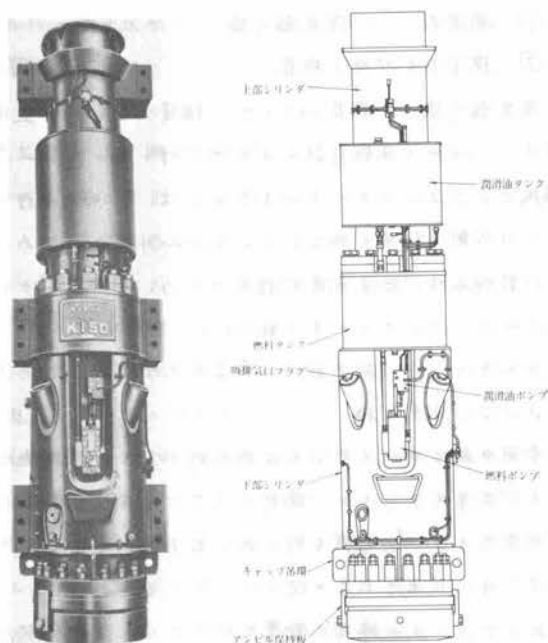


写真-1

図-1

3. 構造概要

この K 150 パイルハンマは、作動原理は従来のものと同じですが性能を向上させるため、従来の経
験を基礎に、さらに種々の工夫、研究をかさね、次の様な機構を新しく開発しました。

- (1) シリンダ自動潤滑装置 ----- 潤滑管理の省カ化とハンマの作動状態にマッチした潤滑の確
保のため、従来の KB 型に採用しているのと同じ構想の自動
潤滑装置を設けています。
- (2) 油圧式燃料調整装置 ----- K 150 のような超大型機で、しかも海上での作業が多いこと
などを考えると、従来のロープ操作式では確実な燃料調整を
期待することはできません。従って、K 150 ではより正確な
燃料調整を行うために、油圧式燃料調整装置を設けています。

(3) 油圧式起動装置 -----ワイヤロープによる従来形式の起動装置の装着も可能ですが、フライングリード使用による作業等、ワイヤロープ式では作業が困難な場合にも正確な起動操作がこなされる様、油圧式起動装置を開発しました。

(4) 水噴射装置 -----一般にハンマの冷却には空冷式あるいは、蒸発式水冷方式が用いられていますが、ハンマが大型になると熱の蓄積量が、飛躍的に増大し、高温による性能の低下や材料の劣化をまねきます。これらをごけるため、K150では、従来にはない新しい冷却方式として、水噴射冷却方式を採用しました。

4. テスト結果

ディーゼルパイルハンマは、一般に極端な過熱状態になると、過早着火を招き、杭打力が低下し本来の性能が発揮できないという現象が occurs。従ってK150のような大容量のハンマに於いては、長時間の連続運転による性能の確認が重要なチェックポイントと考えられます。

我々は長時間運転によるK150ハンマの性能を杭打力とガス圧の測定によってチェックしました。それを表-1に示します。また、長時間運転による温度上昇がハンマの主要部に悪影響を与えることがないかどうかをチェックするため、シリンダ内壁温度を測定しました。図-2に測定結果を示しましたが、温度は約100°C前後にとどまっています。

5. あとがき

このようにK150パイルハンマは、長時間の連続運転に対しても何ら性能の変化を生じないことが実証されており、実作業においても十分信頼して、御使用いただけるものと確信しております。

表-1 杭打力、ガス圧測定結果

運転経過時間 (シリンダ運転停止時間)	2分	10分	32分	86分 (29')	132分 (29')	152分 (31'30")	216分 (31'30")	231分 (35'45")	276分 (40'45")	333分 (59'20")	378分 (67'45")	423分 (77'45")
杭打力 ton	1,330	1,280	1,490	1,480	1,390	1,500	1,490	1,550	1,500	1,560	1,860	1,600
ガス圧 kg/cm ²	71	51	84	58	69	67	65	65	71	59	60	59
ラムストローク mm	2,100	2,300	—	2,300	2,300	2,400	2,300	2,400	2,400	2,100	2,250	2,000

※ 杭長さ 10.3m 杭深さ 8.895m 平均費入量 0.004mm/blow

※ ラムストロークハ20打撃ノ平均値デアル。

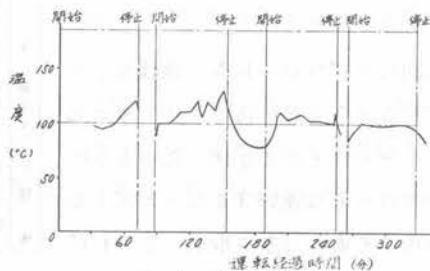


図-2 シリンダ内壁温度

38. 油圧杭拔機「パイルリムーバ」の開発

日本国土開発 米倉 徹

1. はじめに

最近では建設公害に対して地域住民の関心が高く、特に基礎工事における騒音・振動が大きな問題となってきた。従来、鋼矢板の引抜きには振動を利用したバイアロハンマーが多く使われているがこれも振動に対して次第に敬遠されつつある。こうしたすう勢に逸早く当社では、無振動・無騒音鋼矢板引抜き機が工法開発のテーマとして取上げられ、昭和50年8月現在ひとまず完成してテスト中ではあるが、以下にその概要を述べる。

2. 機械の構成

図-1に示すように独立フロート、引抜きシリンダ、チャックケーシングを一体とする本体と別置き電動油圧ユニットから成り、本体とユニット間は油圧ホースで接続している。

操作は操作盤において操作スイッチにより行う電磁油圧有線リモコン方式を採用しており、無振動・無騒音でH鋼またはシートパイルを引抜くものである。

3. 仕様

表-1. 参照

4. 各部の機構と特長

(1) メインフロート

H鋼引抜きの場合はフロートに引抜きシリンダを3本づつ配列し、中央のシリンダはガイドボックスの中に収めてある。ガイドはインナボックスがフロートにピンジョイントで、アウトボックスはメインフレームに固定されている。フロートは2個に独立していることと、引抜きシリンダは並列油圧回路、即ち各シリンダは等圧であることから地耐力の不均衡に追従してシリンダが動作し、引抜き方向の調整が容易である。

(2) サブフロート

シートパイル引抜きの場合は別にサブフロートを2個備え、メインフロートと直角方向のガイドボックスに引抜きシリンダとともに組込む。したがってH鋼とシートパイルでは図-2のようにシリンダの配列が異なる。サブフロートは連続するシートパイルの両隣りの其上りを防ぐとともに、それに反力を取れ、シートパイルがG.L上に出ていてもメインフロートはまたげるので、レベ

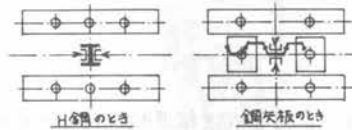


図-2. シリンダの配置

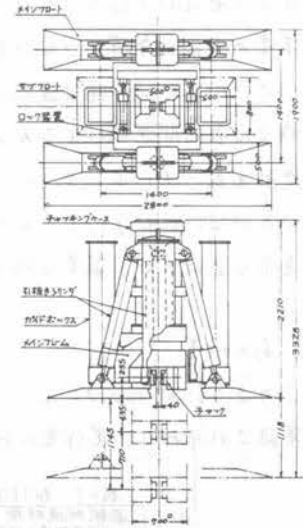


図-1. 仕様図

形式名称		PR-250 パイルリムーバ	
本	最大引抜き力	250 tH	
	引抜き速度	460 ~ 2780 mm/min	
体	下降速度	1660 ~ 4890 mm/min	
	引抜きストローク	1118 mm	
	チャックケーシング	3位置ロック付スライド方式	
	チャック位置	最深時 1125 mm	
	最大チャック厚	40 mm	
	適用鋼矢板	H鋼 250x250 ~ 400x400 鋼矢板 I ~ Ⅲ型, F型	
	主要寸法	2800 mm x 1900 mm x 2210 mm	
	重量	5960 kg	
	油圧ユニット	形式	A・D・D回路付Hi-Lo吐出形
	主要寸法	電動機	37 kW 4P, 200V, 50/60 Hz
作	油圧	最高 300 kg/cm ²	
	油シリンク	300 L	
作	主要寸法	1500 mm x 1000 mm x 1400 mm	
	重量	1450 kg	
操	作	移動時操作盤によるソレノイド操作有線リモコン引抜きシリンダ、等勢制御、チャックロック、引抜きシリンダ単位	

表-1. 仕様

ル調整が容易である。(写真-1)

(3) ジャックケーシング

ジャック位置即ち高さ方向を調節できる3位置ロック装置を備え、杭頭の高さに応じてロック位置を変えることができ、シートパイルとH鋼はジャック方向が異なるためケーシングを反転させる。G.L下1.1mの杭を引出すことができ、連続したシートパイルでは独立フロートとあいまって、杭頭を容易に掴め、補助引出し金具が不要で杭頭の穴あけも必要ない。またジャック部先端に杭のガイドを備えているので、杭への装着、心合せが簡単で、杭に付着してくる土のかき落としもできる。

(4) メインフレーム

中央がジャックケーシングを収めるために貫通したスクエアフレームとアウトガイドボックスから成り、軽量化を計って高張力鋼板を使用している。

(5) 油圧回路

アンロード形パワーユニット油圧回路で、Hi-Lo回路とともに動力の節減とサイクルタイムの短縮を計っている。操作は電磁油圧有線リモコン方式を採用、本体と油圧ユニット間は長さ10mのホース2本で接続している。

(6) 操作盤と操作

操作は本体に取付けられたソレノイド操作弁から適当な長さのケーブルタイヤケーブルでつながる操作盤のスイッチにより、リモートコントロールして、安全でしかも引抜き状況を近くで見ながら作業ができる。(写真-2)

姿勢制御用レバースイッチは本体が傾斜した場合に使用するもので前後・左右のシリンダを1レバーで伸縮操作できる。引抜きシリンダ操作用レバースイッチは負荷に応じて6本、4本、2本とシリンダ本数を選択して引抜くことができ、Hi-Lo回路と合せてスピードアップによるサイクルタイムの短縮が計れる。各フロートの沈下量に、特に大きな差異が生じたときには、沈んだ側のフロートを持ち上げて敷材をそろえ入るなど、各シリンダの単独操作ができるスイッチも備えてあり、その他ジャックとジャックケーシングのロックのスイッチがある。

5. 施工の順序

機械の設置 → ジャッキング → 引抜き → 鋼矢板撤去 → 機械の移動

6. おわりに

油圧を利用した鋼矢板引抜き工法は目新しいものではないが、地耐力の不均衡に追隨して引抜き方向の調整が容易であるフローティングシステムなどの新しい機構を取り入れていることから、この種の引抜き工法に対抗して将来性は十分見込まれよう。試作機をほぼ完成したところで発表させて頂いた。



写真-1. 機械全景



写真-2. 操作盤

39. 無反動懸垂掘削機の開発

(株)利根ボーリング 池田修久 浜村 敏之

1. まえがき

地中に円形の孔を掘削する場合、地表に掘削機を設置するものと、ダウンザホールタイプの水中掘削機との方式に分かれる。前者は、ビットに回転動力を伝達するため、後者は、掘削機の反動モーメントを受けるために剛性のパイプが用いられている。また、後者の場合、掘削された孔壁で反動を受けるものもある。

ここで、発表する掘削機は、前述の掘削方式の改良ではなく、世界に全く類例をみなかった無反動構造による懸垂掘削機のことで、今日、開発と実用化に成功したので、その構造、性能ならびに実績について紹介する。

2. 動力伝達機構

この掘削機は、リバースサーキュレーションを併用した無反動による無振動・無騒音水中掘削機で、その外観を写真-1に示す。代表的用途は、場所打コンクリート杭を造成するために地中に円形の孔を掘削するものであるが、本機特有のカウンターバランスの構造原理は、「作用と反作用の法則」の両方の力をそのまま掘削トルクとするため、原動機を搭載した本体に反動モーメントが生じないことであり、結果的にロープのような抜けに対し、フレキシブル性のものでも懸垂しながら円形断面の孔を掘削できることである。この原理で構成された相等しい方向反対の二つのトルクを、ビットに直結した出力軸の自転と公転とに伝え、負荷仕事量の均一化を図っている。

この無反動性を構成する動力伝達機構を図-1に示す。すなわち、2基の水中モータルの回転は、それぞれの減速機を経て、それぞれ別個の差動装置に伝達される。この差動装置で生じた二つの出力トルクが、自転用ギヤトレーンと公転用ギヤトレーンにより、伝達トルクをカウンターバランスするように修正し、本体中央部の二つの軸に伝わり下部公転部に伝達される。この二つの伝達トルクは、作用と反作用の関係になっている。中央二軸のうち的一方、すなわち、自転用ギヤトレーンから回転される内側の軸の下部には太陽ギヤが固定され、公転ケースに支持されるアイドル遊星ギヤとビット軸遊星ギヤとの噛合により、ドリルビットを時計方向に回転させる。他方、公転用ギヤトレーンから回転される外側の軸は、その下部で公転ケースに直結されているので、ドリルビットを反時計方向に公転させる。

結局、ドリルビットの自転トルクと公転トルクは、大きさが等しく、方向に逆方向であるため、無限大の負荷(原動機が止まる)に遭遇してもドリル本体静止部を揺るモーメントは発生しない。



写真-1 機体外観

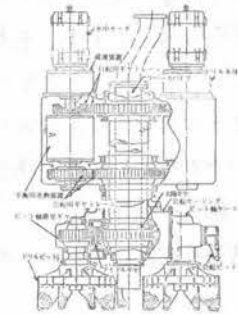


図-1 動力伝達機構

その他、本機は水中掘削機であるため、バランス式メカニカルシールを採用している。このシールの摺動抵抗や孔内の回転水流によって生じる付加的な僅少なモーメントも、バランス回路の制動力により、完全バランスを図ることができるようになっている。

3. 掘削性能

一般に、地層の掘削にあたっては、いかに速かに掘削したカッティングを孔底から排除するかが、その能率を左右する。孔底で掘削カッティングをミキシングするようなビットでは、循環水が濃泥化し、リバース効果を低下させるほかに、排泥処理費も高くなる。

これらの観点から、本機のビットは、自転および公転運動によりその刃先はトロコイド状軌跡を画くためカッティングが比較的大きく、高い掘削能率が得られるばかりでなく、図-2に示すように、カッティングをリバース吸込口付近に積極的に掻集める性能があり、ビットの洗浄効果も高いので、大孔径掘削のビット性能に最も適合したものと見える。

4. 工事実績の一例

数多い実績の中から、英国コステイン、ターマック、HBM3社JVのテムズ河ロンドン下流の洪水調整用コフファダム建設工事に納入した本機の掘削実績を紹介する。本機は60~75M×15Mの長方形ピアの基礎を仮設ガントリから掘削するもので、河底のチョーク層を1ピア当り100本~125本、約15M掘削する。ピアは9基建設される。本工事に先立ちテスト掘削を行った。掘削孔径は2M、期間は50年6月25日~7月7日、掘削深度は10M孔が7本、18M孔が2本であった。地層はチョーク層で、中に非常に硬いフリントの層(厚さ20~40cm)や塊が含まれていた。掘削は順調に行われ、掘進率は深度13Mまでは約4M/hr、13M以深の粘着性の強い所で約27M/hrであった。硬いフリントはビットにより砕かれて排出された。また、粘着性の強い層でも洗浄効果を発揮し、ビットの粘着は皆無であった。掘削は、フレン懸垂によるローファウン方式により本機の特長を發揮し満足する結果であった。

5. まとめ

この掘削機は、国内以外に米英独仏伊の特許をすでに取得している。特に、ドイツ特許の審査過程でみられた引例は、「完全無反動で地中孔を掘削しよう」という思想で具体的構造をもつたものはなかった。よって、「このようにすれば無反動構造になる」という本機の具体的構造を審査官のアドバイスもあり広いクレームで特許を取得することができた。

近年、土木技術も高度化しつつあるとき、本機の「スライム掻集めとビット洗浄性能」「玉石破碎効果」「比較的強度の三紀岩盤の掘削性」「吊掘り可能な無反動構造」および「高い垂直性」が工法の革新に寄与できればと考えている。その他、港湾土木と浚渫、特に、ヨーロッパのように潮の干満差の大きいところでの基礎工事に、この無反動構造が、大きな威力を發揮できるものと期待している。更に、性能上の改良を加えるとともに、この機機の特異性を広範囲な市場に生し、「世界の掘削機」として今後に望みたいと考えている。

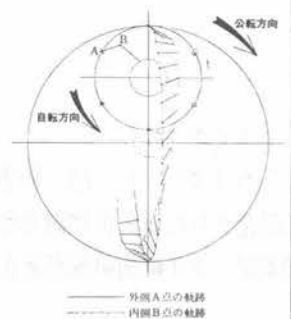


図-2 ビット刃先の軌跡



写真-2 テスト現場

40. N I S P 工法

新日本製鐵株式会社 海輪博之

1. まえがき

このレポートは、最近クローズアップされて来た建設工事にもなる騒音・振動公害に対処して開発された鋼矢板無騒音無振動工法—“NISPI工法”について、工法の機構、施工性、騒音・振動測定、水平載荷試験結果をもとに述べるものである。

2. 工法の機構と原理

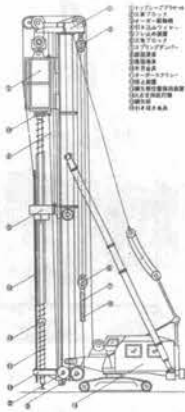


図-1 機構全体図

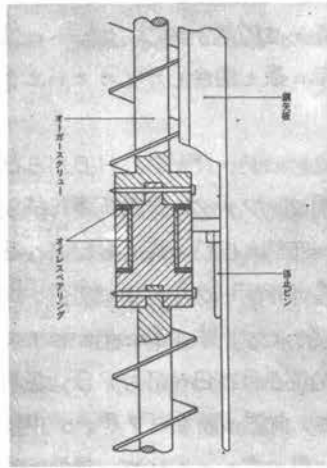


図-2 係止装置

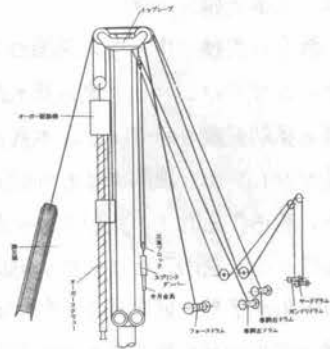


図-3 引込装置

本工法は①アースオーガーを装備した杭打機(図-1)、②オーガースクリューと鋼矢板を連結する係止装置(図-2)、③オーガー駆動機下部に取付けられた引込装置の三部分から構成されている。そして、アースオーガーによる掘進力及び引込装置による引込力を係止装置を介して鋼矢板に伝達し、オーガーと共に鋼矢板を地中に貫入させる原理となっている。又、係止装置を有する事により地中でオーガーと鋼矢板が常に一定の間隔が保持され、オーガーの曲折離反を防いでいる。

3. 施工性

砂質地盤における施工例を図-4に示す。これによると本工法はディーゼルハンマー工法による打込の約2倍の時間を要しているが、無騒音無振動という大きなメリットを考えると満足できる結果といえよう。但し、礫地盤、粘着力の強い地盤での施工はまだ種々の解決すべき問題点がある。



図-4 平均施工時間

4. 騒音・振動測定

図-5に騒音測定結果を示す。各測点における本工法とディーゼルハンマー工法の騒音を比較してみると本工法は約30dB以上も低減している。又、両工法の発生騒音の特長としてディーゼルハンマー工法では低周波から高周波迄ほぼ同じような音圧レベルを示しているのに対して本工

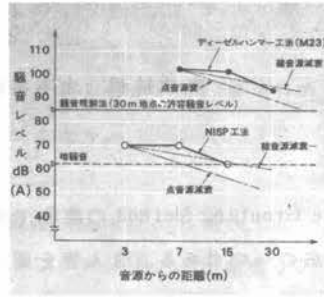


図-5 騒音測定結果

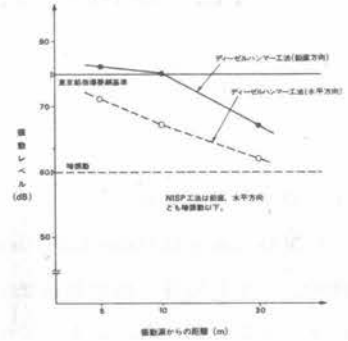


図-6 振動測定結果

法では低周波(63Hz)の音圧レベルが卓越している。図-6の振動測定結果を東京都の指導要綱と対比した場合、ディーゼルハンマー工法では振動源から10m以内の範囲で許容基準値を超えているが、本工法では5m地点でも許容基準値を十分に満足している。

5. 水平載荷試験

本工法はアースオーガーを用いて鋼矢板を地中に貫入していく工法であるので、当然地盤がゆるみ特にk値の低下が予測される。そこで本工法とディーゼルハンマー工法によって打設された鋼矢板壁の水平載荷試験(載荷点と地表面における変位測定)を実施した。この結果から考察される事は、Y・L・Changの式によって計算されるk値は同じ荷重のもとでは、載荷点変位から求めたk値と地表面変位から求めたk値と一致するはずであるが、実際は必ずしも一致しない。そこで理論上の地表面(仮想地表面)は現地表面から α cm下方にあると仮定し(図-7)

、載荷点変位と地表面変位によるk値が最も近似する α を求めた所、本工法では $\alpha=0$ 、ディーゼルハンマー工法では $\alpha=20$ cmであった。この α を用いて計算したk値は表-1のようになる。この結果、最大荷重ではk値は約75%に低減しているが、通常の設計荷重に換算すると85~90%程度に低下すると考えられる。

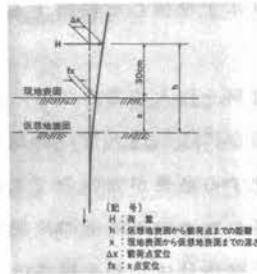


図-7

荷重段階 (t)	ディーゼルハンマー工法 k (kg/cm ²)	MISP工法 k (kg/cm ²)	k ₀
10	1.51	1.35	1.02
15	1.16	1.06	0.91
20	0.89	0.74	0.83
25	0.715	0.55	0.77
30	0.595	0.45	0.76
35	0.483	0.36	0.75

表-1 k値

6. 結

本工法は現在数十件の施工実績があるが、地盤の相異による施工能率等の問題の他に、公害問題に対する地域社会の認識の差異からくる積算上の問題等があるが、本工法のみならず、無騒音無振動工法に対するニーズの増大に伴い徐々に解決策正されていくものと思われる。

41. O M G 工法による地中止水連続壁体の造成

(株)大林組 土木本部技術部 東 正 泰

1. O M G 工法とは

O M G工法とは Ohbayashi Membrane Grouting Method の略称であつて、矢板工法、注入工法、各種泥水工法と同様、地中連続壁造成工法の一つである。注入管を備えた特殊形状の鋼材を地盤中に打込み、再び引抜くことによつて生じた空隙に注入材を充填し、鋼材と同じ形状をした壁体を造成するものである。ただし、一般の泥水工法が地中に30～100cm程度の厚い壁体を造成するのに対して、このO M G工法は厚さ3～10cm程度の薄い壁体造成を目的としており、その施工法や用途はおのずと異ってくる。O M G壁体は構造からいつても、止水あるいは簡単な土留を主目的とするものである。

したがつて当工法はアースダムや堤防基礎地盤の遮水、地下構造物内への地下水流入防止などを主として建設分野においてかなりの適用範囲があるといえる。

従来、上記の目的に最も用いられてきたのが、(イ)矢板工法である。この工法は土留に適しているが止水目的には、ジョイント部からの漏水が避けられず、また長期使用の場合腐食の面、経済性の面からも適していない。(ロ)注入工法は、止水および地盤強化に用いられ、局部的な止水には効果を發揮するが、カーテン状の止水壁をつくるには、土質によつて困難な場合があり不確実な工法とならざるを得ない。(ハ)地中連続壁工法は、土留め、止水の両目的に対してほぼ完全な効果が期待できるが、止水だけを目的とするときには不経済になる。

つきに、O M G工法の特徴を上記の工法と比較して挙げてみると、

(1)使用する矢板状鋼材は数本(6～8本)準備して転用するので、造成壁体の延長が大になるほど経済性は高まる。

(2)鋼材を引抜いて生じた空隙に壁体材料を注入するのであるから、壁厚は正確で壁体は確実に造成される。使用する注入材料も止水壁の場合には不透水性の低廉な材料を選ぶことができ、注入工法のように地盤の土質、材料の浸透性を懸念する必要がないのできわめて経済的である。

(3)止水のみを目的とする場合、造成された地中連続壁の片側から加わる水圧などの外力に対しては反対側の壁体背面の地盤が抵抗するため壁体自体の強度はさほど必要としないので、薄い壁体を造成でき、経済的である。しかし、壁体の片側が掘削された場合、土圧の大きさによつて適用限界がある。この場合でも鉄筋挿入などの手段を講じて簡単な土留に対しては止水を兼ねて適用できる。

2. O M G 工法の施工方法 (図1, 写真1, 2参照)

(1)工事開始にあつてジェット水噴出ノズルを兼ねた注水管を備えた特製の鋼材を6～8本パイロハンマー、2本構を用いて、場合によつてはジェット水を利用して連続的に地中に打込む。

(2)打込んだ鋼材に取付けられている注入管に注入装置を連結する。

(3)鋼材を除々に引き抜きながら地盤中に形成されていく空隙を十分満たすようにグラウトの注入をおこなう。グラウトが硬化すれば、鋼材を引き抜いて生じた空隙と同一形状の壁体が地中に形成される。

(4)引き抜いた鋼材はつぎつぎと転用していき、上記の操作を繰り返すことによつて連続壁体をつくる。

3. 注入材料

グラウトの構成材料にはつぎのようなものがあり、使用目的の施工条件に応じて適当な配合をおこなう。

(1)アスファルト系

主剤：OH液（親水性ウレタン樹脂、止水性、可撓性）

アスファルト乳材（エマルジョンタイプ、止水性）

標準配合：OH液：水：アスファルト＝1：10：10

＝1：5：10（高強度用）

(2)セメントモルタル系

主剤：セメント、砂（注入材料の主体）

添加剤：ベントナイト（止水性の増大）、フライアッシュ、
ボゾリス（流動性改良、材料分離防止）、塩化カルシウム（寒冷地における早強性）、アルミニウム粉末（膨張剤）

標準配合：セメント：フライアッシュ：砂：水＝1：0.5：2：0.9

4. 止水性について

壁体の所要透水係数は 10^{-6} cm/sec 以下が望まれるが、アスファルト系で $1 \times 10^{-8} \sim 10^{-9} \text{ cm/sec}$ 程度、セメントモルタル系で $1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ 程度が得られる。さらに低い透水性を望むときはベントナイトを混合する。

5. 応力・歪特性について

止水を主目的とする場合は、壁体の強度はそれほど必要とせず $10 \sim 20$ 層程度以上の圧縮強度で十分である。土留が主目的となる場合は、鉄筋を挿入して強度を増加させる。

アスファルト系の場合は、可撓性があり、引張強度が大きく、伸びもきわめて大きいので、地盤の変位に十分追随し、止水効果を維持する。セメントモルタル系の場合は、可撓性はないが、圧縮強度は大きいので変形の伴わない地盤には有効である。

6. 注入施工管理法について

この工法の成功のキーポイントは適切な注入作業をおこなうことにある。このために注入量自記々録装置を用い施工管理をおこなう。これは、あらかじめ鋼材引抜き速度との関係から単位時間当りの所要注入量を算出しておき、注入材の圧送量を自記々録して確認しながら適切な注入量に制御するものである。

7. あとがき

実際工事への適用の結果、本工法が連続止水壁体としてきわめて効果のあることが確認された。実施例については、スライドによつて紹介する。

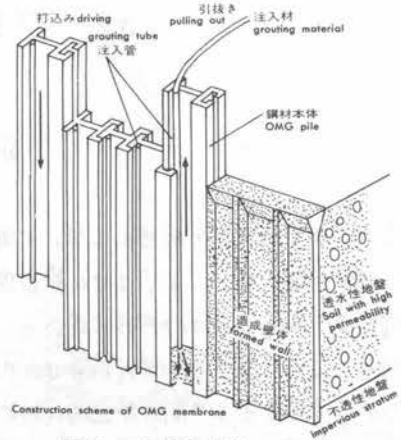


図1 施工概略図

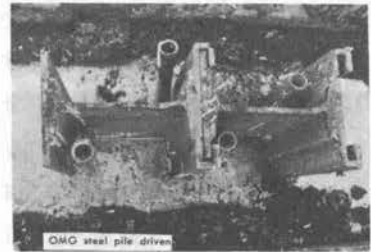


写真1 打込み後鋼材

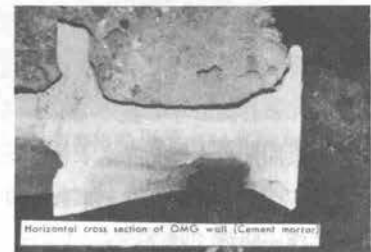


写真2 OMG壁体断面

42. プレハブ鋼矢板セル工法

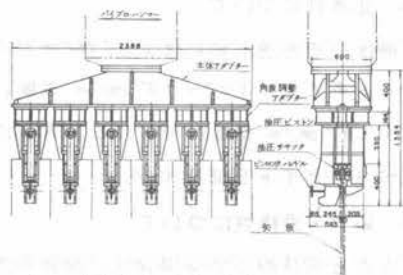
新日本製鐵(株) 石綿知治 ○今野正喜

1 「プレハブ鋼矢板セル工法」の概要

従来の鋼矢板セル工法はセル築造現場に内専材あるいは外専材併用の導枠を設け、これに沿って直線型鋼矢板を1枚づつ円形に建込み、しかる後に打込み、中詰めするという方法をとってきた。鋼矢板セルはその構造上の特性からセル内部に中詰土砂を投入してはじめて安定した構造物となるのであるが、中詰未施工の間は構造的に極めて脆弱である。従って施工者はセルの中詰めが完了する迄の期間——通常3～4週間を要する——常に波や風に対して注意をはらわねばならなかった。このような施工上の問題点を解消し、鋼矢板セル構造物がもっている優れた特長のみを生かすべく開発されたのが「プレハブ鋼矢板セル工法」である。

本工法には二つの方法があり、その一つは組立作業基地にて鋼矢板セルをプレハブ化し、これをクレーン船で築造現場に曳航し、所定位置にセットした後、矢板頭部に装着されている多数のバイブロハンマーと作動させて急速に打設する方法である。他の一つの方法は専用台船上で矢板セルをプレハブ化し、台船ごと築造現場に曳航し、前者と同じく多数のバイブロハンマーで急速に打設する施工法である。

前者のクレーン船による方法は昭和47年末、東洋建設(株)鳴尾港における実験工事において実用化に成功し、その後大阪府企業局堺7-3巨の埋立護岸工事に採用され、成功裡にセルの打設工事が進捗している。また専用台船方式は、当社と共同開発を進めてきた国土総合開発(株)の双胴台船「海棠」による実験工事が昭和50年7月23日に実施され、その治癒が期待されている。



(図-1) 集合チャック付バイブロハンマー

以上の両方式における急速施工に大きな威力を発揮しているのが集合チャック付バイブロハンマーである。(図-1及び実開昭50-93903参照)このハンマーは同時に6枚の矢板をつかむことが出来、着脱操作も極めて簡単である。以下に現在実施中の堺7-3巨の護岸工事の概要と簡単に紹介することとする。

2 堺7-3巨の護岸工事とその真価を發揮

この護岸は府で発生する産業廃棄物の埋立処分のための囲いとするものであり、二次公害の発生の防止、海洋汚染防止および急速施工の観点から航路側1430mの巨間について本工法が採用されたものである。

近年、我が国におけるゴミおよび産業廃棄物は急激に増加しており、市町村におけるゴミの排出量は47年度で1日9万17577(1人1日908g)に達し、これが年間ほぼ12%の割合で増加しているといわれており、また産業廃棄物についてはその実体は必ずしも明らかでないが、46年度に

において1日およそ200万と推定されている。このような
ばう大な量の廃棄物の最終処分は公害発生の防止、環境の保
全上、埋立によらなければならないとされているが、この堺
7-3区における工事はその代表例であるといえる。使用さ
れた鋼矢板セルの規模は直径23.424m、矢板長さ26.
5m、1セルの矢板枚数は184枚(矢板型式YSP(FS
P)F-A型)である。

鋼矢板セルのプレハブ化のための組立作業基地の建設工
事が昭和48年度工事として実施され、昭和49年度にはこの
組立作業基地を用いてプレハブ鋼矢板セル工法による埋立護
岸築造工事が実施された。本格的な工事(セルのプレハブ化
とセルの打設および中詰工事)は昭和49年11月から開始
され、本年3月までに16基のセルがアー7部30ヶ所の施
工を含めて完成した。また昭和50年度工事は8月9日
第1基目打設以来、9月12日迄15基全部の打設が終
了し、続いてアー7部の施工準備に入っている。

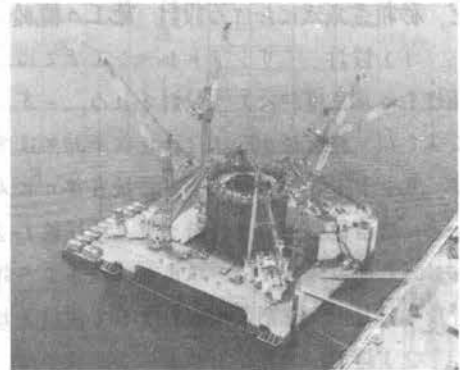
組立作業基地には2基分のセルの組立用専枠が設置さ
れており、矢板の建込みはタワークレーンと用いて行われ
た。1基分のセルのプレハブ化は約10時間である。
プレハブ化が完了したセルは集合チャック付バイブロー
ンマーを装着した状態でクレーン船により築造現場に運
搬され、位置決めした後、31台のバイブローンマーの
協働により急速に打設される。写真-1にプレハブセル
の打設状況を示す。この曳航開始から位置決め、打設、中詰め砂投入の作業はいずれの場合も1日作
業であり、セルの打設時間もとりだしてみるとすべて1時間前後であった。今年度工事における実績
では好天に恵まれた週には5基のセルが完成しており、4日連続打設した例もあり、文字どおり本工
法の急速施工性が実証した。

3 セル構造物に対する再評価

このような施エスピードは本工法によって初めて可能となつたものである。従来工法は前述の如く
工期が長く、且つ中詰未施工の間極めて脆弱な構造であるという欠点により、採用が敬遠されるとい
う傾向があった。本工法によってセル構造物が再評価され、セル構造物が本来もっている優れた特長
、すなわち——①セル構造物自体で安定した自立壁体が得られる。②中詰め砂と一体となって作用し
、背後の埋立物質を一滴も外部に漏らさない。③床掘り、置き換えも必要としない無公害工法である
——等も最大限に生かすことにより、今後益々建設の予定される産業廃棄物埋立護岸、人工島、海
上空港、その他海洋開発工事などの実際工事において一層役立つことを願ってやまない。



(写真-1) クレーン船による施工状況



(写真-2) 双胴台船「海榮」による実験工事

43. コンポーザー工法における施工管理機器について

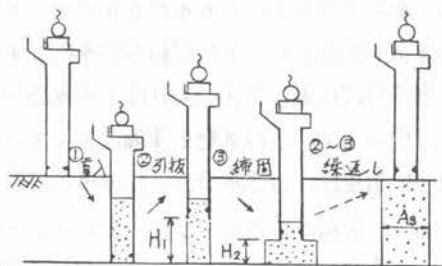
不動建設^x 川上高弘 謝明深 勝原法生

1. まえがき

従来、軟弱な地盤上に建設される構造物の基礎処理として、海上では浚渫置換工法、陸上では砂杭造成工法が多用されてきた。しかし、海上では公害問題や大量の供用砂の入手困難等の問題から、比較的少量の砂で強度増加を図れ、海上汚濁の少ない砂杭工法が増加している。また、陸上では短期間改良の需要にもよる締固め砂杭工法が大きな割合を占めてきている。ところが、今までの砂杭工法における品質、施工管理はまだ十分とはいえず、この面での開発が重要な課題であることはいままでの間に、ここでは、砂杭工法の品質、施工管理の一例を紹介する。

2. 砂杭造成法における設計、施工の概略

1) 設計：サンドトレイン工法では、圧密による粘性土の強度増加により設計される。一方、締固め砂杭工法では、砂杭径0.7~1m(砂圧入率30%以下)の場合には、サンドトレインの効果と砂杭自体のせん断強度を合わせて複合地盤として設計され、砂杭径1~2m(砂圧入率70%以上)の場合には、改良区域全体を内部摩擦角 30° 程度の砂質土に強制置換したとして設計される。



$$H_0/H_2 = (A_0/A_p) \cdot R_v = V$$

図-1 コンポーザー工法

2) 施工：サンドトレイン工法では、造成用パイプを改良深度まで貫入しパイプ内に圧気を加えて振動するパイプを引抜きながらパイプ内の砂を排出し砂杭を造成する。締固め砂杭の場合(図-1)は、引抜き途中にパイプを再降下させて排出した砂を締固める工程の繰返しを組入れたものである。

3. 品質、施工管理機器の原理

一般に砂杭に要求される要素は、断面積、密度、透水性(連続性)の三つである。しかし、パイプの引抜きに対する砂排出量は各種の条件によって変化し、均一の施工工程では三要素を満足しがいので品質、施工管理が重要になってくる。従来の管理は、施工結果を記録し問題があれば再施工するという消極的管理が多かった。ここで述べるコンポーザー工法の品質、施工管理は、施工の実態情報を積極的に施工にフィードバックして所定の品質の締固め砂杭を造成しようとするものである。

砂杭造成途中はパイプ内の砂面を正確に把握することが重要であり、コンポーザー工法の場合には電極鉈が感気回路の導通、遮断により自動的に砂面に追従するサーボ重錘式砂面計を用いている。

1) Vメーターの原理：パイプを H_1^m 引抜いた時に排出する砂のパイプ内での高さ H_0^m と、それが締固められてきた砂杭の高さ H_2^m の比をV値と定義する。すなわち

$$H_0/H_2 = (A_0/A_p) \cdot R_v = V \quad \dots (1) \quad (R_v: \text{体積圧縮率 } 1.0 \sim 1.2)$$

と表わされる。ただし、上記で述べたように H_0 と H_1 は必ずしも一致しないから、

$$H_0 = \eta \cdot H_1 \dots\dots(2) \quad (\eta: \text{排出効率})$$

の関係がある。圧入率 F_v は、設計砂杭断面積 A_0 と砂杭分担面積 A との比で定義される。すなわち、

$$F_v = A_0 / A \dots\dots(3)$$

と表わされる。①式と③式から F_v と V との間には、

$$V = F_v \cdot (A/A_0) \cdot R_v \dots\dots(4)$$

の関係がある。以上の関係により、設計断面積の砂杭を造成するためには、砂排出量 H_0 に応じて①式を満足する深度まで締固めればよい。

V記録(図-2)では、実際のパイプ先端深度GLと実際の砂排出量 H_0 をV値で割った値 $\Sigma H_0/V$ の変化を連続的に描き、V値を満足するための締固め深度を示した線と設計線としている。また、この管理による施工をオペレーターが容易に行うためのオペレーションメーター(図-3-a)も用いている。

2) Cメーターの原理: パイプが30cm貫入するのに要した締固めエネルギーを振動機の積算電力として取り出しC値と定義している。

$$\text{すなわち } C = \frac{1}{k} \int_0^t P dt$$

(t : 30cm貫入に要した時間)

C値の演算は打込み終了深度、締固め終了深度より上30cm間で行われる。このC値は、一般の砂杭強度指標の杭芯N値との間にある相関が得られている。なお、本システムのブロックダイアグラムを図-3に示す。

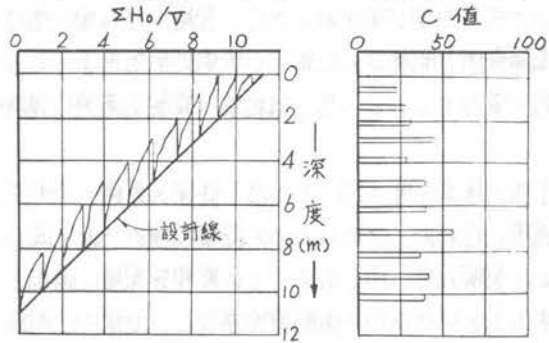


図-2 C-Vメーター記録例

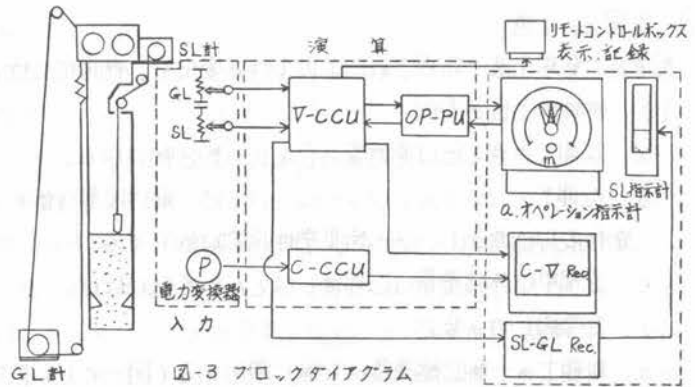


図-3 ブロックダイアグラム

5. むすが

以上、管理機器について述べたが施工技術においても注意すべきことがある。たとえば海上では、水深分の水がパイプ内に入るため、造成前半に投入された砂が飽和砂となり、排水された後の不飽和(自然含水比の)砂と排出挙動がかなり異なるので均質な砂杭を造成しにくくなる。この場合は、最初から不飽和砂を造成するように工夫している。また、本システムにより昭和49年12月以来、陸上では229,115m、海上では78,058mの砂杭を造成している。

工事の信頼性を高めることは、施工者の当然のつとめであり、適切な品質管理システムの導入はあらゆる工法にとって今後も重要な課題として取り扱われることになるであろう。

44. 「深層混合処理工法」による施工例

不動建設(株) 阿久津 英智 松沢 諭

1. まえがき

われわれが軟弱地盤処理工法を選択する場合常に考えねばならないことは、どの工法がより安価でより速く、(より高い)目標強度に達する工法であるかということである。このような工法に対する要請の限界は年々高くなり、また近年になり、当然の要求であるが、施工時あるいは施工後公害の発生しない工法の出現が望まれてきた。深層混合処理工法は、このような要求を受け入れるべく運輸省港湾技術研究所で開発された新しい軟弱地盤処理工法である(特許番号 第716060号, 権利者 運輸省港湾技術研究所)。

この工法の基本原則(図-1)は、従来の道路、橋走路の路床、路盤等で行われてきたいわゆる表層処理のそれと同じである。つまり深層混合処理工法は、この原理を深層に適用し、生石灰と粘性土とを地盤中で強制攪拌混合し、地盤中に固結したパイルを造成する軟弱地盤処理工法であるといえる。

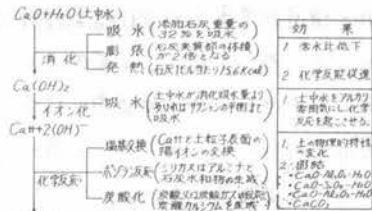


図-1 深層混合処理工法の基本原則

2. 処理工の土性

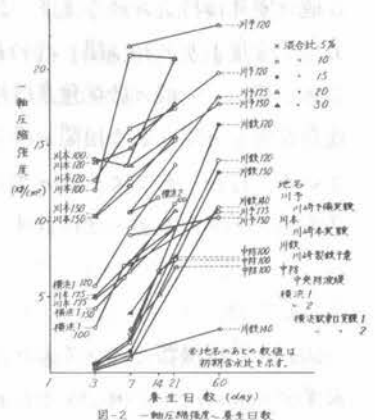
深層混合処理工法で処理された土の土性の变化を、物理的土性と力学的土性に分け説明する。

1) 物理的土性の变化

- 処理工の含水比は原地盤の含水比の約8割になる。
- 処理工のコンプラステンシーについては、粘性限界は低下し、塑性限界は増加し、その結果塑性指数は低下する。
- 湿潤単位体積重量は処理後もほとんど変化しない。

2) 力学的土性の变化

- 処理工の一軸圧縮強度は大幅に増加する(図-2)。ただし図からも明らかのように粘性土の種類によって強度にかかりの差がある。
- 圧密特性については港研で予備的実験を行っており¹⁾、それによると“石灰混合処理を行うことにより、土の体積圧縮係数は1/6となり、圧密速度は10倍に加速される。”としている。



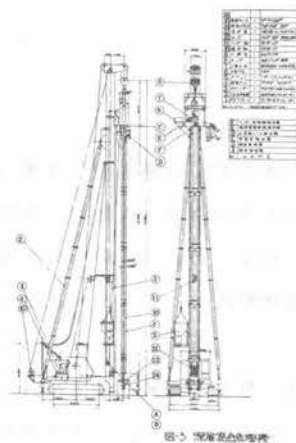
3. 施工機および施工手法

深層混合処理機(図-3)は上部本体、下部本体、油圧ユニットに分けられ、上部本体は、下部本体を駆動する油圧モーター、歯車減速機、回転駆換出器等を搭載する部分である。下部本体は、生石灰の通路となる打設管、攪拌翼に回転を伝える攪拌軸管により構成されており、この部分が地盤中に

貫入して石灰混合処理を行う部分である。生石灰の地盤中への供給は打設管先端部分に内蔵されているスクリーフィーダーにより行われる。油圧ユニットは、各油圧モーター、油圧シリンダー等を駆動する油圧ポンプ、三相交流誘導電動機、電磁制御盤、計測器盤、自記記録計より構成されている。

本機を用いて施工する場合の施工方法は次のとおりである。

- 1) 深層混合処理機を所定の位置に移動する。
- 2) 打設管④内を加圧し、攪拌翼③を回転させることにより地盤を攪乱しながら打設管を所定深度まで降ろす。
- 3) 打設管内を減圧しホッパー⑤から所定量の生石灰を投入する。
- 4) 打設管先端の蓋を開き、石灰供給用フィーダー②を始動させると同時に打設管を上昇させる。
- 5) 生石灰と粘性土とを攪拌翼により攪拌混合させながら処理パイルを所定長さ仕上げる。



4. 施工例

A水源地建設に先だつ掘削工に関連して、掘削断面の安定をはかるため深層混合処理工法を施工した例を示す。掘削断面、原地盤の土性、改良範囲および改良仕様を図-4に示す。改良部分の処理後の強度 C_p 、置換率 a_s 、処理パイルのせん断強度 C_p 、原地盤粘着力 C_0 とから複合地盤の考え方を採り入れ次式で求めた。ここで処理パイルのせん断強度 C_p

$$C_p = a_s C_p + (1 - a_s) C_0$$

は、施工に先だち現地の土を採取し、室内

で混合比、養生日数を変化させた供試体を作成し、一軸圧縮試験により強度の発現過程を確かめ、経時性 (a_s) 、混合比 (a_w) 、工期(養生日数)等を考慮し決定した。これらの仕様は図-4中に示してある。施工後のパイル強度のチェックは、ダッチコーンと標準貫入試験により行った。標準貫入試験でチェックした一例を図-5に示す。これらの結果よりすると、深度方向に平均したコーン値 \bar{C}_c は20% \sim 30%、平均N値 \bar{N} は10 \sim 12であり、 $C_p = 7$ kgを十分示している。

5. あとがき

以下に本工法の有する特徴を列記してあとがきとする。

- 1) 大きな改良効果が短期間に、しかも混合比、置換率をかえることにより容易に得られる。
- 2) 処理地盤の沈下がかなりてい減される。
- 3) 施工中の振動が全くない。
- 4) 施工管理システムが完備している。

参考文献 1) 奥村, 他(1974); 第9回土木工学研究発表会

2) 奥村, 他(1974); 港湾技術研究所報告 Vol.13 No.2

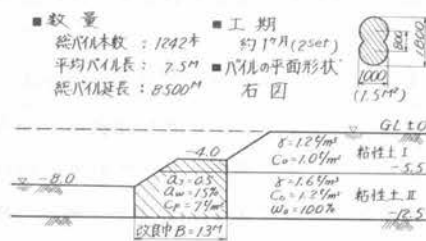


図-4 掘削断面、改良仕様

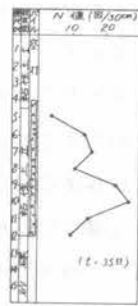


図-5 改良後パイルN値

45. SEP“KAJIMA”による大形シーバース建設工事について

鹿島建設 佐藤 寿

1. まえがき

SEP（自揚式海洋作業台）は、欧米諸国で石油開発用の海上足場として開発され、さらに海洋土木工事の活発化に伴い、橋脚基礎工、海洋構造物築造などの作業台として多く使用されている。

近年、わが国においても海洋構造物を陸岸より遠く離れた海上に築造する傾向にあり、それに伴い各種形式のSEPを積極的に開発、建造が進められている。

2. SEP“KAJIMA”の概要ならびに特長

鹿島建設では、海洋開発技術の一環として昭和47年に世界最大級のSEP“KAJIMA”を開発し、すでに苫小牧沖シーバース、六甲アイランド橋下部工、伊勢湾シーバースの建設工事に従事させ多大な成果をあげた。本SEPの主な仕様を表-1、全景を写真-1に示す。

SEP“KAJIMA”は、各種海洋開発プロジェクトに多目的に対処できるよう建造されており、主な特長は次のとおりである。

- ① 船体後部に開口部をもつU字型構造となっており、開口部を利用して構造物の建設作業を容易にできる。
- ② ジャッキング装置は油圧式で、海洋土木工事用としては最大である。なお、操作は遠隔、機側いづれでも可能である。
- ③ 工事目的に応じて必要とする各種建設用機械、設備を1,365tを搭載できる。

項 目	内 容
1. 形 式	非自航型4本脚自揚式
2. 寸法	バージ (全長) 74.0m × (幅) 43.0m × (高さ) 5.0m 開口部 35.0m × 30.0m 門型高さ 10.0m (船体より) ヘリポートデッキ 14.0m × 17.2m レンド (断面) 24m × 24m × (全長) 79.0m 水深 (晴天時) 約24m 排水 (晴天時) 約5,500t
3. ジャッキング装置	形式 KAWASAKI-IHC-GUSTO ジャッキング容量 1,145t × 2基 操作方法 中央制御室(ワンマンコントロール)の機械制御
4. 設備機	動力設備 主発電機AC625KVA×2台 補助発電機AC125KVA×1台 蓄電池 DC44V 2,000Ah×1台 送信設備 音声機、電話機、無線機等計5台 居住設備 操作用、居室、休憩室、作業員室
5. 主要搭載機材	塔形ジブクレーン 巻上重量 1,000t × 1.0m 最大作業半径 4.0m (×12) 軌上走行式 揚程 +8.0m ~ -2.0m (軌上より) 航行ヤード (マスト) 全長直径 4.65m × 桁行 5.405m マスト径 4.5m (前縁) ~ 3.0m (後縁) レール径 9.0m ピッチャー 4台 × 1,500 航行ゲートウェイ スパン 3.0m 全長 4.5m 全高 1.0m (走行時1.4m) ヘリコプター 屋 式 1.0m (高さ) × 5.0m

表-1 SEP“KAJIMA”主仕様



写真-1 SEP“KAJIMA”

3. 大形シーバースの施工

本SEPによる大形シーバースの施工要領は図-1に示すとおり

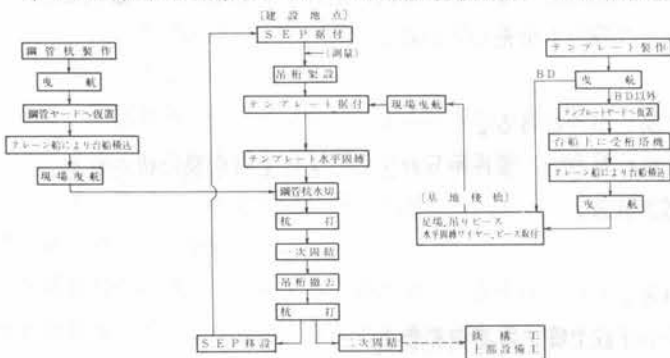


図-1 施工要領全体図

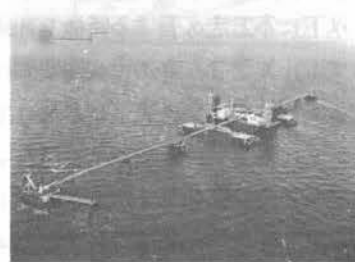


写真-2 シーバース全景

全工種を中央開口部を利用して一連の作業を実施した。次に施工上の特徴、留意点について述べる。

(1) 施工上の特徴

海上の厳しい自然条件下において構造物が、早期に単独で自立できるよう設計、施工上配慮した。即ち、構造物を可能な限り全鋼構造プレハブ化に努め、作業の単純化、標準化を推進し、かつ S E P “ K A J I M A ” の機能を最大限に活用できるジャケット・テンプレート構造形式を採用した。

① ジャケットの据付は図-2に示すとおり S E P 船体後部にジャケットガイドを取付け 1,500t F.C. により据付け、ガイドを取はずし S E P を浮上、移動しジャケットを中央開口部に抱き込んだのち、ジャッキアップし杭打ちを行なった。

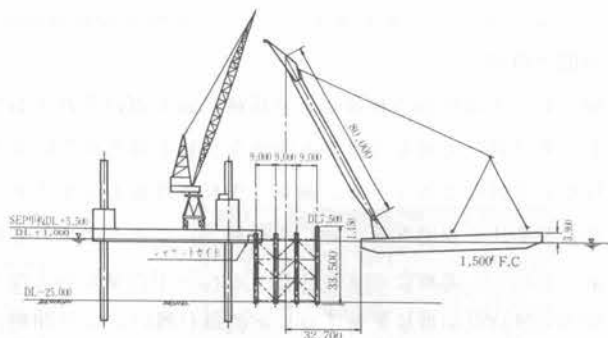


図-2 ジャケット据付要領図

② テンプレートの据付は図-3に示すとおり台船に搭載したテンプレートを S E P の台下に入れワイヤロープを取付けた後、 S E P をジャッキアップして吊込み据付をした。

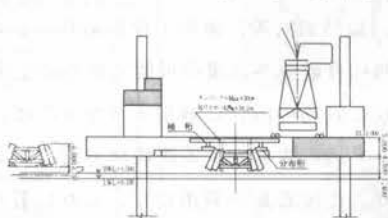


図-3 テンプレート据付要領図

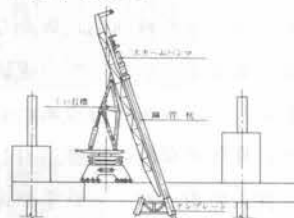


図-4 杭打ち要領図

③ 鋼管杭打ちは図-4に示すとおり S E P に 100t ジブクレーンを搭載し舷側に仮置した杭を陸打ちと同様に吊上げ、専用杭打機にあづけテンプレートのさや管に差込み自重沈下後、スチームハンマにより打込みをした。ジャケット形式の杭打ちは、4隅の杭をジブクレーンで建込み大型パイプロハンマで貫入可能なだけ打込みその後スチームハンマにより本打ち込みをした。なお、構造物の建設立地条件によっては杭打ちを先行する場合もあるが、本 S E P により施工すれば、極めて精度の高い杭打ちができる。

(2) 施工上の留意点とその対策

① 海象、気象の把握は重要であり、通信、観測機器の設置、専門気象官の配置。② 海上工事全体を把握し海難、海上汚染防止対策のため、 S E P に管視センターを設置。③ 作業員の S E P、および構造物への乗り移り用として着船昇降設備を設け、誘導員を配置。④ 船舶は、作業員輸送用として高速通船(15~20ノット)、資材運搬用として大形台船(3,000DWT)に、また、緊急時のため7人乗りヘリコプターを配置した。

4 あとがき

S E P “ K A J I M A ” によるシーバース施工上の要点を簡単に述べたが、鹿島建設としては、各種海洋土木工事に S E P “ K A J I M A ” をより有効に使用するため、設計、施工上の両面にわたって鋭意検討を重ね、さらに新工法の開発を進めている。

46. 太径鉄筋の自動ガス圧接工法

新日本製鐵株式会社 製品技術研究所 横川 孝 男

全 高野 重 雄

1. 目的と概要

わが国においては鉄筋の接合にガス圧接が広く用いられており、中小径鉄筋の接合には多くの実績があるが、太径鉄筋に対しては未だ十分な信頼が得られているとは言い難い。しかし、基本的にはD51の様な太径鉄筋であっても、適正な圧接条件をもってすれば、ガス圧接は十分可能であって、問題はこの必要条件を現場作業において維持することが必ずしも簡単ではないと云う点にある。一般の溶接作業におけると同様に、ガス圧接もこれを手作業で行う限り、作業者の熟練度、注意力、疲労等の人的要因が接合の品質に影響することは避け難い。この問題に対する有効な対策の一つは工程の自動化である。著者等はこのような見地からガス圧接の自動化を試み、従来手動で操作されていた加熱器（バーナー）を機械的に駆動し、加熱加圧等一連の工程をあらかじめ設定したプログラムに従って進行せしめることによって、実験的に自動ガス圧接の可能であることを確めた。

しかし、これを建設現場における鉄筋の接合に適用するためには、軽量小型で現場作業に適した装置と、風等の環境の影響に対しても適応性を有する性能が必要である。われわれはこれらの点に留意し、従来使用されていた手動式ガス圧接器具を利用して、これに若干の改良を加え、実験に基いて定めた圧接条件と、これに適合したプログラムによって制御される実用的な自動ガス圧接機の開発に成功した。ガス圧接の自動化は、特に太径鉄筋の接合において、圧接継手の品質管理と、信頼性の向上にすぐれた手段を提供するのみならず、作業の省力化にも大きな効果を有するものである。

2. 装置と方法

写真-1に水平筋にセットされた装置の全景を、写真-2には柱筋の継手を加熱中の状況を示した。又図-1は圧接装置の簡単な系統図を示すものである。

圧接装置は、バーナーとその駆動機構を含む加熱装置と、油圧による加圧装置およびこれらの制御機構より成る。バーナーはこの場合、アセチレン噴射式のリングバーナーを使用しており、鉄筋の軸方向の往復運動と、これに直角な方向の揺動が与えられる。この装置によって圧接を行うには、先づガス圧、流量、加圧力を定め、各工程における加熱巾と時間および所要の圧縮量を制御盤其他に設定すれば、バーナー点火後、スタートボタンを押すだけで、工程は最後まで進行する。上記諸条件の設定は、継手の初期の突合せすきまの大小に応じて、1次圧縮量を設定する以外、圧接の都度調整する必要はない。加熱工程は還元炎期と、中性炎期に別れ、前者では加熱炎中にアセチレンガスが噴射されて、加熱雰囲気還元性に保ち、接合面の酸化を防止する。

本装置の特長を列挙すれば (1)加熱、加圧を人力によらず、機械的に行うことが出来る。

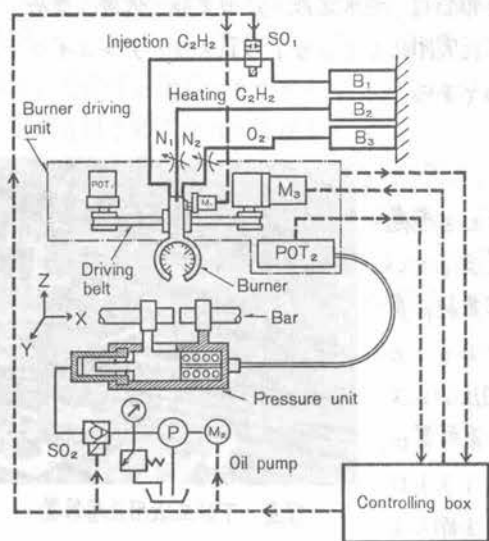
(2)圧接工程はプログラムに従って自動的に進行するので再現性がよい。(3)バーナー駆動装置は鉄筋支持器に装着され、簡単に着脱出来るので、運搬が容易であるのみならず、如何なる姿勢でも圧接出

来る。(6) 風等の影響に対しては、圧縮量を検出してプログラムを自動的に修正して対応することができる。

3. 継手の試験結果

写真-3に継手の引張り試験片(SD-35・D5.1)を示した。何れも母材で切断しており、継手効率は100%である。

この外、継手の破面試験、曲げ試験、顕微鏡組織試験等によっても自動圧接による継手品質は満足すべきものであることが示された。



SO : Solenoid B : Gas bomb N : Needle valve
M : Motor POT : Potentiometer to detect positions

図-1 圧接装置系統図

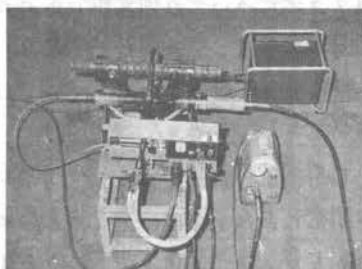


写真-1 装置全景(横つぎ)

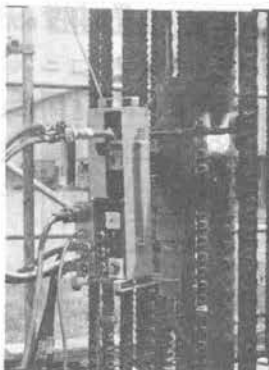


写真-2 柱筋加熱状況

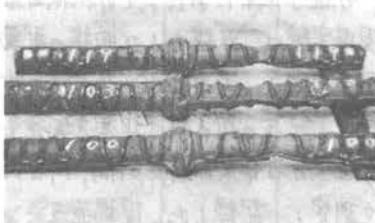


写真-3 引張試験片

47. TS式スリーブジョイント工法による太径鉄筋(D51)の施工について

清水建設(株) 姫路昭夫 小野 定

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリート構造物の大型化に伴ない、鉄筋が太径化、高張力化の傾向にある。太径鉄筋(D51)の使用は、施工の簡易化、省カ化という長所をもつ反面、鉄筋の加互および粗立等、取扱いを機械化する必要がある。さらに実用的で信頼性の高い継手互法を用いることが重要でありこれまでに数多くの継手互法についての研究報告がある。本報告は、清水建設・戸田建設・戸藤互務店・サトースリーブエンジニアリングの四社で開発し、すでに実用化しているTS式スリーブジョイント互法によるD51の継手施工実験結果について論じたものである。

2. 太径鉄筋D51用圧着装置

圧着装置の開発にあたっては、施工性を高めることを考慮して、連続して大量の継手個所を施工しうるよう工夫している。具体的には、実際に配筋された施工個所での作業性が良いこと、鉄筋の取扱い、および位置の調整が容易であることを考慮して写真に示すような、パワーユニット、油圧プレス機等をコンパクトにまとめた圧着装置を開発した。本装置は、水平方向の継手作業を目的とし、1回圧着する毎に1ストロークずつ油圧プレス機を移動させるスクリュウ装置を備えており、総重量は約900kgである。



写真 TS工法用圧着装置

3. 施工実験の目的および概要

開発した圧着装置の施工性および信頼性を確認するために、1)継手1ヶ所当たりの圧着作業所要時間、2)圧着作業所要人員、3)継手効率、4)継手作業にあたっての機械の最適配置などを検討した。現場実験は、直線および曲線の配筋状態で実施した(図1、図2参照)。両者とも、クレーンで圧着装置を移動しながら連続して5ヶ所の継手作業を実施し、圧着前、圧着中、および圧着後の各作業の所要時間、所要人員、および作業員の位置を測定し、記録した。現場施工によるTSジョイントの継手効率を検討するために、悪条件下すなわち、1)突合させた鉄筋間のすきまが1cm、2cm、3cmの場合、2)圧着回数が正常なものより1~2回少ない場合について、図

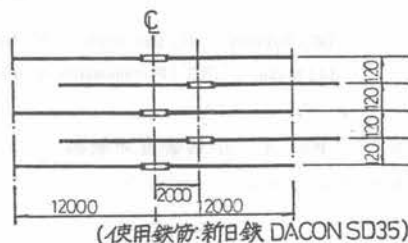


図1 放射筋配筋図

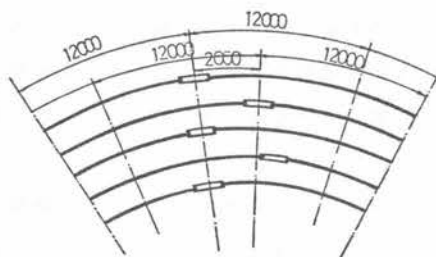


図2 円周筋配筋図

3に示すような供試体を抜きとり、静的引張試験を行なった。

4. 実験結果および考察

継手1ヵ所当たりの作業時間の平均値は、表1に示すように約16分であった。当初のタイムスタディでの20分より4~5分早く施工できた。実験の後半では作業員が作業に慣れ11~12分で施工が可能となった。作業人員を3~5人と変えて検討した結果3人で施工しうる結果を得た。結論としてTS五法は、1パーティ3人で、1ヵ所当たり15分前後で施工できると考える。2)現場施工の継手効率の試験結果が表2に、図4にスリーブからの鉄筋の抜け出し量が示してある。悪条件の施工にもかかわらず母材破断であり、静的な継手効率は100%以上であった。またスリーブからの抜け出し量はほとんどなく、 $Q_s=20\%/mm^2$ で約0.02%、 $Q_s=32\%/mm^2$ で約0.25%であった。結論としてTS五法は悪条件下で施工しても常温では100%以上の継手効率を有しており、さらに施工管理、品質管理の容易な五法である。3)太径鉄筋(D51)の施工においては、TS五法は施工管理、品質管理、さらには安全性といった面から考えると、圧接などの継手五法に比べてすぐれた五法であると考ええる。

5. あとがき

TS五法のD51用現場用圧着装置として開発した写真の装置は、ほぼ満足しうる施工性を有することが、本施工実験で確認できた。今回の実験は水平筋を対象に実施し、それに対する施工法の検討を行なったが、基本的な面は垂直筋の施工についても共通するものであると考える。最後に本TS五法を用いて現在数万個所の継手工事を実施しているが、実施上では人員3人で1ヵ所当たり約15分前後で施工しており非常に良い結果が得られている。又本五法専用として施工実験の結果を参考にして工事仕様書を作製したが非常に簡単なものであるにもかかわらず、十分それで管理しうるという結果を得ている。

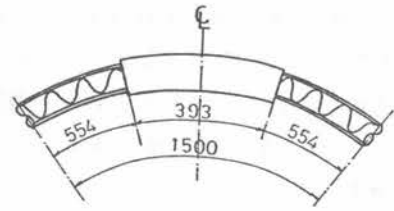


図3 供試体

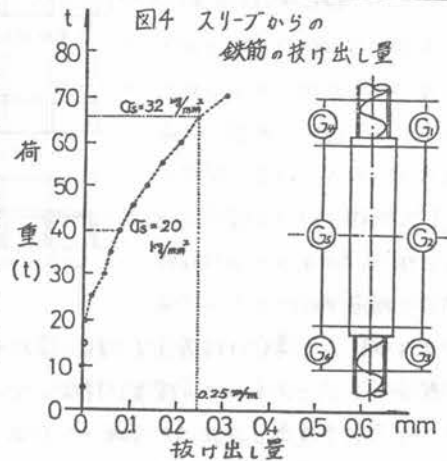
表1

	作業内容	人数			
		2人	3人	4人	5人
圧着前	1 鉄筋を所定の水平位置まで上げる	410	44	350	248
	2 左右鉄筋の突合わせ				
	3 スリーブを継手位置に通す				
	4 圧着機の移動セット	217	231	250	225
	5 ダイスの取付	28	55	150	133
	6 キャップの取付				
圧着	7 圧着	544	658	708	607
	8 ストローク移動				
	9 キャップ、ダイス撤去				
圧着後	10 鉄筋下し	200	200	200	200
	11 圧着機移動				
平均作業所要時間		1439	1628	1738	1453

表2 継手効率

	降伏率(%)	引張強(%)	破断強(%)
1 円周筋		56.5	40.5
2 中央部圧着欠如	36.7	55.3	40.5
3 鉄筋間スキマ1cm	36.2	55.7	40.0
4 ・ 2cm	35.9	54.8	38.5
5 ・ 3cm	35.8	54.7	39.0

(新日鉄 DACON SD35)



48. TS式スリーブジョイントの鉄筋先組工法への応用

(株)サトースリーブエンジニアリング 佐藤 一 男

1. まえがき

建築生産の合理化を目的に、各種新工法の開発が進み現在に至っているが、依然として現場打コンクリートによる構造が量的には一番多い。これはあらゆる観点から見てまだ優れた利点が多くあるため、将来益多くなっても少なくなる事はないと思われる。そして、現場打コンクリートの工法そのものも、近頃は型枠工事の合理化、コンクリートポンプによる打設方法の省力化など、改良が加えられて来ているが、鉄筋工事においては相変らず大規模的施工から脱却し得ないでいるのが現状である。

このような現状から、一歩進み開発されたのが鉄筋先組工法(SKK工法)である。鉄筋先組工法の利点として、工期の短縮、省カ化、鉄筋組立精度の向上等があげられるが、最大の難点として鉄筋の接合部における、精度の信頼性に対する不確定要素が高いことであった。この難点を解決し開発されたのが、TS式スリーブジョイント工法である。

この工法は、戸田建設(株)、清水建設(株)、(株)佐藤工務店、(株)サトースリーブエンジニアリングの4社共同開発によるものである。以下、鉄筋先組工法の概要と共にTS式スリーブジョイント工法の利点並にその応用への概略を述べる。

2. 鉄筋先組工法の概要

鉄筋先組工法(SKK工法)

は、柱、はりの鉄筋各部材をプレハブ化し、現場で部材を接合していく方法である。設計要素並に現場環境、規模等により、施工方法は大きく分けて4タイプに分けることができる。これを、A B C Dの4タイプ(図-1参照)に分けると、A B Cは全て型枠に先行して柱、はり共現場でセットする。A並にCは柱部材を2階分1ピースとして製作するが、Cの場合は相隣接する柱の接合を同一の階で接合せず、各階互に変り異が異なる。Bは柱1階分を1ピースとして各階互に接合していく方法である。Dは柱のみ型枠に先行し、はり部材は型枠スラブ完了後落し込みによりセットする。はり部材は原則として、A B C Dタイプ共各スパン互に製作される。各タイプの特長としてA Cは、比較的建築面積の少ない建物で、工期が短い場合等に特

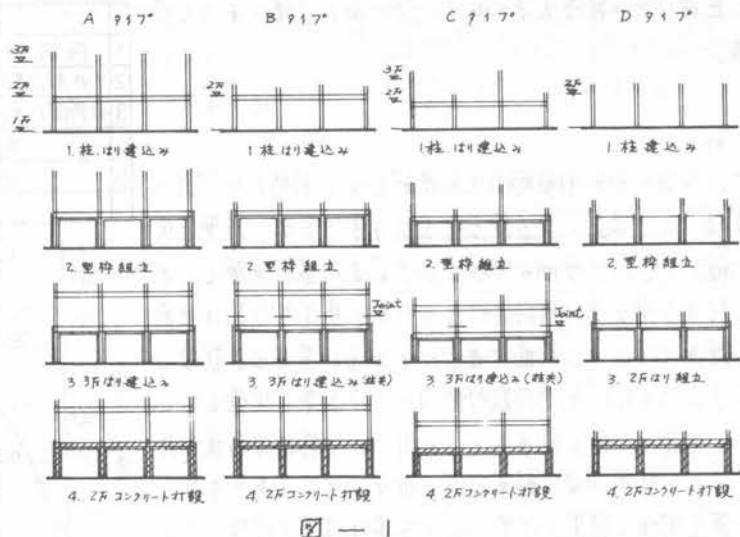


図-1

作するが、Cの場合は相隣接する柱の接合を同一の階で接合せず、各階互に変り異が異なる。Bは柱1階分を1ピースとして各階互に接合していく方法である。Dは柱のみ型枠に先行し、はり部材は型枠スラブ完了後落し込みによりセットする。はり部材は原則として、A B C Dタイプ共各スパン互に製作される。各タイプの特長としてA Cは、比較的建築面積の少ない建物で、工期が短い場合等に特

に有効であるが、あらゆる規模のものにも利用できる。Cは階高が高い場合及びスパンが特に大きい場合等に有効である。Dは精度的にABCに比べて少々低下するが、大規模の建物で特に工期の短い場合等に利用されるケースが多い。以上鉄筋先組工法では、あらかじめ各部材を製作の上、現場でセットするのであるが、問題点として主筋の接合に信頼性が高く、高精度を保ちながら施工性のよい方法で継がなければならぬ。TS式スリーブジョイントはこの問題点をほぼ解決した工法といえる。以下この工法についての概略を説明する。

3. TS式スリーブジョイント工法の概略

柱はり各部材で隣接する部材に接合する場合は、隣接する主筋の先端にあらかじめスリーブを半分だけ圧着しておき(図-2参照)、残り半分のスリーブに接合する部材の主筋を挿入し、挿入した部分のスリーブを現場用油圧機で圧着して(図-3参照)部材の接合を完了する。

この工法の特徴としては、次の点をあげることができる。(1) 細径鉄筋、太径鉄筋(異形鉄筋)にかかわらず施工ができる。特に太径鉄筋の接合は他工法に比べて信頼度が高い。(2) 径違いの鉄筋の接合でも鉄筋、スリーブ径によって選べた半円形の部材(カラー)に増厚材(金剛砂)を塗布したものをを用いることで、接合を施工することができる。(3) 機械的に接合するため、作業員の熟練度に関係なく信頼度の高い接合ができる。(4) あらかじめ、鉄筋の一端にスリーブを取付けておくことで、組立作業が簡単になり省人化が図れる。(5) 天候に左右されず作業を行おうことができる。(6) 火気を使用できない建設現場で有効である。(7) プレス機は一方圧縮であり、取扱いが簡単である。(8) 鉄筋間隔は鉄筋径の1.7倍あれば接合できる。次に、施工要領の概略を説明する。木工法は継手接合を施す鉄筋をスリーブで包み、油圧プレス機によって圧縮を行ない、鉄筋のフツ部にスリーブを食い込ませ鉄筋の接合を冷間において行おうものである。圧縮作業は、工場用油圧プレス機であらかじめスリーブを取付ける圧縮作業と、現場において、残り半分の圧縮する(この場合は現場用油圧プレス機で圧縮する)の2通りがある。(図-2,3の圧縮中を参照) 工場用油圧機は作業効率を上げるために大型のプレス機を使用しており、現場用プレス機は、鉄筋間隔並に作業性を考慮して小型で且つ重量を軽くしてある筈が、工場用プレス機と異なる筈である。

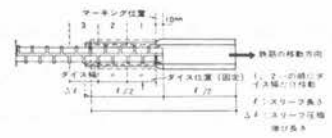


図-2 工場用油圧プレス機による圧縮過程

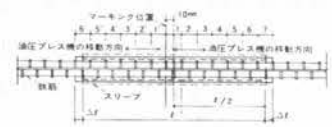


図-3 組立用油圧プレス機による圧縮過程

4. おまけ

日本建築学会のRC設計規準並にJASS5改定案により、従来の鉄筋工事のありかたから大巾に変化し、より精度の向上を望まれるものになってきた。鉄筋先組工法(SKK工法)はこの要求に対して十分に答えられる工法である。特に精度的に要求される、フープ、スタップの末端部1/5新曲り、柱はり口部におけるフープの組立等は、在来工法に比べて完全な施工ができ且つ、鉄筋プレハブ化による生産性は、合理化、省人化へとつながるとこの大規模特徴があるといえる。今後型枠工事との連携が進むことによれば、益々利用価値が高まるものと思われる。

49. 塔状建造物の施工法と実績について

鹿島建設 ○五 十 嵐 健 治 山 下 正 路

1. まえがき

西ドイツ、スウェーデン、フランス等ヨーロッパ諸国においては、橋脚、サイロ、煙突、倉庫、航空管制塔等鉄筋コンクリート造塔状建造物の施工にあたり、組み足場を使用せずに型枠ユニット全体をせりあげながら施工するスリップフォーム工法が多く採用されている。

近年、地震国であるわが国においても、超高建築建造物の耐震性については、既に開発実証され、建築建造物の超高化が進められた。この塔状建造物の施工にあたり、より高度な施工管理ができ、安全性も高く、省力化の図れる工法が要求された。鹿島建設では、米国のM・Wケロッグ社からアール・ケロッグ式スリップフォーム工法を導入して、塔状建造物の施工開発に努め、多くの実績を取めているので、本工法の概要と施工実績について発表する。



写真-1 施工全景

2. 工法の概要

アール・ケロッグ式スリップフォーム工法は、型枠中に打設されたコンクリートの初期強度の発現に従い型枠ユニット全体を油圧ジャッキで自動的に滑動上昇させ、滑動に合わせて各部の調整、制御を行ない、直径、壁厚を変えながら目的の建造物を高精度で築造するものである。また、作業装置全体は安全で、作業環境も良く、特殊工法でありながら特殊技能の作業員を必要としない工法である。

スリップアップの要領は、油圧ジャッキの上・下に取付けた2組のジャッキジョーが、コンクリート壁中の円周方向に約2m間隔で配置されているジャッキロッドを交互に掴みながら行なう。直径、壁厚の変化は、コンピュータで算出した計算書に基き、型枠が1m滑動するごとに各スピンドルを調整して行なう。

滑動に伴う鉛直方向の倒れおよびねじれの測量は、型枠が25cm滑動するごとに実施する。

コンクリートの揚重および作業員の昇降は、地上に設置した高速全自動ウインチで行なう。また、鉄筋の揚重は、タワーに取付けた2基のジブクレーンを使用し、施工速度に合わせて行なう。なお、GL+25m位迄は、作業員は外部足場を利用し、コンクリート等の揚重はクレーンを使用する。

3. 構造、機能の概要

図-1に示すように、築造物の円周に型枠ユニット、中心部にジブクレーン付タワーを配置したもので、型枠ユニットは、壁体をまたいで約2m間隔で配置された鳥居型のヨーク、油圧ジャッキ、型枠、各部調整用スピンドルで構成され、これらに作業用足場と安全、養生施設を取付けている。各部

は、自在に固定され、各スピンドルの調整に従い、型枠がスライドする機構となっているので、壁厚、直径ともに自由に変化できる。

ジブクレーン付タワーは、各ヨークからの吊ワイヤロープで保持されており、頂部に取付いたジブクレーンで、鉄筋、ジャッキロッドの揚重をし、コンクリートの揚重および作業員の昇降は、地上の高速全自動ウインチで、タワー内部を利用して行なう。

作業装置の重量は、ヨークを介して、油圧ジャッキとジャッキロッドで支えられているので築造中の壁体には荷重がかからない。

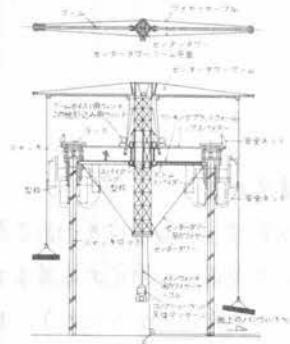


図-1 全体架構図

4. スリップフォーム工法の特長

本工法の特長は次に示すとおりである。

- (1) 直径、壁厚を自由に変化できるので、円形、矩形、梯形断面の塔状構造物の築造に適用できる。
- (2) 良質で信頼性の高いコンクリート構造物を、安全な作業環境のもとで築造できる。
- (3) コンピュータによる計算書に従い操作、制御するので、精度の高い施工ができる。
- (4) 連続作業で施工速度が速く、工期を短縮できる。
- (5) 作業装置全体が、安全に保持されているので、高所作業でも作業環境がよく、特殊技能の作業員を必要としない。
- (6) 地上からの組足場を必要としないので狭隘な場所でも施工ができ、省力化が図れる。

5. 施工実績

鹿島建設では、昭和45年に本工法を導入して以来、表-1に示すとおり鉄筋コンクリート造超高煙突および無線中継タワー等8基を施工し好成績を収め、現在1基施工中である。

用途	高さ(m)	底部径(m)	頂部径(m)	用途	高さ(m)	底部径(m)	頂部径(m)
煙突	130	7.65	4.43	テレビ塔	86	7.00	5.00
"	160	11.00	7.00	煙突	200	18.90	13.60
"	160	10.60	6.28	煙突(施工中)	180	12.83	8.82
"	200	14.70	7.70	造粒塔(海外)	66.5	15.70	15.10
"	200	15.23	8.87				

表-1 施工実績

6. あとがき

鹿島建設では、日本で初めてスリップフォーム工法を導入して、鉄筋コンクリート造超高塔状構造物に取り組み、幾多の好成績を挙げたが、さらに本工法の特長を生かして、単に鉄筋コンクリート造塔状構造物のみならず、各種鉄筋コンクリート造超高構造物に応用すべく研究開発を進めている。

50. 大屋根のリフトアップ

竹中工務店 宮口正夫 落合 勇

1. まえがき

リフトアップ工法はきわめて広い概念をもちているが、比較的大きな部材あるいは細工部材等を、ジッキを用いて所定の位置まで揚重し架橋する工法ということができる。

1948年にアメリカのY. N. YoutsとT. B. Slickがリフトスラブ工法として実用化し、多くの実績をあげた。当社でも古くからこの研究に着手し、1963年埼玉県大宮市の産成光学で、早大と当社技術研究所が共同して、わが国で初めてリフトスラブ工法を実施した。その後工場建築等において実績をあげその合理化を追求した結果、体育館等大空間を構成する大屋根トラスに最適であることがわかった。

現在では体育館まで竹中は大屋根をリフトアップするのが常識となっており、「高所作業から解放された工法」として浮目をあげ、リフトアップ工法のメリットを最大限に利用する努力が払われており、汎用工法を目指して発展しつつある。

2. リフトアップ工法の概要

当社が関係したリフトアップ工法は表-1にしめすとおりである。これらの実績をリフトアップ装置による分類で整理すると下記のようになる。

- ① ロッド固定方式 —— 屋根部よりロッドを吊下げ、大屋根に取付けたジッキがこのロッドをよじ登る方式
- ② ジッキ固定方式 —— 屋根部にジッキを固定し、このジッキよりロッドで大屋根を揚重し、余ったロッドを上部で順次取りはずす方式
- ③ 本葺利用方式 —— ロッドを使用せず、本葺材を大屋根に取付けたジッキがよじ登る方式

また反力の方式による分類をすると、図-1のようになる。

従来工法に比して、リフトアップ工法を適用した場合つぎのようなメリットが考えられる。

- (1) 工期が大中に短縮できる。
- (2) 省力化の促進がはかれる。

表-1 当社の関係したリフトアップ工法

		積重量(ton)	面積(m ²)
S 28	産成光学	278	566
S 41	国際キリスト教大学	900	2,924
S 42.5	関東自動車東富士工場	16	162
S 43.6	日本電装安城工場	20	200
S 43.7	日本電装安城工場	180	1,800
S 43.9	日本電装安城工場	93	930
S 43.12	トヨタ自動車工業高岡工場	300	3,000
S 44.1	トヨタ工機岡崎工場	720	7,200
S 44.3	刈谷市体育館	200	3,000
S 44.3	万博電力館	310	1,200
S 44	万博お祭り広場	4,750	31,500
S 45	国際見本市インテュニアリング'70	538	13,162
S 45	新日鉄若津体育館	130	3,000
S 46	全日空大阪OH格納庫	300	5,896
S 46	木更津市民体育館	160	3,208
S 46	新東京国際空港旅客ターミナル	3,400	30,400
S 47	川崎製鉄水島体育館	600	3,090
S 50	福岡大学体育館	433	3,040
合 計		13,702 ^{ton}	113,808 ^{m²}

- (3)作業性が向上する。
- (4)安全性が増大する。
- (5)施工精度が向上する。
- (6)仮設材が削減できる。
- (7)大型クレーンが不要になる。
- (8)雨天作業が可能になる。
- (9)コストダウンがはかれる。
- (10)作業所が整理整頓される。

以上のように多くのメリットをもち
ている。

3. 実施上の留意点

リフトアップ工法を成功させるには
下記の点に留意せねばならない。

(1)地切作業

地組した大屋根トラスを300～500mmリフトアップし、完全に地組構台から浮かせる作業を
地切作業という。このとき大屋根トラスは最終固定時の状態と同じ条件で変形する。

トラスのたわみ、応力、水平変位等を測定し、計算値との比較検討により異常の無いことを確認し
体と部材の交換等を行なう。

(2)上昇作業

上昇中はトラスを水平に揚揚できる制御を行なうことが必要である。そのためは、上昇距離計算
により各ジッキのストロークを検出し、数台のジッキを中央で集中コントロールできる方式を採
用することおよびリフトアップ組織と通信設備の検討が必要である。

(3)定着作業

物置の高さをリフトアップしたトラスを仮設柱に固定する作業を定着作業という。このとき不
安定な状態にあるトラスを出来るだけ早く定着することが必要で、そのためはトラスの固定方法の
十分な検討が必要である。

(4)計画上の留意点

本工法の採用に当たっては十分にメリットを確認しておくことが必要で、出来るだけ設計時より工事
計画上の種々の問題を解決しておく必要がある。

4. 今後の課題

以上のようにリフトアップ工法には多くのメリットがあり、ますます発展する工法であると考えら
れるが、完全に高所作業を無くすることは困難である。この点を考慮して、当社では現在リフトアッ
プ工法よりさらにメリットの大きいプッシュアップ工法の実施を計画している。柱を地中に落とし込
んでその上に屋根を組立て、体とを行なった屋根を柱と一緒に地上にセットしたジッキで押し上げ
柱の埋っていた穴を埋め、基礎を定着して建物を完成させる工法で、リフトアップ工法よりさらに
メリットのある工法としての確立をめざしている。

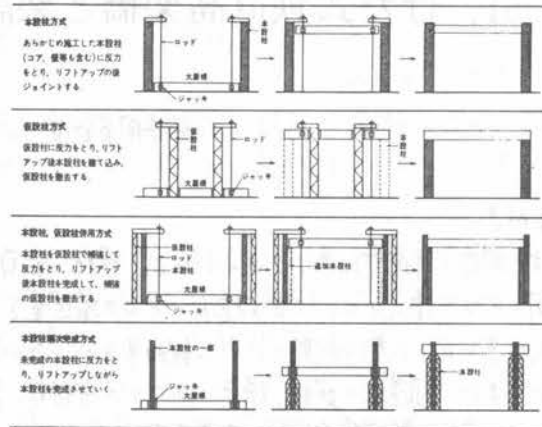


図-1 反力の方式によるリフトアップの分類

51. けた式鉄道高架橋と架設機の概要について

日本国有鉄道 高橋 浩二、高岡 博

1. まえがき

国鉄は、明治5年南業以来103年になる。現在、全国に約21,000 Kmの線路、約5000 駅で、年間1978億人キロ、585億トンキロの輸送量をさばっている。都市向き結ぶこれら鉄道施設は、人口集中化した都市機能としか調和するが、なかなか騒音、振動に関する環境問題の対応策として、また、構造物の建設、保守にあたり、労力、熟練労働者の不足が省力化を要求されていることから、今後、鉄道構造物は、ますます、コンクリート化される傾向にある。

コンクリート構造物のうち、大部分を占める高架橋について、その計画、設計、施工上の問題点を抽出しながら、将来の高架橋と、その架設機の概要について述べる。

2. コンクリート高架橋における問題点

(1) 計画上における問題点

鉄道の高架化は、従来、道路との交差あるいは土地の有効利用などの観点から、部分的なものが多かったが、近年、鉄道と道路および都市機能の関連などから、相当、長距離、広範囲にわたる高架化が、東海道、山陽新幹線の例をとって見てもらうがわかる。

騒音、振動などの環境問題に対し、音源対策として車両の改良、防音壁の設置、緩衝地帯の整備などのほか、高架橋形式そのものに環境との調和に適した構造を考へる必要がある。

(2) 設計上における問題点

鉄道高架橋の設計上の問題として、疲労の問題、構造物の不等沈下、傾斜などによる列車走行安定上の問題、構造物の建設、保守の省力化の設計への反映などの問題がある。最近の動力近代化にもともない機関車から電車へと変わったこと、および列車回数の増大により荷重の繰返し回数が百万単位から数千万単位へと増大した。このため疲労の問題については、材料強度の増大が必ずしも構造物としての強さの増大には結びつかない。とくに鉄道高架橋において疲労を考へた設計理論からみると不穩定構造形式は必ずしも有利ではなくなっているといえよう。高架橋の建設、保守の省力化への反映については、構造としてはできるだけ単純で、必要に応じてプレハブ化することも検討の要がある。

(3) 施工上における問題点

施工にあたっては、列車運行させながらその直上、近接した場所において施工することが多く、施工空間は、隣接する構造物、列車により制約を受け、また施工向合は、現状では60分程度の確保が限度である。このような諸条件のもとに施工が安全確実であること、高高度技能を必要とせず短期施工ができる、また省力化を計った機械化施工可能な構造形式にすることが必要である。

3. けた式高架橋

以上、コンクリート鉄道高架橋の計画、設計、および施工上の問題点を総合的にとらえてみると、これからのコンクリート鉄道高架橋の構造形式としては、従来の標準的形式としてのラーメン高架橋

よりも単純スラブ形式の高架橋、すなわち、けた式高架橋が有利であると考え。けた式高架橋の形式としては、上部工として単けた、厚スラブけた、H鋼埋込みけた、PCけた、中空スラブけた、PC合成けた、プレキャストなどがあり、下部工としてはT形ピラー、門形ピラー、壁式ピラー、プレキャストピラーなどが考えられるが、前述のように都市機能と対応、環境との調和、共振、疲労、耐震性、急速施工性、省力化などの諸観点から、総合的にみて最も望ましい組合せを考える必要がある。

けた式高架橋の具体的設計にあたっては、ゴムシューの設計、けたと下部工との接続方法、プレキャスト部材とした場合の継目剛性、PC合成けたに関する多くの検討すべき事項がある。

これらの諸条件と検討の結果、けた式高架橋の全プレハブ化が理想的であるがその第一段階として、下部工は場所打ちコンクリートで施工、上部工はプレキャスト中空スラブけた構造の高架橋を白新線線増工事において施工と計画しており(図-1参照)、けた架設機の設計を進めている。

4. けた式高架橋架設機

現在、開発設計を進めている架設機は、図-2に示す如く、高架橋幅員方向に全幅移動できるスパン25mの天井クレーンと、これを支持する前方、後方脚、および前方脚が有る平延式ガーダから成り立っている。その特徴を列記すると、

- ①、適用範囲は、標準径向10mで、その向20mの径向があっても連続架設が可能である。
- ②、斜角けたの架設が可能である。
- ③、けたのコロ等による横送りは不要である。

5. 経済比較

本架設法によれば、作業指揮者を含め12名程度の作業員で架設可能である。けた1本当りの架設所要時分も約60分程度で十分である。例へば、1径向4主桁、30径向の高架橋の架設を行なうとして、架設機の移動を含め工期は24日(実効1日8時間として)という短時間で施工できる。また経費についても従来工法と比較し、約30%程度の節減が期待できる。しかし、これは架設作業のみの比較でありけた架設のほか、けたの現場までの搬入、目地工、横方向のPC鋼線締付工、グラウト注入、高らんの施工など種々の付帯作業が必要であり、これらを含めた急速施工化を計るための種々の組合せ機械の開発も同時に行なっている。

6. おまへ 今後、建設される新幹線網において、その過半数が高架構造であり、高架橋のプレキャスト化に対する種々の研究とともに、近く施工を予定している白新線高架橋の施工とあわせて、けた式高架橋架設技術の発展を望むものである。

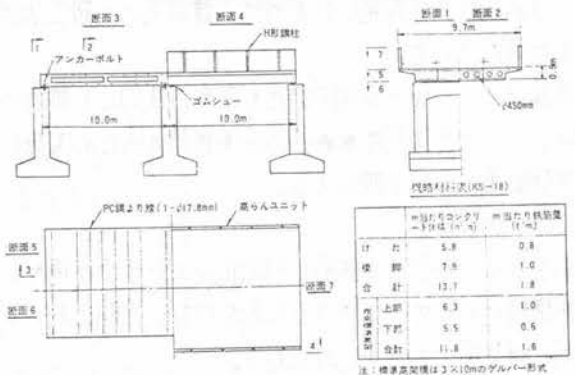


図-1. 白新線けた式高架橋一般図

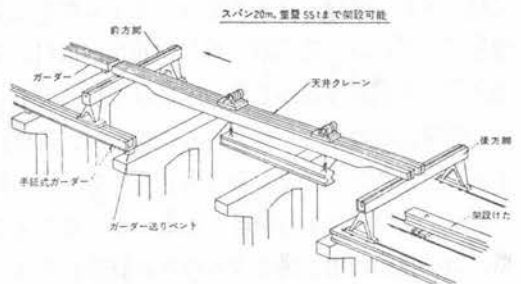


図-2. けた架設機概要図

52. TS式スリーブジョイント工法 —性能テスト—

戸田建設株式会社 山脇和二郎 毛見虎雄 小木茂

1. まえがき

TS式スリーブジョイント工法は、いかなる建造物の鉄筋も簡単に冷間で継手接合ができるメカニカルジョイント工法である。本工法は継手の信頼性を向上させるとともに現場作業の合理化を促進するものとして、戸田建設・清水建設・佐藤工務店・サトースリーブエンジニアリングの四社共同開発したもので、建設省の一般工法認定を取得している。

本論は、この継手が耐力的にも変形性状的にも鉄筋の継手として十分実用性があることを確認するため実施した実験結果について報告する。

2. 本工法の概要

本工法は、接合する鉄筋を円筒状のスリーブに挿入し油圧機林によってスリーブの圧着を行ない冷間において鉄筋の継手接合を施すものである。

油圧機械装置は、写真-1に示す油圧ポンプと油圧プレス機、それを接継させる油圧ホースから成り立っている。油圧ポンプには、圧力計・圧力切替弁が取付けてあり、油圧プレス機のラムの上昇・下降はリリーススイッチによって簡単に行なうことができる。油圧プレス機には、図1のように台形の切欠を有する2個のダイスが挿入されており、スリーブを六角形に圧着する。また油圧プレス機には、鉄筋の加工場で予め片方の鉄筋にスリーブを取付ける工場用油圧プレス機と、組立作業用として作業性並に最小鉄筋間隔等を考慮し設計された組立用油圧プレス機とがある。

圧着は、接合する鉄筋とスリーブを油圧プレス機の開口部より所定の位置に挿入後、スイッチをONにすると油圧プレス機のラムが上昇しスリーブに適量の圧着力を加える。スリーブの圧着は中央部分より開始し、1工程の圧着が終わってから端部へ向かってダイス幅だけ鉄筋を

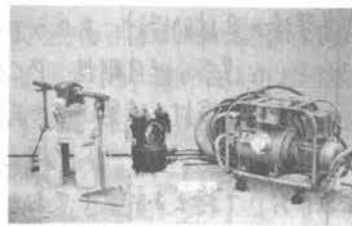


写真-1 油圧機具

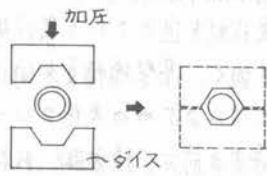


図-1 圧着形状

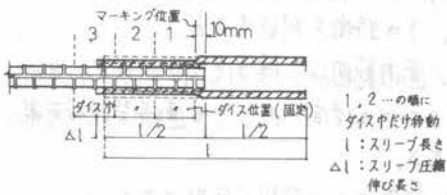


図-2 工場用油圧プレス機による圧着作業要領

表-1 単体の引張試験体一覧

両径継手 (7D)	径違い継手 (7D)	両径継手 (3&D-6D)	スリーブ径継手 (7D)	汚れ付継手 (7D)
D51 - D51	—	—	D51 - D51	—
D41 - D41	—	—	D41 - D41	—
D58 - D58	D58 - D55	D58 - D58	D58 - D58	D58 - D58
D58 - D55	D55 - D52	D55 - D55	D55 - D55	—
D52 - D52	D52 - D29	D52 - D52	—	—
D29 - D29	D59 - D25	—	—	—
D25 - D25	D25 - D22	—	—	(): スリーブ長さ
D22 - D22	—	D22 - D22	D22 - D22	D: 鉄筋径

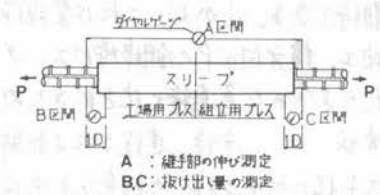


図-3 測定区間と測定方法

移動させ順次締め残しのないように行なう。この圧着要領を図2に示す。

3. 試験体及び試験方法

(1). 単体の引張試験 使用した鉄筋はD22、D25、D29、D32の横フシとD35、D38、D41、D51の波フシ型の異形鉄筋である。試験体は表1に示す同径継手と径違い継手である。

引張試験は、アムスラー式万能試験機にて行ない、継手耐力、スリーブの変形量、鉄筋のスリーブからの抜け出し量等について測定した。

(2). 梁の耐力実験 純曲げ用2体、曲げセン断用3体の5体で、断面形25X50cm、主筋は2-D32、($P_t=1.47\%$ 、かぶり厚67mm)、肋筋はD13を10cm間隔($P_t=1.02\%$)とした。試験体は表2に示す。

加力は、変形制御とし δ_y 、 $2\delta_y$ 、 $4\delta_y$ 、 $8\delta_y$ の正負繰り返し後に最終破壊を原則として、変形、歪度、亀裂幅等を測定した。

4. 実験結果

(1). D22~D51の同径継手と径違い継手のスリーブ長さ7D(D:鉄筋径)における引張試験は全て母材破断であった。継手部分の変形特性としては、母材とはほぼ同様の傾向を示しているが、継手の初期剛性は母材より多少高く、降伏荷重の近傍では母材のような明瞭な降伏点はあられずなめらかなカーブを描いている。その他の実験結果からも継手耐力として十分であることが認められた。D38の各種実験結果を図4.5.6に示す。

(2). 梁実験においては、亀裂発生及び分布性状とも継手の有無及び位置による影響はみられず、荷重変形曲線は安定したループを描いており、図7.8にみるように繰り返しによる耐力低下もなく $8\delta_y$ まで変形を強制したが、耐力的にはまだ上昇の傾向がみられ十分靱性を示した。むすび

以上の実験結果から鉄筋と同等の強度をもつ継手として十分実用に供し得ることが判明した。現在この他に、太径鉄筋D51の低温ないし極低温実験、疲労実験等を行っており、その結果も、期待通りの実験データを得ている。今後とも、いろいろな建造物に適用できるよう検討をすすめる計画である。

表-2 梁実験試験体一覧

試験体	加力方法	試験体形状	備考
TSL-1	純曲げ		鉄筋継手なし
TSL-2	純曲げ		全鉄筋スリーブポイント
TSS-1	曲げ及びせん断		鉄筋継手なし
TSS-2	曲げ及びせん断		全鉄筋スリーブポイント
TSS-3	曲げ及びせん断		片側鉄筋スリーブポイント

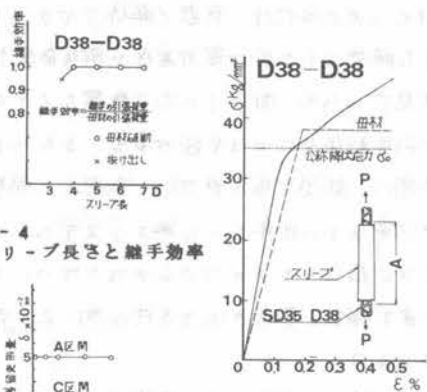


図-4 スリーブ長さとの継手効率

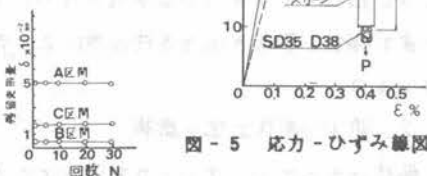


図-5 応力-ひずみ線図

図-6 回数と残留変形量



図-7 P-δ曲線(TSL-2)

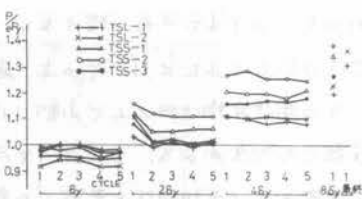


図-8 繰り返しによる耐力の変動

53. 鉄筋コンクリート構造物の部材別解体工法に関する基本的研究

加田建設 × 毛見 虎雄 平賀 友晃
小豆畑 滋 吉原 長吉

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の新しい解体工法は建物を単に破壊するだけでなく 公害をおこすこと無く できるだけ 有効に解体すべきである。また解体した建物は資源確保や解体廃棄物をなくす見地からも 図-1に示す循環システムによって再生利用をかける必要がある。さらにその解体技術は 新築工事の省力化、合理化と同様に安全と効率のよい秩序だった施工システムとして今日にすぐ役立つものを作り出す必要がある。その意味で建物解体に要求される条件は図-2に示すとおりである。

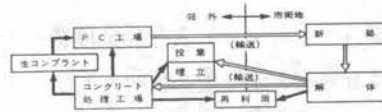


図-1 解体と新築のサイクル

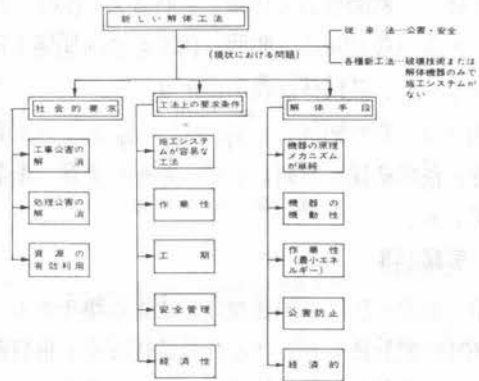


図-2 これからの新工法に要求される条件

2. 新しい解体工法と機械

解体はモンテン・ブレーカ工法による方法が主流で 昔ゆめて経済的で効率よく 実施されてきたが 公害についてはまったく無秩序であった。今後の解体破壊工法は公害を抜くには考えられない。したがって新しい都市向けの無公害解体機械の出現を強く望む。ここ数年、大手建設業、機械メーカー などを中心として種々な工法や機器の研究開発が進められ、実用化されつつある。しかしながら いずれも一長一短があり 経済的

無公害工法は見出さぬに似ている。その上 建物全体の解体施工システムを追求しているものも少なくない。また解体建物はほとんど小割りにして埋立て 投棄されていくが 処分先も限定され その受け入れ態勢にも限界がある。したがって今後の新しい解体工法は 単に建物を解体するだけでなく 解体物の処理および再利用法を考慮した機械の用能が更に進歩といえる。ここで以上の方からすべてに満足できずともいかに従来の破壊型解体ではないカッター機による秩序だった部材別無公害空解体工法を実用化したので 以下その概要をその2で最近の実施例を報告する。

3. カッターによる部材別解体法

1) 原理

走行および加圧のできる機械に特殊なダイヤモンドブレード(刃)をセットし これにより、鉄

表-1 切断解体順序

分類	順	明	備考
標準型	スラフ	→ 壁 → はり → 柱 → 基礎	1階ごと
		(繰返し)	
応用型	スラフ	→ スラフ壁付はり → スラフ壁付柱付はり → 基礎	1階ごとまたは2階ごと
		(繰返し)	

筋コンクリート建物を部材別に切断して解体する
 には、プレハブ建築の逆建法を利用した合理的
 の部材別解体工法である。

2) 方法

切断は鉄筋部分を主とするが、比較的部材の薄
 い床、梁等は全断面を切断して、クレーンによ
 って吊上げるが、ジャッキアップを補助として赤
 正しく解体する。

i 解体部材の大きさと形状：切断長さを小さく
 し能率よくするためには解体部材の大きさをど
 だけ小さい方がよいが、輸送と敷地条件を考
 慮して5m前後と定める方がよい。また再利用を考
 慮すると種々の形状が考えられるが一般には図
 3に示した形状となる。

ii 切断機：切断機は主として専用フローラ運搬
 機のほかフォークリフト、クレーン等の汎用揚重
 機や油圧ショベルにカッタ部分をセットした不能
 型クレーンの切断機械であり、専用のフローラに
 セットしたものが図4に示すものである。走行
 速度は、細断の切断には軽装の図5に示した特
 殊不能型を用いている。なお専用切断機として
 床の垂直切断と垂直部材の水平切断に図6、7
 の専用機がある。

iii 切断方法：切断の原則はコンクリートを切断
 するのではなく鉄筋を切ることをポイントである。

そのためにはスラブ、梁等は、全断面を切断す
 るが、一回切りではなく、2〜3回切りにするこ
 とである。柱、梁は断面を7〜8cm切断すれば鉄
 筋はほとんど切れる。切断スピードは作業の中断
 を少なくするようにするこゝとでかなり早くなる
 (その2参照)

IV騒音：振動、粉塵はすたすたの音が騒音レベ
 ルは防音カバーをしいて70ホソ(A)程度であ
 るが防音カバーをすること5〜10ホソ(A)小
 さくできる。

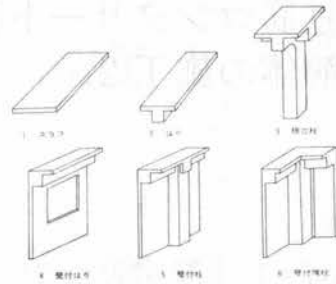


図-3 解体部材の形状

図-4 不能型 (O型)

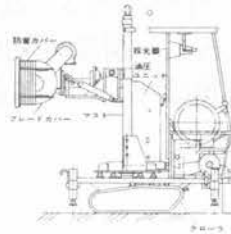


図-5 特殊不能型 (R型)

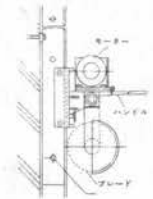


図-6 スラブ専用型 (S型)

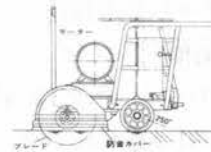


図-7 水平型 (H型)

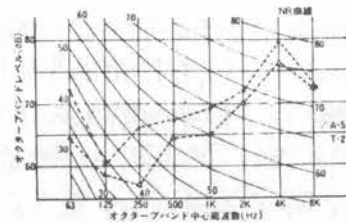
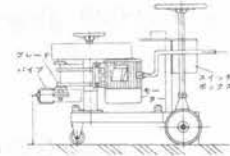


図-8 カッター騒音 (音源)



写真-スラブ吊上げ

54. 鉄筋コンクリート構造物のカッターによる部材別解体の施工(2)

戸田建設 × 小豆畑 滋 吉原 長吉
毛見 虎雄 平賀 友晃

1 まえがき

カッター機によって、実際の鉄筋コンクリート構造物を切断して部材別解体する施工例は、徐々に件数をのびさせているが、今回の施工例は部材の吊上げ吊下しを省力化してスピードアップすることに主眼をおいたものの実施例である。尚既に実施した0建物・建築物はほぼ同じ規模であるので2件を含めて比較した。

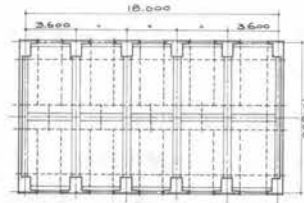


図-1 2階平面図

2. 計画の概要

1) 一般事項

- a. 解体工事名: 名古屋第一庁舎
- b. 構造規模: 鉄筋コンクリート造3階建
(図-1.2 参照) 延床面積 544 m²
コンクリート量 338 m³
- c. 解体理由: 機能の低下による建替のため。

2) 解体計画

a. 仮設計画: 本工法は粉塵やガラの飛散が特にあるわけでは無いので、養生用足場等不用であるが、切断機の移動、この種工事の慣習もあるため、前面道路面は鋼製仮囲い、建物周囲には枠組足場を架け騒音防止、飛散対策に養生シート張をおこなう。

b. 切断取外し計画: 切断順序は基本的には、上階から下階へ向っておこなう方法で、図3に示すように、なお、切断機の稼働率を高めるため、内部については、階下床より、O型機で、梁側下および、外壁内側垂直切断を先行させ、スラブ、梁下の養生サポートを架設後、上階床スラブおよび、梁上端をS型機で切断する。スラブ梁部材を吊上げ取外し後、養生サポートを移設してから再び、階下内部よりH型機で外壁および、柱の下部水平切りをする。外廻りの切断は内部切断と肉付けはR型機で外部足場より、外壁、梁側、柱外面を垂直、水平切断する。1階外壁部については、O型、H型を使用する。機種別切断長さは、S型 504、O型 180、H型 114、R型 93m 合計 891 m でピースは158枚。

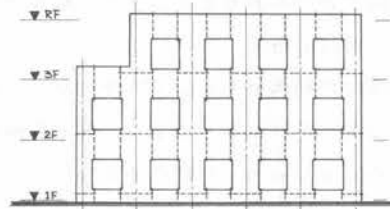


図-2 立面図

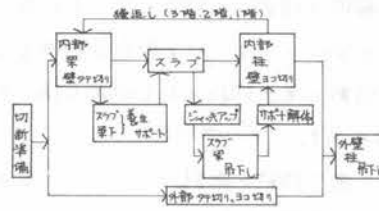


図-3 切断順序と部材取外し順序

3. 実施

1) 工程

実質工程は切断2日、吊下17日、搬出10日を費
 した。実施から完了は3月24日から4月30日
 迄の日曜日を除く実質28日となった。これは表-1
 に示すように年度別実施例からいくと、工程を飛躍
 的に短縮することができた。

2) 切断吊下作業

a. 切断歩掛: 1日の切断長さは、機種や切断の
 中斷で異なるが、S型で2/m O型で7mを得た。
 平均的な切断能率は表-2のようである。今回の場合が
 やはり速くなった。

b. 吊下: 吊下しの能率は1ピース0.5人ぐ
 らいとアップした。また揚重機の突動15日では
 図-4のようにより平均8.2枚を吊下した。

c. 搬出: 搬出部材のまま、場外搬出をした
 が、突動1日当り147枚を得た。O建物では
 42.8、T建物では94枚であった。

d. 切断機械: 今回は切断機械の延台数は10台日
 であった。O建物は177、T建物では126台日
 である。

e. 労務: 作業はカット工以外を合計して、数値に
 なるが、凡そ割合を円グラフで示すと、図-5のよ
 うになる。吊下しに関する労務が非常に小さくな
 ったことは、サポート数に機動性を付けたこと、
 専用カット工や等々の労務がスムーズにいったこと
 が、本工事の省力化に結びついたものである。
 4. あとがき

以上、今回のM庁舎に於ける部材別解体の結果は
 非常に能率があり、したがって48年49年と実
 施したものとより、経済的に前進した。

尚、本建物解体の推進に於ける発注者の理解、更
 には、協力専任業者の協力、当社名古屋支店並びに
 機械師安忠男、田中豊、小池守の3氏の協力が
 得たものである。

表-1 工事年度別の工程比較

年度	工事名	構造規模	部材数 (枚)	実働日数 (日)
48	O建物	RC2F 並 551㎡	132	45
49	T建物	RC2F 並 480㎡	132	37
50	M庁舎	RC3F 並 544㎡	147	28

表-2 切断吊下歩掛

工事名	切 断		吊下し
	1/m	1/ピース	
O建物	0.15	1.35	0.77
T建物	0.11	0.95	0.56
M建物	0.09	0.61	0.48

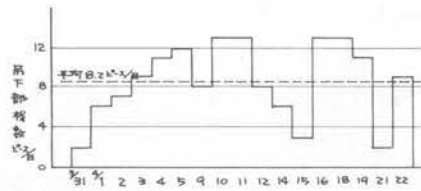


図-4 日別吊下し部材数



図-5 作業内容



写真 万能機の切断作業

55. 油圧式コンクリート破壊機の改良実験

(株)竹中工務店 内崎 巖, 落合 実

1. まえがき

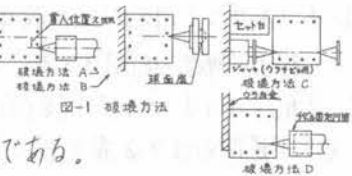
本報告は、解体工事に伴う騒音、振動、粉塵などの建設公害を解消する手段として、当社が昭和46年より開発を進めてきた油圧式コンクリート破壊機の改良に関する模型実験および実物大実験について述べたものである。

2. 本 論

2.1. 模型実験(その1) ミニチゼル貫入実験

2.1.1. 実験概要

鉄筋コンクリートへのチゼル貫入過程を検討するため、圧縮試験機に供試体(200×200×1000 RC 1週強度89kg/cm²)を据えミニチゼルを徐々に貫入させて貫入量～荷重の関係、破壊状態、刃型の影響を求めた。なお破壊方法は図-1に示すA～Dの4種類である。



2.1.2. 実験結果

図-2にチゼル貫入量と荷重の関係および破壊状態を示す。図

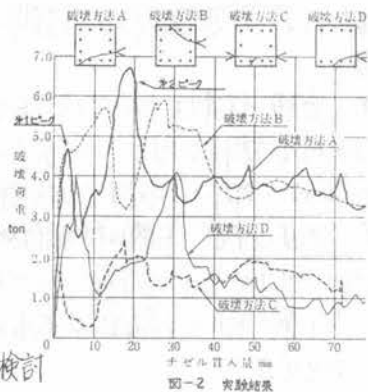
-2より貫入過程を次に示す3段階に区別することができる。

オ1 貫入過程 初期亀裂発生過程(貫入量0~5mm間のピーク)

オ2 貫入過程 供試体長手方向の亀裂拡大過程

オ3 貫入過程 亀裂開口部の拡大過程

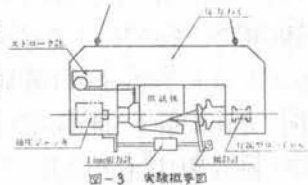
次に破壊状態を比較すると、図-2に示すように破壊方法Cが鉄筋の露出が最も多く、荷重も少ない。またチゼルの刃型形状による破壊状態の相異は、ほとんど認められなかった。



2.2. 模型実験(その2) ミニチゼル貫入時における機械力の検討

2.2.1. 実験概要

チゼルとジャッキ間の接合を球面座にした場合の機械的問題を検討するため、図-3に示す模型によりチゼル貫入量、荷重、傾斜角、曲げ力を測定した。



2.2.2. 実験結果

図-4,5にチゼル傾斜角の記録例を示す。図-4は傾斜角最大値を示した例で、貫入量20mmまで急激に傾斜し、以後は傾斜一定(18°)で貫入を終了している。図-5は傾斜角が比較的小さい時の例で、貫入量10mm以後は傾斜角と貫入量がほぼ比例して増加している。図-6はチゼル貫入力と曲げ力の測定結果で、両者が比例していることがわかる。実際の貫入力を300TONとして実験機に加わるボルトせん断力を試算すると450~1050TONとなる。

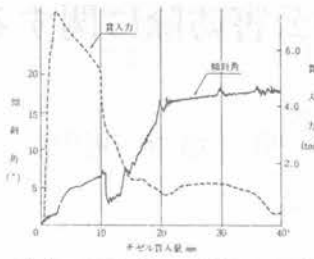


図-4 チゼル貫入量と傾斜角、貫入力との関係(傾斜角大)

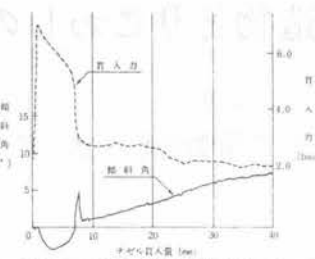


図-5 チゼル貫入量と傾斜角、貫入力との関係(傾斜角小)

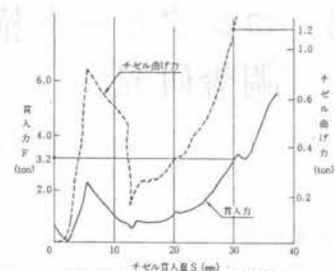


図-6 チゼル掘げ力と貫入力の関係

2.3 実物大実験

2.3.1 実験概要

模型実験の結果にもとづいてチゼルとジャッキ先端との接合部を球面座方式に改良し、この改良機を用いて実物大供試体(2週強度 24.4 kg/cm^2)の破壊実験を行った。破壊実験は図-7に示す3種類の方式で行い、球面座方式により破壊した場合のチゼル貫入過程の比較、チゼル姿勢制御用小型ジャッキの仕様の検討をした。

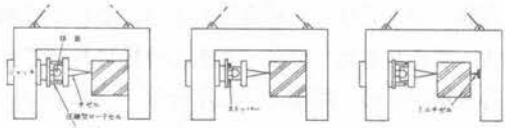


図-7 実験方法

2.3.2 実験結果

図-8にチゼル貫入量とジャッキ出力の関係を示す。図-8より次のことが明らかである。

- ① チゼル固定接合方式で亀裂方向とチゼル進行方向が一致しないため、接合部にせん断力が生じ、ジャッキ推力が高くなる。
- ② 球面座方式ではジャッキラム部に曲げモーメントが作用せず、ジャッキ出力を有効に破壊に利用できる。
- ③ 鉄筋露出本数は接合方式に関係なく初期亀裂の状態により決定し、それはチゼルの貫入位置による。また両刃方式で破壊した場合、球面座方式に比べてジャッキ出力は同じであるが鉄筋の露出本数を増す効果がある。
- ④ 球面座方式を採用する場合、初期亀裂発生までチゼルが首折れしないように支える必要がある。それに用いる小型ジャッキの推力は、ロードセル測定結果より $2.8 \text{ TON} \times 4$ 本以上が必要である。

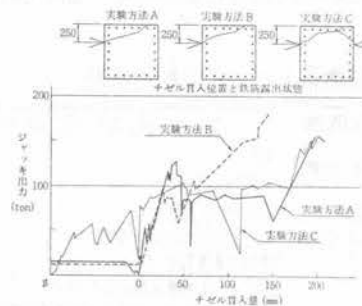


図-8 実験結果

3. 結 論

以上の実験結果にもとづき下記の項目を提案し、図-9の実用機に反映させた。①チゼル傾斜角 20° ②球面座方式(接合部) ③チゼル姿勢制御用小型ジャッキ(リリーフ弁付) ④両刃方式 ⑤最大推力 300 TON

実用機による稼働実績より、これらの項目は油圧ジャッキにより鉄筋コンクリートを破壊するための補助機構として有効である。今後は、作業性、効率向上を計りながら改良を行ない、汎用性を高めることが必要であると考える。

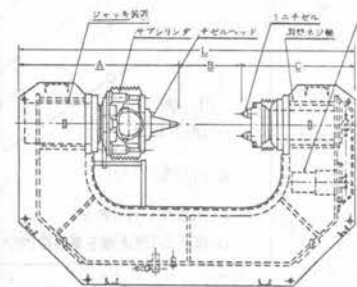


図-9 実用機概略図

56. コンクリート構造物とりこわしの公害防除に関する調査研究

中部地建 大宮武男, 福井昭二

1. まえがき

この調査研究は、コンクリート構造物のとりこわしにおいて、重要な課題の一つとなっているさく孔について、公害が少なく、能率の良い工法および機械の開発を行なうため、実施したものである。

近年、コンクリート構造物のとりこわしが増加の傾向にあるが、公害に対する社会的関心が非常に高まってきたため、建築・土木の分野において、これらとりこわしが大きな問題となっている。

当事務所では、昭和47年度から、コンクリートとりこわし工事に伴う騒音・振動・粉塵、などの公害防除の研究のため、今日、実用化、または実用化されつつある工法について実態調査を行ない、施工条件、環境条件に即した工法選択や施工計画の指針となるものを作成した。

現在、橋梁基礎など土木構造物のとりこわしは、さく孔を利用した工法が多く施工されており、エア式さく岩機によるものが多く、高い騒音と多量の粉塵を発生するので、この解決を図るものである。

2. 試験機器とさく孔試験の状態

試験機器	さく孔試験の状態	試験機器	さく孔試験の状態
エア式さく岩機 (東洋工業 シンガーTY16型)	裸	油圧式さく岩機 (セメキPH35型)	裸
	マフラ取付		防音カバー取付
	防音カバー取付	防音カバー取付、刃先部ゴムカバー取付	
	マフラと防音カバー取付	電撃式さく岩機 (日立PRD-38型)	裸
	排気と集塵器で吸入	防音カバー取付	
排気と刃先粉塵と集塵器で吸入	防音カバー取付、刃先粉塵を掃除機で吸入	ステニックハンマ (65A55型)	裸
防音カバー取付、刃先粉塵と集塵器で吸入	防音カバー取付、刃先粉塵を掃除機で吸入		
防音カバーで全体を覆い、集塵器で吸入			防音カバー取付、刃先粉塵と集塵器で吸入

3. 騒音レベルの測定および周波数分析

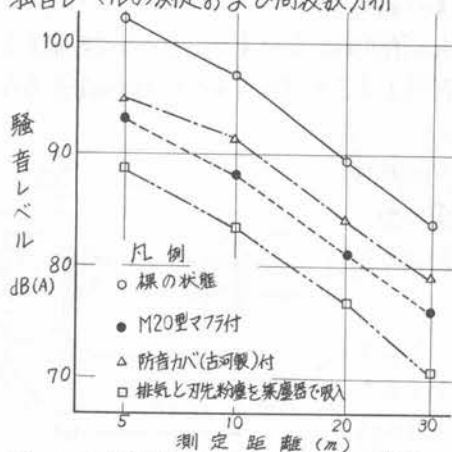


図-1 エア式さく岩機(TY16)の騒音レベル減衰図

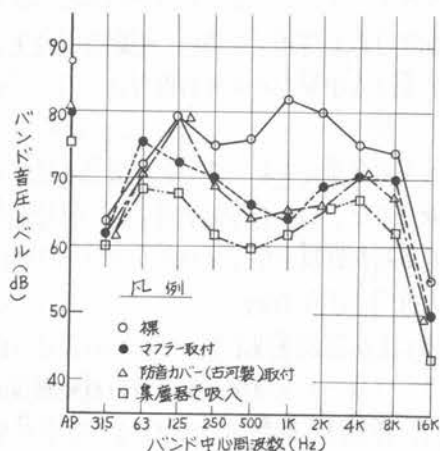


図-2 エア式さく岩機の騒音周波数分析

4. ビット打撃数と騒音レベルおよびさく孔速度の関係

油圧さく岩機を利用して実験した結果を、図-3、4に示す。この図より、ビット打撃数が多くなると騒音レベルが大きくなり、また、さく孔速度はビット打撃数と相関を示している。

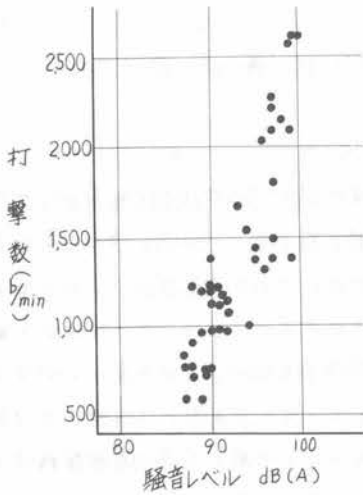


図-3 油圧式さく岩機の騒音レベルと打撃数 (5m地桌)

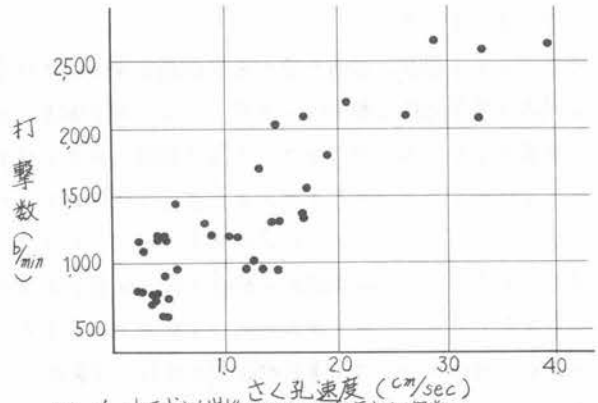


図-4 油圧式さく岩機のさく孔速度と打撃数

5. 各種せん孔機械および工法の比較

試験項目	さく孔性能		騒音レベル dB(A)						鉄筋切断	その他
	速度 (cm/分)	経費 比較	公害対策をしないもの			公害対策をしたもの				
			5m	10m	30m	5m	10m	30m		
エア式さく岩機 (シンカ-T716型)	37.7 ~53.4	1.0	101 ~103	96 ~97	83 ~85	88 ~90	83 ~84	70 ~71	不可能	特に1000Hz附近の音が最も高い。
油圧式さく岩機 (セコPRPH35型)	12.1 ~230.0	1.5	88 ~100	86 ~96	77 ~87	87 ~99	85 ~95	73 ~84	不可能	さく孔速度を上げると騒音レベルが大きくなる。騒音成分が高いため、110dB(A)を超えるさく音が大きい。
電動式さく岩機 (日立PRD-38型)	13.0 ~18.9	1.7	88 ~91	83 ~86	71 ~75	84 ~86	78 ~80	64 ~66	不可能ではないが困難	回転のみでは殆んどさく孔不可能である。
ステニツ7ハンマ (6.5A55型)	14.1 ~15.4	4.0	87 ~88	82 ~83	68 ~70	85 ~87	81	65	不可能	
ジェットランス (JL-18型)	8.0 ~15.3	16.0	77 ~80	69 ~73	57 ~60				良好	1. 孔径が大きくなる 2. 孔曲りを生じる 3. 作業場所の制約を受ける
コンクリートコアボーリングマシン (50φ)	1.3 ~2.4	20.0	71 ~73	64 ~65	57				可能であるが、時間がかかる	鉄筋切断時間 19φ 鉄筋12~18φ/本

6. あとがき

公害防除に関し、各種さく孔工法の特質と問題点をまとめると、主なものは次のとおりである。

- ①エア式さく岩機の排気音は、簡単な消音装置を取付けると、騒音レベルが8dB(A)下がる。
- ②エア式さく岩機は、全体的に覆う防音カバーを取付けると、騒音レベルが10dB(A)下がる。
- ③エア式さく岩機の排気と刃先粉塵を集塵装置で吸引すると、騒音レベルが13dB(A)下がる。
- ④油圧式のさく岩機は、エア式に対し、さく孔速度を同程度にすると騒音レベルが4~8dB(A)小さい。
- ⑤打撃数が一定(1300b.p.m)以上になると、騒音レベルが極端に大きくなる。

これらをもとに、さく孔機械の防音・集塵機構の調査研究をさらに進め、小形・軽量で、作業性の良い公害防除装置の開発に努力を注いでいきたいと考えている。

57. アスファルト舗装への斜めジョイント適用の効果

イーシー機販(株) 江島政司

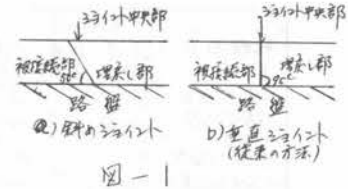
1. ま え が き

アスファルト舗装の補修工事や地下埋設工事にともなう復旧工事において在来舗装を部分的に打換える場合は通常打換え部分をカッタープレートで垂直に切断し舗装を取り除いている。復旧後の部分は垂直ジョイントとなりアスファルト舗装の弱点となることがある。これを改善する1つの方法としてラップジョイントのようにある角度をつけて斜めに切断する方法が考えられる。この方法を斜めジョイントにはいくつかの利点が見込まれる。たとえは切断面横断(着面)が通常の垂直に切断する方法よりも増える。切断端部の舗装天端の欠損であるため埋戻し造の間に車輪等によるひび割れが少ないなどである。これを理論的或は実験的に研究する必要があるとの判断から今回菅原照輝博士の御教示御指導を仰ぎ日本道路舗装技術研究所に委託致し下記の本文の報告とお願いをした。

本文はこの斜めジョイントの接着性従来の垂直ジョイントと比較してその程度改善されるのを曲げ試験を評価したものである。なお切断面の処理の仕方についてはいくつかの試みた。

2. 実験概要

本実験でとりつけたジョイントは図-1に示すものである。切断面の処理の仕方供試体の種類は表-1に示す。試験片はCK-50, CK-90を除き現場で舗装したものを切り出して作製した(既圧はタンDEMヒロー使用)。使用した骨材は粒径最大径 7.5mm である。



曲げ試験はジョイント中央部(図-1参照)が中心になるように4面カットして成型した $4 \times 4 \times 35$ (35mm の 0.02m の供試体で行った。試験条件は温度 10°C (水中養生)、変形速度 $50\text{mm}/\text{min}$ とした。

3. 実験結果と考察

供試体番号	切断面処理の仕方
N	ジョイントなし(標準材料)
C-50	
C-90	切断面未処理、ニードリング無
CK-50	切断面未処理、ニードリング有: $C77$ が10トランジック試験機で温度 60°C 、回転速度 52.5rpm を1時間トバスを0.13
CK-90	
CB-50	フラスコ処理: 縦断線部にて切断面に埋面を形成
CB-90	
CT-50	フラスコ処理: 切断面にアスファルト塗布を塗布($0.5\text{g}/\text{cm}^2$ 日量)
CT-90	
CTB-50	フラスコとフラスコ併用: 切断面フラスコ後アスファルト塗布にてフラスコ(埋面)は $0.5\text{g}/\text{cm}^2$ 日量とした
CTB-90	
CH-50	バーテコ処理: セミオートジョイントを埋戻し、埋戻し後直ちに切断面をバーテコ
CH-90	

表-1 供試体の種類と処理の仕方

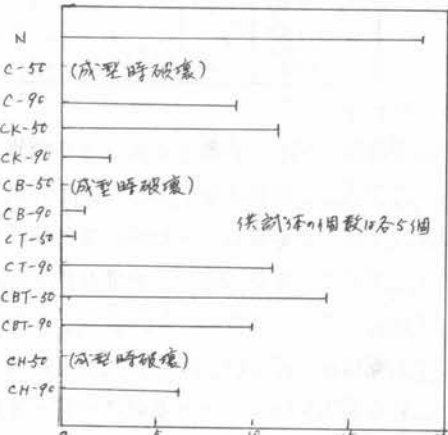


図-2 曲げ破壊片数 $N = (\text{枚}) \times 10^6$

ジョイントの接着性は曲げ破壊強度、破壊時のひずみかとも大きく関係している。本実験ではジョイントの種類による曲げ破壊強度および破壊時のひずみの大小関係はほぼ同じ傾向を示しており、この両者の種別としての曲げ破壊エネルギー-破壊英手での仕事量をエネルギーで表わした図で評価した。この試験結果を図-2に示す。また切断面にはヒンジ処理の仕方による接着性へ与える効果について表-2にまとめて示した。

4. まとめ

表-2から次のことがいえる。

A. 切断面未処理

(1) 斜めジョイントでは施工初期の接着性はそれほど良くないが、交通荷重の二倍かえしを加えることによって著しく増大する。

(2) 垂直ジョイントでは施工初期で比較的良好な接着性を示す。交通荷重の二倍かえしによる伸びはほぼ期待できるというようである。

B. 切断面処理

(3) 斜めジョイントでアラジニングとタフコートを用いたものも、ともに良好な接着性を示した。

(4) アラジニングおよびタフコートのそれぞれ単独の処理では垂直ジョイントの方が良好な接着性を示したが未処理のものと比較しては接着性が増していない。

(5) 斜めジョイントの同様の処理では施工時の接着性はそれほど期待できない以上交通荷重の二倍かえしによる接着性の増大を期待できる。全体的に見て施工時期、施工方式(主に転圧方向)を十分考慮すれば斜めジョイントの方が長い目で見て有利と思われ、本実験により斜めジョイントの接着性改善効果の程度をある程度把握できた。今後試験施工等で今回得られた結果を確認して行く予定である。またアラジニング処理をする斜めジョイントはコンクリート版の補修時のジョイントの処理の仕方としてより期待されるに現存検討中である。

参考文献

(1) 森吉路博、堀尾哲一郎、菅原照雄；アスファルト舗装の施工ジョイントに関する一研究、石理学会誌 Vol. 16 No. 8

(2) 川島敦昭、小林茂；ジョイント施工法比較試験について日本道路公団試験所報告 昭和43年度前二の斜め切断の効果を普及させる為斜め切断カッターの開発については石川島コーティングにて完全な製品化されておらず。

		斜めジョイント	垂直ジョイント
切断面未処理	ヒンジ処理	接着性は人と見分けがたい(保続完成時に破壊)	比較的良好な接着性を示した
	アラジニング	アラジニングは施工初期の接着性は良好である(C-50、C-50比較) C-50よりC-50、C-50、C-50の接着性はアラジニング処理によるものより劣る。アラジニング処理によるものは時間経過と共に劣化する。アラジニング処理によるものは施工初期の接着性は良好である。	アラジニングによって接着性は低下する。(C-90とC-90の比較)
	タフコート	特に斜め切断の場合、交通による早期のアラジニング処理の開始ができれば、現場にはジョイント部の増大(石版の増大)の交通による荷重がかかる可能性がある。施工時に十分な荷重がかかるように配慮が必要である。また切断面処理についても検討が必要である。交通の荷重による破壊はヒンジ処理によるものはアラジニングによるものより劣る可能性がある。	
切断面処理	アラジニング	接着性は人と見分けがたい。アラジニングは施工初期の接着性は良好である(C-50、C-50比較)	接着性は人と見分けがたい。アラジニングは施工初期の接着性は良好である(C-90とC-90の比較)
	アラジニングとタフコート	接着強度の増加という点から接着性の増加であり、応力伝達性能の基本的な改善効果は期待できる。	アラジニングとタフコートの組み合わせは良好な結果を示している。
	アラジニングとタフコートの併用	アラジニングは施工初期の接着性は良好である。タフコートの併用は施工初期の接着性を低下させる可能性がある。	アラジニングとタフコートの併用は良好な結果を示している。
処理	ヒンジ	接着性は人と見分けがたい	接着性は人と見分けがたい
	ヒンジとアラジニング	過度なヒンジ処理は接着面のアラジニングの硬化を生ずる恐れあり。適切なヒンジ処理は必要である。	

表-2 結果の考察

58. 路面整正機の開発について

建設省中国地方建設局 星野日吉、益本 珪、佐々木 輝夫

まえがき

交通荷重によって合線の流動やすり減りを起したアスファルト路面の補修工法には、従来から行われているヒータプレーナ工法や最近舗装版の全面はぎ取り用として開発された大形切削機による常温切削工法があるが、一般の国道維持作業では、路肩側の小規模切削いわゆるゴブ状不陸整正を対象として、現在する作業箇所が交通開放しながら行われる場合が多い。そこで、作業占有幅が小さく、作業段取りや移動回送が容易で、通行車両の安全確保等に対処できるものとして常温切削方式の路面整正機を製作した。なお、本機には「路面切削」以外に路面のすべりに対する「粗面成形」及び「ライン消し」機能を付加して汎用性のある機械としている。(図-1. 路面整正機概略図)

1. 開発に当たっての基礎実験

本機の製作諸元を検討するためにドラムカッタ方式ではほぼ実物に近いカッタ模型を用い、現道上で切削実験を行った。

実験に当たっては、「切削能率」(1分間/PS当りの切削量)を導入し、カッタ周速、作業速度、切削深さ、切削反力、カッタ回転方向等とこれらの関係について測定解析を行った。

実験の結果得られた主な点は次のとおりである。

- (1) 現道における切削能率は、 $8.00 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{PS}$ である。
- (2) ドラム回転速度は、200 rpm前後が最も能率がよい。
- (3) 回転方向では、アップカット方式が40~60%切削能率が高い。
- (4) 機械重量が軽い場合、浮上り防止の点からアップカット方式が望ましい。

2 機械の概要

本機は、 ψ^t 積トラックシャーシに作業用機関、ドラムカッタ形作業装置及び散水タンクを架装したもので、主要諸元を表-1に示す。

構造上の主な特徴は次のとおりである。

- (1) ベースマシンは ψ^t 積標準シャーシに低速作業用副変速機(4 m^3/min)を装備しているもので、小形であり、作業速度の選択幅が大きい。
- (2) 各作業用カッタドラムは、現場作業員が取替えできる構造とした。
- (3) カッタドラムの横断不陸追従装置を装備しており、その操作も誘導作業員によるリモコン操作が可能である。
- (4) カッタの冷却、防じん用で散水幅可変の散水装置をもっている。
- (5) 作業装置操作用の安全ロック、通話装置を設けている。

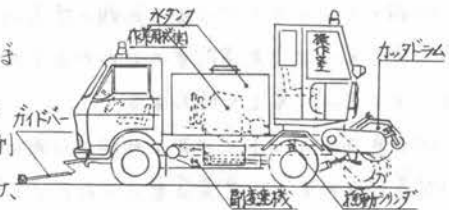


図-1 路面整正機概略図

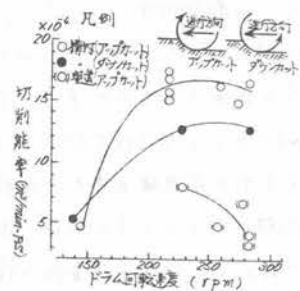


図-2 ドラム回転速度と切削能率の関係

表-1 主要諸元表

性	作業幅(速度(幅切))	0.7 × 4	m^2/min
	・ (ライン消し)	0.4 × 16	m^2/min
能	・ (粗面成形)	1.1 × 40	m^2/min
	切削深さ(幅切)	15 mm	
最高走行速度	最高走行速度	80 km/h	
	全長×全幅×全高	5.16 × 3.88 × 2.8	$\text{m} \times \text{m} \times \text{m}$
重量	車両総重量	6,000 kg	
出力	走行用機関	81 / 9,600	PS / rpm
	作業用機関	71 / 2,900	PS / rpm
カッタ	形式	板条(幅切)	60枚
	・ (ライン消し)	丸ノコ(幅切)	165枚
・ (粗面成形)	・	250	枚

3. 施工性と作業能力

(1) 施工能力等

今回の発表に用いた資料は、本機の製作後試運転を行った程度の実績であり、路面温度も2月中旬から下旬の最も低い時期のものであるが、施工能力、施工単価、諸使用材料等についてまとめた結果を表-2に示す。

表-2 施工能力等

工種	施工能力 ⁽¹⁾	施工単価 ⁽²⁾	水使用量	スラッジ量	備考
路面切削	70.5 ^{m²/R}	4.00 ^{R/m²}	1.22 ^{m³/100m²}	0.8 ^{m³/100m²}	①正機前総合的 ②49年度以前無
ライン消し	324 ^{m/R}	160 ^{R/m}	1.76 ^{m³/km}	1.74 ^{m³/km}	①能力 ②49年度以前無
粗面成形	600 ^{m²/R}	110 ^{R/m²}	0.86 ^{m³/100m²}	—	49年度以前無

(2) 組合せ機械と労力

路面切削とライン消し作業は、スラッジを人力積込、ダンプ捨土とする作業形態とし、粗面成形作業では散水車で洗い流すことを標準の工法とした場合、表-3の組合せ機械及び労力配置となる。なお、散水に必要な水は路面整形機本体で確保するものとした。

表-3 組合せ機械と労力

工種	組合せ機械		労力 (人)				計
	ダンプ積込車	その他	整形機	ダンプ	散水車	総務	
路面切削	○	×	2	1	—	5	8
ライン消し	○	×	2	1	—	5	8
粗面成形	×	○	2	—	1	2	5

(3) カッタ寿命の予測

カッタチップは鉱山用超硬チップ (JIS M 0916-E3) を使用しているが、これまでの実績からカッタ寿命を予測すると表-4のとおりである。なお、この数値は年間の最低気温のもので、路面温度の上昇による寿命の伸びは期待できる。

表-4 カッタの諸元と寿命推定結果

用途別	チップ諸元			推定実績		1/年の寿命
	長さ	幅	厚	片取量	片取数	
路面切削	24	12	7	2.5	4.526	2,700
ライン消し	14	12	7	2.5	1.403	2,900
粗面成形	14	6	7	—	—	10,000 (2.5年度実績)

(4) 路面温度と施工性

本機による作業動力の実測を試みたが、路面温度と施工性に関する資料として図-3の結果を得た。合機の種類による違いも考えられるが、温度の影響が顕著であり、40℃前後と5℃では約40%の能率低下となっている。

本機の場合、温度低下ともなっており、くい込み量の減少となって現れているが、カッタチップの折損、損耗度と温度との関係については資料が少なく不明である。

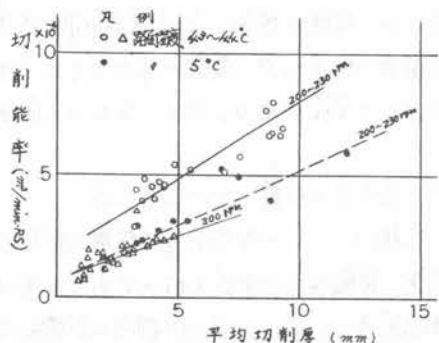


図-3 路面温度と切削能率の関係

4. 尚懸点

本機の本格的な稼働は50年度から予定しており、これらの結果を待たなければならないが、これまでの使用実績からは、①作業時の騒音がかなり高い、②スラッジ収集積込の機械化を図る必要がある、③路面温度と施工性の関係を十分把握し、作業方法に関する指針を作成する必要がある、④切削幅は少なくとも1m程度ほしい、等の尚懸点が考えられる。

あとがき

以上、49年度に開発した路面整形機の概要についてとりまとめたが、工法及び性能的にもほぼ初期の目的は達成できたものと考えている。本年度以降も途次調査を続け、前述の尚懸点の解決を図り、現場に十分応用できる機械に仕上げたいと考えている。

59. 立軸ロータリー除雪車について

料学技術 雪害実験研究所 青木 鉄朗 小林 俊市

1. まえがき

冬期周、一般道路の除雪対策が進むにつれて交通が活発となり、歩道や狭い街路の除雪が問題と成ってきた。これらの雪処理工法として、人力除雪、機械除雪、消融雪工法等が考えられるが、現在機械除雪が経済的にも最も良工法である。歩道や狭い街路等の狭路部分の機械除雪工法には、現有大型除雪装置を小型化したハンドガイドタイプ及び若葉式タイプとし尺ものが一部使用されているが、対象となる雪の量、雪質の相違、対象道路条件等により、まだ問題点が多い。ここに狭路部分の除雪を目的とした立軸タイプの除雪装置を開発・試作したので、その概要及び性能をのべる。

2. 開発の経過

図-1に示すように、オーガ軸を立型とした場合に横型と比べて、装置取付長さ(A)を小さくして、オーガ装置を縦方向(B)を大きくとることができるから、装置長さを小さくして深い除雪が可能となり、雪がある程度堆積した状態でも作業を行うことが可能である。また、硬度度が大きくなると、車両重量分布にも関係するが、横軸の場合にオーガ先端部にかかる上向力により、除雪装置が浮上するが、縦軸にすることによりこの上向力を小さくすることが可能であると考え、以上の2点を主目的として立軸タイプの除雪装置を開発・試作した。

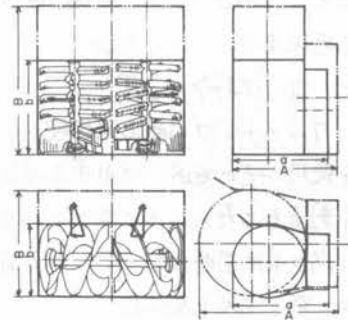


図-1 形状による相違

図-1に示すように、オーガ軸を立型とした場合に横型と比べて、装置取付長さ(A)を小さくして、オーガ装置を縦方向(B)を大きくとることができるから、装置長さを小さくして深い除雪が可能となり、雪がある程度堆積した状態でも作業を行うことが可能である。また、硬度度が大きくなると、車両重量分布にも関係するが、横軸の場合にオーガ先端部にかかる上向力により、除雪装置が浮上するが、縦軸にすることによりこの上向力を小さくすることが可能であると考え、以上の2点を主目的として立軸タイプの除雪装置を開発・試作した。

3. 試作車の仕様および試験方法

立軸ロータリー除雪装置の試験に使用した車の仕様は表-1に示す。なお、車輛は全油圧式となっており、オーガ、ブロワ回転、装置の上下、走行とそれぞれ独立して操作が出来る。また、オーガ部分を取替えて横軸タイプの試験にも使用可能な構造となっている。試験は、試験道路(20m幅)に堆積した雪を人力にて除雪高を一定とした20mコースで行ない除雪速度、オーガのブロワ回転数を変化させて、同時記録による

除雪装置の除雪能力、作業性等の調査をした。

なお、参考として同実験車に横軸オーガを装着した場合の試験データも併記して比較検討した。

立軸ロータリー除雪車仕様		(除雪装置)	
(主機部分)		(オーガ部分)	
全長	3900mm	幅	1200mm
全高	1260mm	幅×長さ×高さ	600×1500×2200mm
重量	2200kg	レベリング	2/2mm
エンジン	1000cc	レベリング	100mm
除雪装置	0~5mm	駆動方式	油圧式
全油圧装置	2770kg	駆動方式	油圧式
作業速度	1/90	駆動方式	油圧式
(その他)		(その他)	
エンジン	1000cc	駆動方式	油圧式
全油圧装置	2770kg	駆動方式	油圧式
エンジン	1000cc	駆動方式	油圧式
全油圧装置	2770kg	駆動方式	油圧式

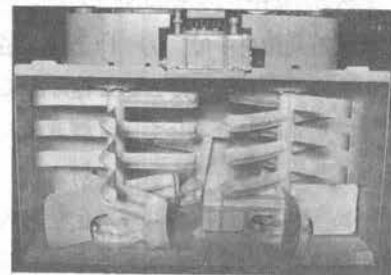


写真-1. 立軸オーガ前部

表-1. 試験車の仕様表

4. 試験結果と考察

4-1. 作業能率 (t/ps・h)

除雪機械の能力表示である作業能率について図-2に示す。この時の動力は、オーガとブロー出力を加算したものであり、動力効率曲線図も併記した。オーガ形状が横軸型はリボンスクリーユ式に対して、今回の縦軸型はレーキタイプであり雪の送り方に相違があるので、相当なバラツキが見られる。

さらに雪においては0.5~1.0 t/ps・hと大きい値を示し、これをさらに除雪速度別に分けて検討すると、作業能率は同一ブロー周速度に対して除雪速度が低い方が大きい。

4-2. 除雪断面積当り軸円周力 (kg/cm²)

オーガ部に消費される軸円周力を作業断面積で除いたものを図-3に示す。抵抗値はオーガのくい込み量にほぼ直線的に増加する。さらに雪(ρ=0.43)においては、横軸と比して約3×10⁻³ kg/cm²程度の低い値を示したが、しまり雪(ρ=0.28)についてはバラツキが見られる。

4-3. 除雪比抵抗 (R) (kg/cm²)

R(除雪装置前面抵抗/除雪断面積)と除雪速度の関係を図-4に示す。オーガ回転数(40~160rpm)において、さらに雪の場合のRは横軸型が1.85倍であり、全体的には2倍程度となっている。両者に差が生ずる理由は、横軸型はリボンスクリーユ式であること、立軸はオーガケースの側面と雪壁の間に摩擦抵抗が生ずることなどによると考えられる。また除雪時の前面抵抗に消費される出力(PS = F・V/270, F=AR 車両の走行出力は含まず)を計算すると図に示す曲線となり、除雪速度に比例して大きくなるが、車両の搭載機関出力により除雪量が限定されるので除雪断面積と速度は反比例の関係となる。ここで立軸型が横軸型に比べて除雪抵抗値が大きても、低速で全断面作業において走行に消費される出力は1.5~2.5psとなり、全消費出力から見ると問題とはならないが、除雪高さを小さくして作業速度を大きくしたい場合の作業に影響が大きい。

5. まとめ

- (1) 立軸型の除雪能率は2スレッジ横軸型と大略同等である。
- (2) 除雪比抵抗は横軸型の約2倍である。
- (3) 狭路深部分の除雪には特に大きな問題は無いと考えられる。
- (4) 構造上、オーガ軸受部がオーガケース下部にあるので、ケース下部のエッジ部分の雪のくい込みが悪く、装置が浮上る傾向にあるのでこの点の改良の要がある。

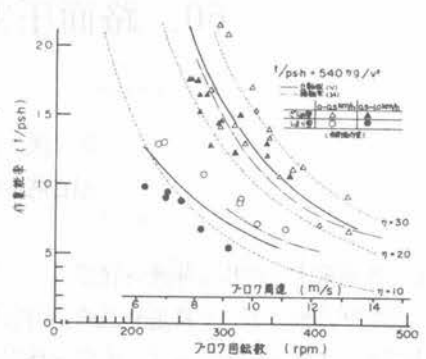


図-2 ブロー周速と作業能率

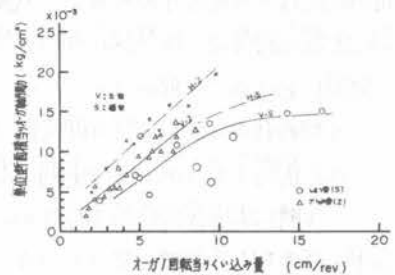


図-3 オーガのくい込み量とオーガ単位断面積当り軸円周力

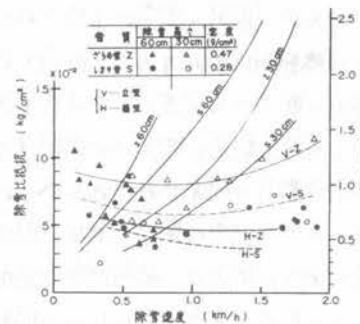


図-4 除雪速度と除雪比抵抗値

60. 路面圧雪除去の機械化について

北陸地方建設局 高橋 岩一 栗原 敦巳
 国立防災科学技術センター 栗山 弘

1. 圧雪除去の現状と開発の経緯

積雪寒冷地において夜間低温時に降雪量と交通量の増加に伴い道路上に圧雪が生成される。圧雪は昼間気温の上昇と共に軟化し路面の状況は一層悪化するもので、気温が 0°C から 10°C に上昇する間に圧雪の硬度は 150kg/cm^2 から 50kg/cm^2 に低下する。気温と硬度の相関におけるこの種のパターンは、北陸地方建設局管内ではしばしば現われる。また圧雪の硬度が 50kg/cm^2 以下になると路面はざくねに状態が軟らかくなり車両の走行性が極度に落ち、更にこのような時に圧雪除去作業を行うと、作業の阻害も加わって交通渋滞をひきおこす原因となっている。圧雪の防止及び除去方法は現在までロードヒーティング、消雪パイプ、薬前処理等が試みられているが、現実には圧雪が生成された場合、それを早急に除去するには機械的に破砕することが最も効果的と云える。

機械的に除去する方法としては従来の除雪グレーダーの土工板エッジを鋸型、鋸型に切尺、いま切削する方法やタインロータリー式氷板破砕機等の開発がなされてきたが、いずれも破砕能力、施工速度の面で十分な効果が期待出来ない現状であった。

開発に関する調査は、圧雪切削や路面の整正、氷板の破砕など多岐に亘ったが、その中で特に一つ開発の自信を深めるものとして、氷板の一翼に強い力を加えるとその周辺がかなり大規模に割れる現象や路面の固い圧雪や氷取についても類似の現象が起きたことである。圧雪を除去する機械として、圧雪を研きやすいノミ型の刃に強い押付力と推進力を与えて任意の厚さを連続的に破砕することを考案した。その刃の型状を図-1に示す。この刃を用いて圧雪を破砕する場合圧雪の性状により差はあるが破砕片は刃中の数倍の大きさを刃先が持たないとこうまで破砕に及んでいない。

かかる成果を得て、新機種製作の運びとなり、昭和47年度に着手に、従来の各種プレートと新機種の破砕刃と処理能力を比較した場合、ノミ型破砕刃による処理は硬い圧雪にあいも十分に処理できる事が図-2に於いて理解できる。



写真-1 圧雪除去車

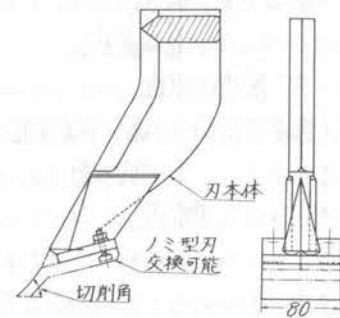


図-1 破砕刃とツース構造図

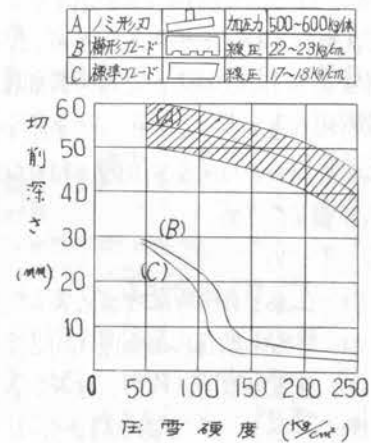


図-2 圧雪硬度と刃削能力

2. 実用機のベースマシン

ノミ型刃の効果と圧雪除去車の開発にとり入れ、ツースブロッフにノミ本のノミ型刃を並列に保持し強力な押付力と推進力とを与へる機構とした。ベースマシンは次の理由から市販のモーターブレードとし、ツースブロッフはスクリファイヤの位置にとりつけ、ブレードはそのまま利用することとした。

- ① 必要の押付力と推進力(附加荷重)を前後輪に装置できる。
- ② 圧雪除去は路面整正作業の一種で、この種の作業にはモーターブレードが適している。
- ③ 破砕片は路上に放置できないので、ブレードで路側に排除するワンパス作業が可能で、作業の効率化、省力化が期待できる。
- ④ 市販機械の利用で多額の開発費と日時を節減できる。

モーターブレードの機種は国産最大級の小松GD40型とし、前後輪の附加荷重は車両制限令に定める限度内に納めた。エンジン出力はパワートレーンを大改造しない範囲で、スタンダードの定格165psから200psにパワーアップすることとした。

3. 圧雪除去車の性能

昭和47年度製作の圧雪除去車200psの仕様は表-1に示す。また性能試験の結果をまとめると次のとおりである。

- ① 開発の目的で、硬度150^{kg/cm²}の圧雪除去は破砕刃単独作業で90%ブレード併用で50%の速度は可能である。硬度が100^{kg/cm²}になると除去量は約40%増加する。仮にブレード併用で計画の2倍の150^{kg/cm²}で10%とすれば必要出力は400psとなり適当なベースマシンがない。

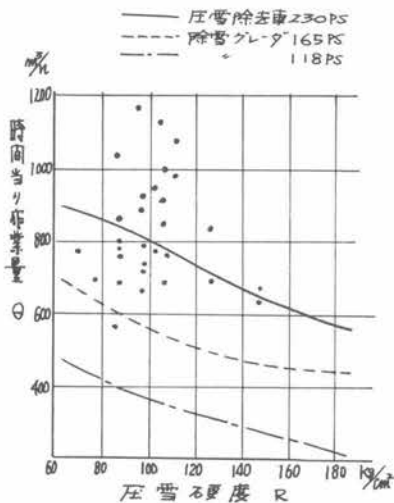


図-3 圧雪硬度 除雪能力(押付750%)

- ② ブレード併用の圧雪の破砕整正とワンパスで行なう場合の作業量は、ブレードによる切削整正のそれより100~150%で2~6倍である。しかし50%附近では、両者の作業能力はほぼ等しくなる。

- ③ 時間当り作業能力は、他の機種と比較すると、除去能力は圧雪硬度100^{kg/cm²}で除雪ブレード-165ps及び118psでそれぞれ1.4倍及び1.8倍の能力を有する。(参照図3)

- ④ ワンパス作業で速度が小さいと、ブレード面の破砕片の移動が悪くなり多量の雪がブレード前面にたまる。雪の流れをよくするために作業速度10%以上が必要である。

- ⑤ 除去された破砕片を路側に推積すると、その底面が車道を狭める。従って路側余裕幅のある道路構造が圧雪対策上からも必要となる。

表-1

形式	G-280LC形
車両総重量	19300Kg
全長	8580mm
全幅	2460mm
全高	3465mm
性能	
圧雪除去幅	2800mm
切削深さ(圧雪硬度150Kg/cm ²)	50mm
作業速度	9Km/h(破砕刃ブレード併用作業)
機関	
名称	小松カミンズNTO-6-CI
定格回転速度	2000rpm
定格出力	290PS
最大トルク	94Kgm (1500rpm)
圧雪除去装置	
形式	ノミ形両端折たたみ式
除去装置幅	作業時2800mm 回送時2100mm
破砕刃本数×間隔	12×約250mm
チルト量	左側士 200mm
操作機構	油圧式
破砕刃荷重	3100Kg(675Kg/本)
刃先材質	SNC2種(焼入れ)
ブレード装置	
寸法(長さ×高さ×厚さ)	8970mm×520mm×12mm
荷重	11500Kg(2922Kg/m)