

昭和62年度

建設機械と施工法シンポジウム

論 文 集

昭和62年10月15～16日

東京・船の科学館

社団法人 日本建設機械化協会

昭和62年度

「建設機械と施工法シンポジウム」論文集

目 次

*印 口述発表者

【舗装機械と施工法】

1. オシレトリローラの導入について……………日本舗道(株)：佐藤辰郎… 2
2. 再生アスファルト混合所用二重ドラムドライヤ
……………日本舗道(株)：*後町知宏, 山辺生雅… 6
3. 自動車テストコースの施工機械……………鹿島建設(株)：矢沢正行
鹿島道路(株)：福川光男, *山口達也… 10
4. 新しい振動締固め機の開発
……………前田建設工業(株)：*小川朗二, 渡部 正, 山田一守… 14

【維持用およびその他機械と施工法】

5. 建設技術の共同開発と技術活用パイロット事業について
……………建設省関東技術事務所：成田保三… 18
6. 路面性状自動計測装置について……………(株)小松製作所：菊地輝純, *高木公彦… 22
7. 建設機械施工管理システムの開発……………建設省土木研究所：村松敏光,
建設省北陸地方建設局：宮島 実,
建設省北陸技術事務所：*穂苅正昭… 26
8. 多車線道路用除雪機械の開発と施工について
……………建設省北陸地方建設局：羽賀清治,
建設省高田工事事務所：武藤和宏, *上村 弘… 30
9. ダムの流木・塵埃処理に関する調査試験……………建設省関東技術事務所：小河義文… 34
10. 高速道路床版コンクリート調査ロボットの研究……………(株)銭高組：岡崎 登… 38

【シールド・トンネル工専用機械と施工法】

11. 気・液反応グラウト用混合機……………三信建設工業(株)：*佐藤 武，工藤公生… 42
12. 高水圧対抗シールド工法の開発……………(株)奥村組：脇田恒夫，*畑山栄一… 46
13. 大断面シールドにおける掘進管理について
……………前田建設工業(株)：星野晃次，北川滋樹，*中川富夫… 50
14. シールド裏込め注入（HUC）工法の開発……………(株)間 組：*配野 均，志野和巳… 54
15. 鉄道営業線劣化トンネルのコンクリート吹付補修機械装置
……………東急建設(株)：*中島敏男，伊藤嘉和… 58

【基礎工専用機械と施工法】

16. 捨石層のある海域における基礎杭の施工実績
……………鹿島建設(株)：*篠原 望，水野正彦… 62
17. ドリルビット用超硬合金の岩石に対する摩耗特性
……………愛媛大学：室 達朗，河原荘一郎，*渡辺公浩… 66
18. 騒音対策型大型ブレーカの開発……………建設省淀川工事事務所：野口弘一，
建設省近畿技術事務所：*横江重行
日立建機(株)：秋谷英雄… 70

【土工・コンクリート機械と施工法】

19. インパクトリッパの開発について……………新キャタピラー三菱(株)：益弘昌幸… 74
20. トラックタイプローダ多機能車の開発
……………新キャタピラー三菱(株)：小田部喜三郎， 森田 出
*佐藤孝行… 78
21. リーチローダの開発……………小松メック(株)：*矢野武久，滝田 幸… 82
22. コンクリート製品据付機の開発……………小松ゼノア(株)：*土井初治，福田正次… 86
23. 低スランプ生コン用コンクリートポンプの開発
……………石川島建機(株)：大村高慶，*安間孝之… 90

【自動化機械と施工法】

24. 橋梁塗装の自動化……………建設省関東技術事務所：*唐沢則次，高山和法… 94
25. レーザーポジショナーを用いた建設機械の自動化・ロボット化
……………鹿島建設(株)：三尾興平，*越智達之… 98
26. 遠隔脱索吊り金具の開発……………吉永機械(株)：池永憲明… 102
27. ダムコンクリート用骨材生産プラントの自動運転
……………(株)間 組：*志野和巳，畠山 修，長谷幸一… 106
28. 鉄骨建方工事の自動化の研究開発……………(株)大林組：中村俊男，*国本 勇… 110

1. オシレートリローラの導入について

日本舗道(株)：佐藤 辰郎

1. はじめに

我國の締固め機械は、静荷重を主とした鉄輪ローラ、静荷重とニーディング作用（こねかえし）を利用したタイヤローラに続いて、振動ローラが導入され、現在は、4～8七級振動ローラと、15七級タイヤローラが主となり、10～15七級振動ローラ、25七級タイヤローラ、10七級鉄輪ローラ等が必要に応じ使用されている。しかし、振動ローラの増加は、市街地の工事において振動公害の問題を生じ、その使用範囲、使用方法等に制限が加えられている。そこで、振動締固めを活用するべく対策を検討中のところ、ゼオ ダイナミック社（スウェーデン）が開発し、ハム社（西独）が製造、販売している水平方向の振動を主とした、オシレートリ振動ローラの性能試験を実施する機械を得たので、その概要を報告する。

2. 特長

メーカーが提唱している本機の特長は次のとおりである。

1) 主な仕様

総重量	8,480kg (水バラスト含)
全長、全幅、全高	5,085、2,075、2,750 mm
エンジン出力	70PS / 2,500 R.P.M.
走行速度	低速：0～8、高速：0～17 km/h
振動輪（鉄輪）	静荷重；4,580kg、振動数；（低）0～30、（高）0～50Hz 径、幅；1,300φ、1,900 mm 線圧；24 kg/cm
駆動輪（空気タイヤ）	輪荷重；1,950kg x 2

2) 従来の振動ローラは、上下に振動する鉄輪が、転圧面から瞬間はなれるのに対し、本機は常時転圧面に接し、効率よく、転圧する材料に振動を伝えるので、エネルギーのロスが少ない。

3) 車体に伝わる振動が少ないので、オペレータの疲労が少ない。

4) 鉄輪は主に水平方向に振動し、その為、転圧する材料に剪断力を伝えることで締固めが行なわれる。（ニーディング作用に似ている。）

5) 転圧面に大きな衝撃を加えないので、砕石などを破碎することが少ない。

6) 振動は主に機械の前後方向に伝播し、道路の周辺への伝播が少ない。

3. 性能試験

3-1 試験項目

(1) 本体の性能に関する測定

1) 重量、2) 車速、3) 振動加速度、振幅、振動数の関係、4) 騒音

5) 振動装置の油圧 6) 周辺の振動レベル

(2) 締固め性能に関する測定

土中の土粒子の挙動を調べる目的で、ほぼ単一粒度の研砂を敷均したテストピット内で次の試験を行なった。

1) 転圧回数と沈下量 2) 土圧及び土中加速度

次に試験ヤードにおいて、アスファルトフィニッシャーで厚さ約6cmに敷均した密粒アスファルトコンクリート(13mm)の締固め度の測定を行なった。

3-2. 試験結果

1) 重量及び車速の測定結果は、前述の仕様と略同一であった。2) 騒音測定結果を表-1に示す。計測器はR10N-NA60精密騒音計を使用した。3) 振動加速度、振幅、振動数の関係の測定結果を図-1、図-2、表-2に示す。計測器は、共和電業製UPM-6型動歪み測定器、同WR310リニアコーダを使用した。

測定位置	車体中心からの距離(m)		
	7	15	直近走行時
右	81 (2,500)	75 (2,500)	83 (2,500)
左	79 (")	73 (")	76 (2,000)
前	82 (")	76 (")	
後	72 (")	68 (")	
オペレータ耳元	83 (2,500)		79 (2,000)

単位: dB(A)
() は、エンジン回転数rpmを示す。

表-1 騒音

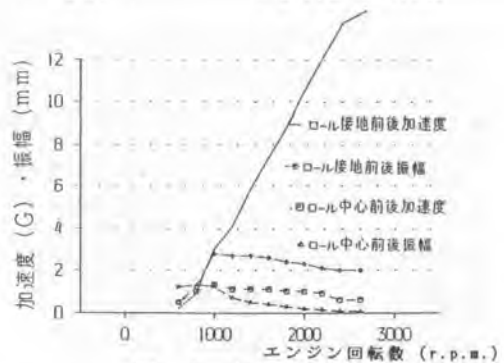


図-1 加速度、振幅

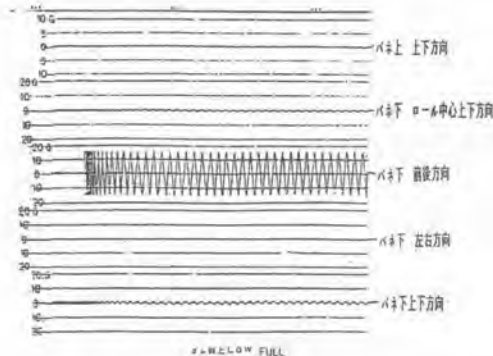


図-2 振動加速度

4) 振動装置の油圧は、振動Loモードのとき 180 kg/cm^2 、同Hiモードのとき 220 kg/cm^2 であった。

5) 周辺の振動レベルの測定結果を表-3に示す。

測定条件		空中		ゴム板上		コンクリート版上	
振動モード		Hi	Lo	Hi	Lo	Hi	Lo
振動数 Hz		39.8	29.6	43.9	29.6	42.6	29.6
加速度 (G)	ロール接地点前後方向	11.0	6.4	15.3	8.3	13.0	6.8
	ロール中心前後方向	0.25	0.02	0.60	0.80	2.00	1.40
振幅 (mm)	ロール接地点前後方向	1.70	1.80	2.00	2.40	1.80	1.90
	ロール中心前後方向	0.04	0.01	0.08	0.20	0.30	0.40

表-2 振動数、振幅、加速度の関係

測定モード	測定方位	振動モード	側方			前方		
			3m	5m	7m	3m	5m	7m
VAL	左右	H	69.0	63.0	65.0	73.5	67.0	71.5
		L	68.5	67.5	51.5	73.5	71.5	69.0
	前後	H	76.0	72.0	68.0	85.5	77.0	70.0
		L	75.5	75.5	72.5	78.5	62.0	66.0
	上下	H	69.0	72.0	64.5	84.5	80.0	80.5
		L	71.0	78.5	79.5	88.0	84.5	79.5
VAL	左右	H	93.0	86.0	82.5	96.5	90.5	95.0
		L	93.5	94.0	80.0	103.0	96.5	93.0
	前後	H	97.5	93.5	89.0	107.5	99.0	92.0
		L	105.0	99.5	96.0	103.0	86.0	90.0
	上下	H	84.5	85.0	78.0	101.5	93.5	94.5
		L	88.0	93.0	94.5	104.5	99.0	93.0

表-3 振動レベル 単位: dB

(2) 締固め性能

1) 砕砂 (30cm厚) を締固めたとき、その沈下量と転圧回数との関係を図-3に示す。

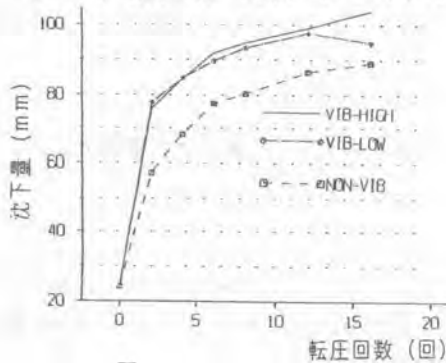


図-3 転圧回数と沈下量

ローラの種類	振動数 (rpm)	密度 g/cm ³	締固め度 %	コアの厚さ mm
オシレトリローラ	0	2.204	93.6	51
同上	1,320	2.263	96.1	63
同上	1,806	2.272	96.5	66
同上	2,640	2.263	96.1	61
10t振動ローラ	0	2.225	94.4	57
同上	2,400	2.264	96.1	60

表-4 密粒アスファルトコンクリート (13mm) の締固め度

2) 密粒アスファルトコンクリート (13mm) の締固め度の測定結果を表-4に示す。アスファルトフィニッシャーで敷均した混合物は、120~130℃の温度にて、本ローラで転圧した後、コアを採取し、密度を測定した。初期転圧として無振で2回通過させ、次に表-4に示す振動数で各々4回転圧した。この混合物のマッシュ試験による基準密度は、2.355 g/cm³である。

3) 図-4に示すとおり、測定器を砕砂中に配置し、

転圧時発生する土圧及び土中加速度を測定した。

計測器は次に示すものを使用した。

動歪み測定器：共和電業DPM-6H

リニアコーダ：共和電業WR 3101

加速度変換器：共和電業AS 10B

土圧計

データレコーダ：TEAC MR30R71

土圧は、ローラの前後と上下方向、加速度は、上下と左右方向について測定した。各々の測定データを図-5に示す。

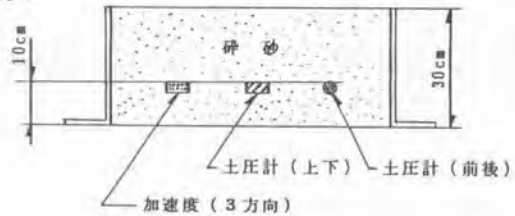


図-4 測定器の配置

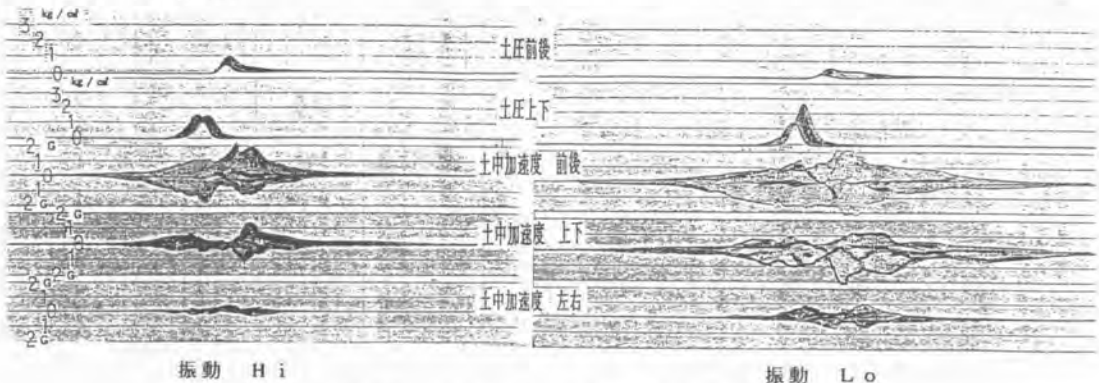


図-5 土圧及び加速度の測定データ

4. 考 察

- (1) 本機の騒音(表-1)の4方向エネルギー平均値は80.0 dB(A)で、建設省低騒音型の基準値78 dB(A)より高いが、空冷エンジン音が主である為、低騒音型の為の対策は可能である。
- (2) 表-2及び図-2は、機械の進行方向に対し、ロールの前後の加速度が極めて大きく、左右は微小であることを示しており、又、図-5においてエ中加速度は、やはり左右方向が微小となっていることから、従来の振動ローラが、機械を中心として全周に同程度の振動が伝播されるのに対し、オシレートリーローラの振動伝播は、前後に大きく、左右に小さいので、道路上で使用する場合、軟弱地盤上においても、振動公害の発生が少ないことが予想される。
又、公害振動レベルの測定値(表-3)より、ロールの側方及び前方の振動レベルを同一距離で比較すると、各方向で側方よりも前後方向の振動レベルが、5~15 dB高い。これは、同クラスの従来の振動ローラの振動レベルと比較すると、側方向は5~10 dB低いことを意味している。
- (3) 垂直振動による締固めは、共振説、繰返し載荷説などで説明されているが、水平振動による締固めは、振動作用により土の摩擦抵抗が急激に減少し、剪断抵抗が低下する結果、圧縮抵抗が極少となり、小さな土圧でも容易に圧密が行われ、本機の場合、図-5に示すとおり、水平振動はロールの前後に広範囲に作用しているので、締固めが効果的に行われ、うかがえる。
- (4) 図-1において、振動数と振幅の関係は、エンジン回転数が1,500 rpmを超えると一定となり、又、振幅は、従来の振動ローラの2~3倍となっていることが大きな特徴で、この振幅の大きさは締固められる材料の状態と密接な関係がある。振幅が大きい場合、締固めが進んだ表層において5回以上転圧すると、逆に締固められた層が弛む傾向が見られ、この試験の場合、振幅2 mm、4回転圧が、最も締固め効果が大きいとの結果が得られたが、今後更に、実験により追跡する必要がある。
- (5) アスファルト舗装の転圧においては、表-4に示すとおり、10セ振動ローラと略、同程度の締固め効果が得られ、4回転圧で所要の密度を得ることが出来た。表面は(4)で説明したと同様の傾向が見られるので、振動数と振幅の関係、転圧回数等について、今後更に検討する必要がある。
- (6) 図-5において、土圧及びエ中加速度は、振動L₀、H₁共に全体的には似たパターンであるが、細部では転圧回数ごとに異なり、土中の振動の状況は複雑であることを示し、図-2のロールの動きに対応し、加速度は、左右方向が小さく、前後が大きくなっている。振動の影響範囲は振動L₀で約4 m、H₁で2 mとなっており、土圧の変動は、従来の振動ローラと同様に前後方向に比べ上下方向が大きい。又、土圧及びエ中加速度が大きいほど、締固め密度は上昇することが、従来の振動ローラで確かめられており、オシレートリーローラも同様と考えられる。

5. ま と め

性能試験の結果、オシレートリーローラの特長は、1)側方への振動伝播が小さい為、構造物の直近まで転圧でき、又、周辺に害を与えないこと、2)振動エネルギーが締固めに効率良く使用されるので、エンジン出力が減少すること、3)締固め効果は他の振動ローラと、略同一であること等で、振動ローラの使用が問題となる立地条件の工事に使用すると効果があり、又、その締固め特性を利用して、従来の締固めがむずかしいとされている材料の転圧に使用することを検討したい。

2. 再生アスファルト混合所用二重ドラムドライヤ

日本舗道(株)：*後町 知宏・山辺 生雅

1. まえがき

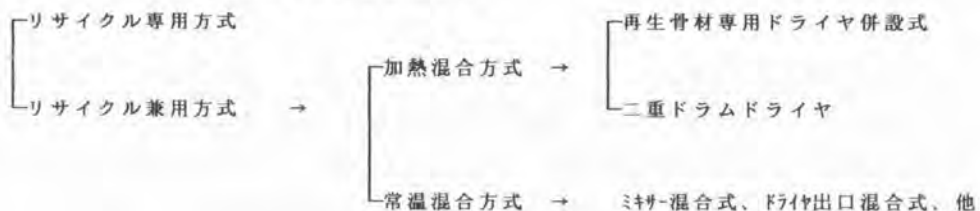
道路舗装は今や維持修繕の時代に入り、それにともなって舗装廃材の発生量も年々増加している。これらの舗装廃材の再生利用技術は、省資源、省エネルギーの見地と合まって、最近長足の進歩をとげている。アスファルト舗装再生利用技術は、その再生利用される場所により、(1) 再生アスファルト混合所方式と、(2) 路上表層再生方式とに大別される。各々の方式の再生利用技術指針(案)作りは日本道路協会に於て行なわれており、(1) については既に59年に発行され、(2) については63年に発行が予想されている。技術指針(案)の発行に併い、(1) の方式は急激に一般に普及し、多くの再生加熱アスファルト混合物が生産されるようになって来ている。

本報告は再生加熱アスファルト混合物を生産する新しい方式として、従来よりも効率的でコンパクトな装置として開発した二重ドラムドライヤについて紹介するものである。なお、当二重ドラムドライヤは、日本舗道(株)と(株)新潟鉄工所とで共同開発したものであり、関連する特許、実用新案6件を申請済みである。

2. 従来の問題点

再生加熱アスファルト混合物(以下リサイクル合材と言う)を生産する方式は、主として加熱混合方式の違いにより表-1のように分類される。

表-1. リサイクル合材生産方式による分類



(1) リサイクル専用方式

当方式は一般に、連続式のドラムミキシング式プラントであり、再生材の使用率の多い場合に使用され、アスファルト廃材が大量に発生する大都市周辺の再生アスファルト混合所に採用されている。しかしながら連続式であるため、多種類の合材生産には不向きで、合材サイロを複数併設する必要があること、又、ブルースモークが発生しやすいので公害防止設備が完備しなければならないこと等の問題がある。

(2) リサイクル兼用方式

当方式は同一の再生アスファルト混合所で、リサイクル合材と、通常の新規合材の両方を生産することが出来る方式で、バッチ式アスファルトプラントを使用しており、再生材の加熱、加熱方式により、加熱混合方式、常温混合方式に分類される。

①加熱混合方式 当方式は加熱した再生材をバッチ式プラントのミキサで加熱新骨材と混合

する方法であり、本報告の二重ドラムドライヤもこの方式に含まれる。従来はバッチ式プラントとは別に、リサイクル材専用のドライヤを併設し、リサイクル合材を生産していたが、新たにバーナ、ドライヤ、集塵装置等を設備しなければならず、スペース面、コスト面で問題があった。

②常温混合方式 当方式は常温の再生材と、バッチ式プラントのドライヤでスーパヒートされた新骨材とをミキサ等で混合し所定の温度のリサイクル合材を生産する方式であり設備的には再生材を供給する装置のみ設置すれば良く、設置スペース、コスト共にわずかで済み多くの再生アスファルト混合所で採用されている。しかし、常温の再生材を混入するため、20%以上の比率で混入するとリサイクル合材の温度低下が生じ、品質的に問題が生じ易い傾向があった。

以上の各方式の特徴をまとめると表-2の如く表せる。

3. 二重ドラムドライヤの概要

品質上優れている加熱混合方式で、設置スペース、コストを軽減するために、最も有効な方法として、バッチプラントのドライヤに再生材を加熱する機能を具備することが考えられ、それを可能にしたものが、当二重ドラムドライヤである。

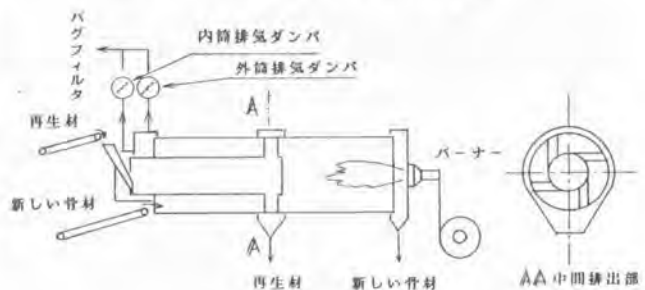
表-2 リサイクル合材生産方式の特徴

	合 品 質	再生材 混合比率	設置 スペース	設置 コスト
リサイクル専用方式 (センタープラント方式)	良	0 ~ 85%	大	大
リサイクルドライヤ 併設式	良	0 ~ 50%	中	中
常温混合方式 (コールドブレンド方式)	劣	0 ~ 20%	小	小
※二重ドラム ドライヤ方式	良	0 ~ 50%	小	小

3-1 構造

二重ドラムドライヤは、外筒と内筒の2本のドラムが2重筒となって構成されており、内筒は外筒に固定されて、外筒と一体で駆動モータにより回転する。加熱源であるバーナは1つで外筒のバーナ側で燃焼し、発生した熱風は

図-1 二重ドラムドライヤの構造



内筒と外筒に分配され、独自に排気コントロールされる。(内筒のバーナ側は開口となっているので再生材と熱風は向流方式にて熱交換される。)二重ドラムドライヤの構造は、図-1に示す通りである。内・外筒ともフライトと呼ばれる材料の掻き上げ羽根がついて

おり材料を回転の都度掻き上げ、熱交換し易くし、熱効率を高める。リサイクル合材を生産する場合は、内筒に再生材を投入し、外筒に新骨材を投入する。再生材は内筒内部で加熱され、外筒中間部に設けられた排出口から排出される。一方、新骨材は外筒のバーナ部端迄運ばれ、その間に、乾燥・加熱され、排出される。内筒

に入る熱風は、その前に新骨材との熱交換が行われるため、温度降下しており、再生材中のアスファルトの劣化等を防止している。

新骨材のみの加熱、即ち通常の新規合材生産の場合は、内筒にも新骨材を通し、内筒でも熱交換させると共に、内筒排出部下にあるフィーダを停止して骨材を溜めておき、内筒排出口を閉じることにより、外筒を通して来た材料と一体とし、外筒排出口より排出させる。合材工場に設置した実用機のフローの1例を示すと図-2の通りである。加熱された再生材はサジビンに貯蔵され、計量排出されたのち、残りの新骨材、所要のアスファルト及び軟化剤を添加して混合され、リサイクル合材として出荷される。

3-2 温度コントロール

内・外筒材料の加熱温度をコントロールするために、バーナの燃焼制御及び内・外筒各ダンパによる排気量制御を行っている。

(1) リサイクル合材生産の場合の制御

内筒の再生材温度及び外筒の新骨材再生骨材を混合した合材温度を設定し、再生材、新骨材

の実測定温度より実合材温度を常時演算し、上記設定合材温度に対するバーナ比例制御を行う。設定合材温度と実合材温度(演算温度)が合致しても、設定再生材温度と実測定再生材温度が合致しない場合には、内・外筒の排気ダンパを閉閉して、内・外筒通過熱風量を変化させることにより、設定温度へ近ずける。

(2) 新規合材生産の場合の制御

これは通常のアスファルトプラントのドライヤーと全く同じ制御で、外筒排出口の新骨材加熱温度を設定、実測定骨材加熱温度との間にバーナの比例制御を行う。以上は全て、制御盤に組込まれたコンピュータにより全自動で行なわれる。

図-2 実用機のフローの1例

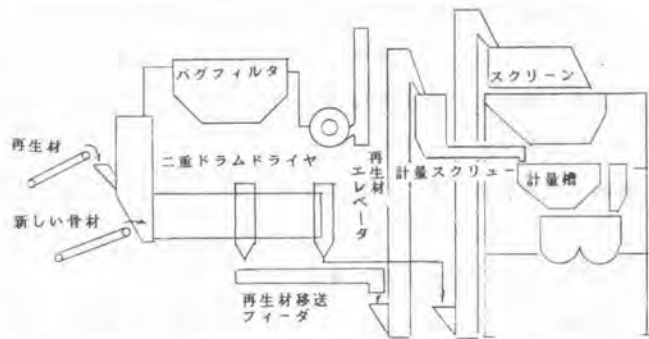


表-3 実用機仕様

		1T バッチプラント	1.5T バッチプラント
ドラム	寸法・角度 駆動方式 動力	2100φ X 8000 L 3° ドラムローラフリクション 7.5 kW X 4P 1/30 G.M	2500φ X 8000 L 3° 同左 15 kW X 4P 1/30 G.M
バーナ	型式 燃焼量 送風機	低騒音 10 SW型 バーナ 77 L/H 250 m³/min X 220 mmAq 15kW	低騒音 15 SW型 バーナ 1250 L/H 375 m³/min X 250 mmAq 30kW
排風機	風量・静圧・動力	450 m³/min X 250 mmAq 55kW	880 m³/min X 350 mmAq 75kW
能力	再生合材	65 T/H 新材 30 T/H (50%) 再生材 30 T/H (50%)	105 T/H 新材 50 T/H (50%) 再生材 50 T/H (50%)
	アスファルト合材	80 T/H 新材 75 T/H	120 T/H 新材 110 T/H

4. 実用機の運転状況

当社では既に、表-3の実用機を2ヶ所の合材工場に設置し、各々運転時間で400～500Hを経過し、順調に稼働している。現在迄に得られた、運転状況で、二重ドラムドライヤの特徴を、同じ加熱混合方式のリサイクルドライヤ併設式と比較すると、以下の通りである。

(1) 燃料消費量と熱効率

表-4 燃費比較

	ドライヤ名称	乾燥方式	効率	燃費	再生30%合材の燃費
リサイクル専用 ドライヤ併設式	アスファルトプラント用 ドライヤ	向流式	70～75%	8～9ℓ/T	8.5×70% 9.1ℓ/T
	リサイクル用 ドライヤ	並流式	50～60%	10～11ℓ/T	10.5×30%
二重ドラムドライヤ式	二重ドライヤ	向流式	75%	7～8ℓ/T	7.0～8.0ℓ/T

二重ドラムドライヤは、構造上、2つのドライヤをひとつに重ねたことになり、従って熱ロスも少なくなることから、当初より予測された事であったが、結果は表-4の通り一般的なリサイクル合材1T当りの燃料消費量より1～2ℓ/T少ない結果となった。

(2) 公害関係

二重ドラムドライヤは次に述べる2つの点で、公害対策上優れている。

①ブルースモークの発生が少ない。リサイクルドライヤでは再生骨材の微粒子の燃焼により、いわゆるブルースモーク等の発生が問題となっていたが当方式では、熱風が再生骨材と接触するのは、新骨材との熱交換後であることと向流乾燥であることからブルースモークは発生しない。



写真-1 工場設置状況

②バグフィルタが使用可能。当方式では外筒で乾燥加熱された新骨材のダストが内筒へ引かれ、アスファルトモルタル分の表面にまぶした状態となる為、濾布の目詰りがなく、又排気温度も内外筒の排気が合流し低くなるため、バグフィルタの使用が可能となった。

(3) その他

設置スペース、及び設備費が少ないことは、表-2に示した通りである。

5. あとがき

アイデア段階の二重ドラムからテスト機、及び実用機と約1年半の期間を要したが、実用上二重にしたドラムの内筒で再生材の加熱乾燥が出来るかどうか、更には、各々の温度コントロールが可能かどうか等の解決すべき問題が多くあったが、工夫、改善の結果ほぼ解決し所定の能力を得ることができた。今後、長期的にみた問題点を観察し続ける予定である。

3. 自動車テストコースの施工機械

鹿島建設(株)：矢沢 正行

鹿島道路(株)：福川 光男・*山口 達也

1. まえがき

舗装の中でも特に高い技術が要求される傾斜面(テストコース)舗装の施工技術及び施工機械を用い、アメリカにおいてはアリゾナ・テスト・センター(ATC)のテストコースを、また国内においては運輸省交通安全公署研究所の舗装工事を行った。

この種の舗装工事は一般の舗装工事と大きく異なり、定められた各々異なる三次座標に舗装面を施工するシステムであり、特に緩和曲線部においてはその数値(座標)がすべて変化する為、今回のような固定型枠を使用しない施工においては、

- ① 施工機械は正確に設計通りの軌跡を走行しなければならない
- ② 膨大な座標値を正確に瞬時にアプトプットする装置が必要
- ③ 転圧作業においてローラ荷重を整形面に垂直に作用する分力だけを取り出す必要がある

これらの点を満足させる為、従来は固定型枠と熟練した特殊技能が必要であった。しかしこの方法では海外での施工と省力化は望める。故に数々の高度なメカトロニクスを活用により施工の簡素化と高精度施工を可能とした。

2. 工事の概要

高速周回路テストコースは自動車の高速耐久性能を評価する施設で、ドライバーが長時間高速で周回を行う場合に生理的、心理的な影響をかんじさせない特殊断面(通常三次曲線)形状となっている。直線部から曲線部へ移行する緩和曲線はバンク傾斜角度が漸次変化し最大45度以上になることもある。一方湾曲面の形状も変化する構造となっている。



写真-1 施工状況

	アリゾナテストセンター(ATC)	運輸省交通安全公署研究所
工事場所	アリゾナ州スタンフィールド	埼玉県熊谷市
周長、面積	約9,000m, 約4,430,000m ²	821m, 14,423m ²
最大傾斜角	約35度	約35度
半径	740m	64m

表-1. テストコース工事の概要

3. 施工システム及び施工機械

(1) 全体システム

全体システムはソイルセメント及びアスファルトコンクリートを敷き均すアスファルトフィニッシャー、これをサポートするアンカー車、初期転圧と仕上げ転圧のためのアークステールローラ、同アンカー車、二次転圧のためのアークタイヤローラ、同アンカー車及び出来形計測用のパワースケールからなる。従来、曲線部のソイルセメントは車の進行方向と直角方向に特殊な型枠を用いて施工していたためアスファルト舗装と全く別の機械と設備を必要としたが、本システムはこれを同一の機械で施工出来るようにしたことコスト、施工能力、工期の面で大巾な改善が図れた。

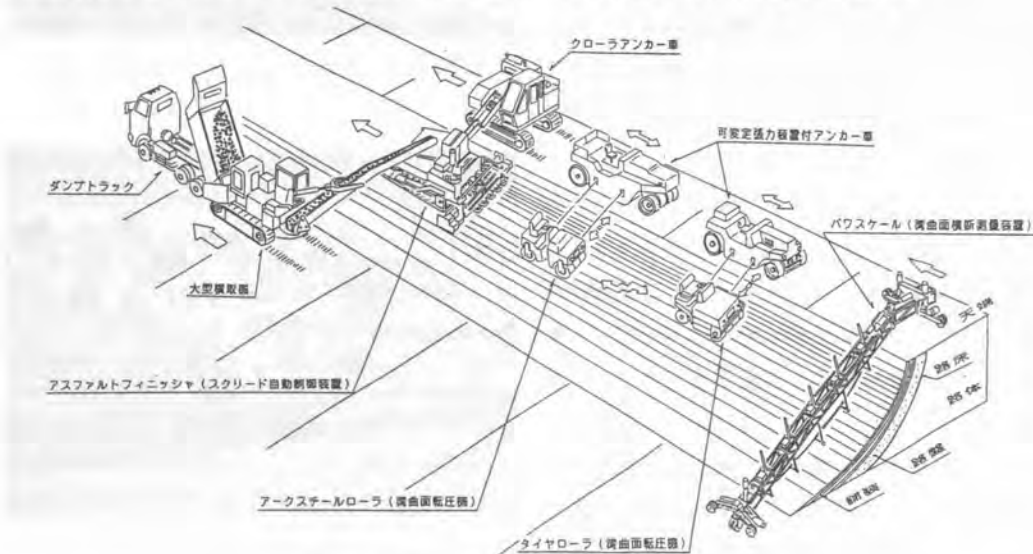


図-1. 全体システム(施工編成図)

(2) 施工機械

① 曲面用アスファルトフィニッシャー

曲面用アスファルトフィニッシャーは湾曲形状面をソイルセメントやアスコンを敷き均す機械で施工システムの中に位置づけられている。スクリードは湾曲形状面に極力正確に近似させるために小さなブロックに分割しており、それぞれの節点で折れ曲ることが出来る構造となっている。この分割したスクリードは事前に各節点ごとの形状に関するデータを搭載してあるコンピュータに入力しておくことにより走行距離に応じて自動的に各々の節点で折れ曲げられ正確な湾曲形状面の敷均しが可能となる。また締固め機構としてタンバ、パイププレート両方式を併用したことにより敷均し時従来にはない高い締固め度を得られるようになった。このことから敷厚が厚くなるソイルセメントでもローラによる一次転圧時の厚さの転圧減が少なく、高い平坦性によりソイルセメントの



写真-2 曲面用アスファルトフィニッシャー

フィニッシャによる敷均しが可能となった。

② アスファルトフィニッシャ用アンカー車

円弧間の曲率半径が小さい場合、通常のフローラ車をアンカー車とすると常時操舵レバーを操作する必要が有るためフィニッシャが蛇行し精度の良い敷均しができない。本アンカー車はフローラ車2台をタンデムに連結した構造となっているためアーキキュレート式操舵が可能でフローラ車特有の蛇行をなくした。また走行用ガイドセンサを搭載し予め決められた走行ラインを正確に走行するようにしたため精度の良い敷均しが可能となった。

③ アークステールローラ

アークステールローラは一次転圧及び仕上げ転圧に用い、車輪は湾曲面に自在にフィットするように特殊振動装置が組み込まれている。また傾斜角度が常に変化する緩和区間の路面に対し均一な転圧を行うためには傾斜角に対し発生するローラ荷重の水平分力をキャンセルしなければならぬ。そのためローラ自体の傾き角を検知自動的にワイヤ張力をコントロールする可変張力装置を搭載している。このため緩和区間での転圧作業が一般の平坦な箇所での転圧作業と同じように簡単にできるようになり、しかもローラマークをつけない転圧ができるようになった。

④ アークタイヤローラ

アークタイヤローラは二次転圧に使用するローラで車輪は振動式悬架であるため湾曲面に自在に滑り、均一な転圧ができる構造となっている。このローラにもアークステールローラと同様、可変張力装置を搭載している。

⑤ ローラ用アンカー車

湾曲面転圧に必要な機能はすべて上述のアークローラに搭載されているのでアンカー車は特に改造を必要とせず、重量の重い安定した大型タイヤローラを使用した。



写真-3 フィニッシャ用アンカー車



写真-4 アークステールローラ



写真-5 アークタイヤローラ

⑥ パワースケール

パワースケールはコンピュータを搭載した湾曲面の測量及び出来形計測用の機械で、予め各測点ごとの形状に関するデータを入力しておけばテストコースの天端側に設けてある基準尺にパワースケールの基準尺を合わせることによって、その測定の横断形状をもの場で再現することが出来る。従来は湾曲面の横断形状を計測するには測量に携わっている人間と多くの労力を要していたがパワースケールを用いることにより非常に能率的に、誰にでも計測できるようになった。



写真-6 パワースケールによる計測

4. 品質

(1) 仕上がり精度

アスファルト舗装の施工後の横断形状を設計形状と比較したのが図-2である。仕上がり形状と設計形状とは、ほとんど差のないことから仕上がり精度については、ほぼ満足の結果が得られた。

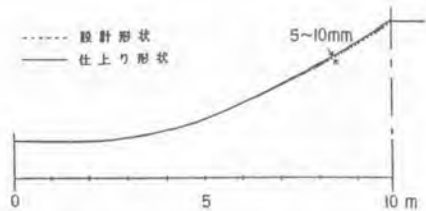


図-2 設計形状と仕上がり形状の比較

(2) 締固め度

十分な締固めが得られないと強度不足の舗装となり、ズレが生じたクラック発生の原因となる。締固め度は高速車線部、中速車線部及び路肩部の各部においてソイルセメントは現場密度で、アスコニは採取りコアで求めた。ソイルセメント、アスコニとも若干のバラツキはあるものの、十分な締固め度が得られていることが確認された。

ソイルセメント

	締固め度 (%)			
	1	2	3	平均
路肩部	99.9	99.2	99.0	98.7
中速車線	98.7	98.7	100.0	99.1
高速車線	95.6	99.2	99.3	98.0

(目標値: 93%以上)

アスファルトコンクリート

	締固め度 (%)			
	1	2	3	平均
路肩部	95.4	99.5	97.3	97.4
中速車線	99.2	97.8	98.6	98.5
高速車線	99.0	96.8	95.6	97.1

(目標値: 94%以上)

表-2 締固め度測定結果

5. まとめ

本システムは、テストコースを施工するにあつた基本部分ともしえる範囲のものであるため、個々の工事においては状況にあつた施工法の改良、改善、機械の改造等が必要になると思われる。今後の工事の経験も踏まえ、ノウハウを蓄積し、より効率のよいシステムに仕上げたいと所存である。

尚、A1テストコース工事及び交通安全公署研究所の工事とも、この3月に無事舗装工事を終了している。

4. 新しい振動締め機の開発

前田建設工業(株)：*小川 朗二・渡部 正・山田 一守

1. まえがき

現在、RCDコンクリートダム、ロックフィルダム、道路盛土等の締め作業には、振動ローラ、振動コンパクタ等の振動を利用した機械が使用されている。これら締め機械の起振方式は、一般に回転軸に偏心体を直接取りつけ、軸に回転運動を与えることで振動を発生させる一軸偏心式か、二軸偏心式かのいずれかである。いずれにしてもこれら振動機械の振動波形は、一種類の振動数から得られる正弦波である。一方、ポーランドのK.H.Eymanは、フレッシュコンクリートをより強力に締める方法としてパルス波を利用することを考えた。本報告は、このパルス振動の発生原理と、パルス振動と正弦波振動を利用し、振動締め実験を行った結果の一部について述べたものである。

2. パルス振動

2.1. パルス振動の原理

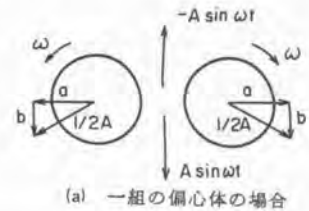
パルス波とは、多数の正弦波を重ね合わせることによって得られる質量を伴った衝撃力である。この衝撃力は急激にあらわれかつ短時間のうちに作用する大きな力で、数組の偏心体の遠心力が一方向に集中した場合に生じる。

図-1(a)は、一組の偏心体が一定の角速度 ω で互いに反対方向に回転する状況を示したものである。偏心体の遠心力 $1/2 A$ の垂直成分 b は集積されるが、水平成分 a は互いに逆向きで打ち消される。これを式では、

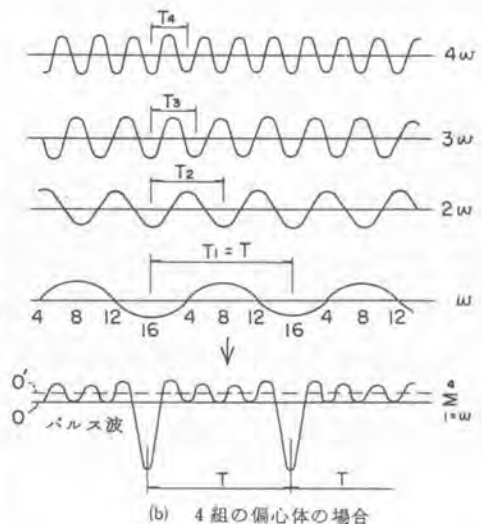
$$P = 2b = A \sin \omega t \quad \dots \dots \dots (1)$$

と表わされる。ここで P は垂直方向に集積された力であり、 A は遠心力である。図-1(b)は、4組の正弦波を重ねることによってパルス波を発生させる原理を示したものである。パルス波の周期は、一番遅く回転する偏心体の一回転に等しい。パルス波を発生させるには、次の3つの条件を満たしていなくてはならない。

- (1) 偏心体に回転運動を与える前に、全ての偏心体を所望のパルス方向に合わせて固定する。
- (2) 対をなす偏心体は、互いに異なった速度で回転運動をし、それが互いに連続した整数になるようにする。
- (3) 全ての偏心体の遠心力の大きさを等しくする。



(a) 一組の偏心体の場合



(b) 4組の偏心体の場合

図-1 パルス波発生原理

2.2 パルス振動発生方法の一例

図-2は、パルス振動発生方法の一例を示したものである。この方法は、遊星歯車に偏心体を取り付け、固定した太陽歯車の周りを回転させることで、偏心体に自転、公転運動を与え、パルス振動を得る方法である。このパルス振動を発生させる原理について以下に述べる。

図-3は、半径 a の遊星歯車が、半径 $2a$ の固定された太陽歯車の周りを角速度 ω で回転している状況を示したものである。遊星歯車には偏心量 r 、偏心体質量 m なるものが取り付けられている。この偏心体は、太陽歯車の中心 O 周りに公転し、かつ遊星歯車の中心 P 周りに自転運動を行う。この運動によって発生する慣性力が振動源となる。時刻 $t = 0$ において P の位置にいる遊星歯車の中心は、時刻 t において P' に移動する。また偏心体の重心 G は、この間に G' に移動する。遊星歯車と太陽歯車の半径比が $1 : 2$ であるから G は P の周りを 2θ ($=2\omega t$) だけ回転する。ところが G の回転軸である P もまた、太陽歯車の中心 O を中心として θ だけ回転していることを考慮すれば、 G は X 軸に対して 3θ 回転することになる。 O を原点とし、時刻 t における偏心体の中心 G' の座標は、次式で表わされる。

$$x = 3a \cos \omega t + r \cos 3\omega t \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$y = 3a \sin \omega t + r \sin 3\omega t \quad \dots\dots\dots (3)$$

この運動によって発生する慣性力は、

$$F_x = 3ma\omega^2 \cos \omega t + 9mr\omega^2 \cos 3\omega t \quad \dots\dots (4)$$

$$F_y = 3ma\omega^2 \sin \omega t + 9mr\omega^2 \sin 3\omega t \quad \dots\dots (5)$$

となる。 X 軸方向の慣性力 F_x について考えると、(4)式から F_x は、調和振動の θ 成分と 3θ 成分を合成したものとなっている。偏心量 r を、 $r = a/3$ とすると、(4)式は、

$$F_x = 3ma\omega^2 (\cos \omega t + \cos 3\omega t) \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる。図-4(a)は、 1ω と 3ω の合成された振動波形を示したものである。

同様にして、太陽歯車と遊星歯車の半径比が $1 : 1$ で遊星歯車が太陽歯車の周りを角速度 2ω で回転している時、 X 軸方向の慣性力 F_x は、

$$F_x = 8m'a'\omega'^2 (\cos 2\omega t + \cos 4\omega t) \quad \dots\dots\dots (7)$$

となる。ただし、 m' は偏心体質量、 a' は太陽歯車、および遊星歯車の半径である。ここで(6)式と(7)式で $3ma = 8m'a'$ を満たすように合成すると、

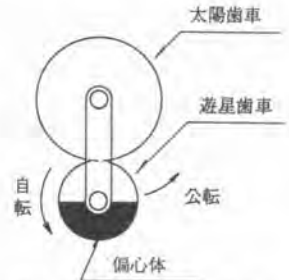


図-2 パルス振動発生方法

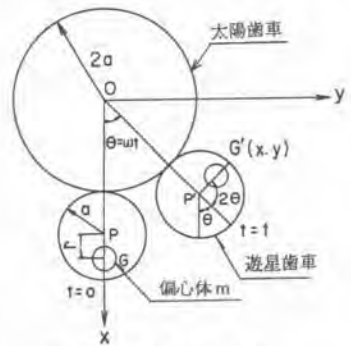
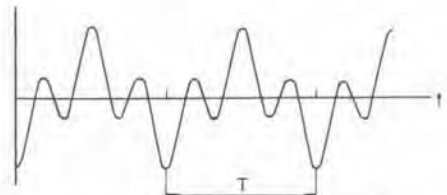
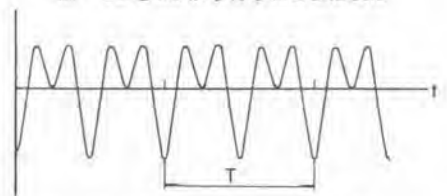


図-3 遊星歯車の動き (1ω と 3ω の場合)



(a) 1ω と 3ω から得られる振動波形



(b) 2ω と 4ω から得られる振動波形

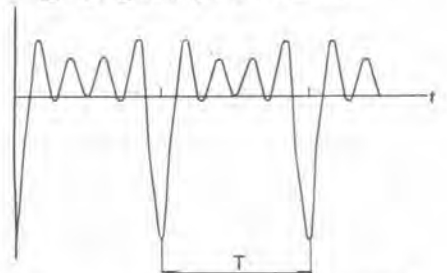


図-4 (c) 2組の遊星歯車機構を組み合わせて得られるパルス振動波形

$$F_x = 3ma\omega^2(\cos\omega t + \cos 2\omega t + \cos 3\omega t + \cos 4\omega t) \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる式を得る。図-4(b)は、 2ω と 4ω から得られる合成された振動波形であり、図-4(c)は、これら2組の遊星歯車機構から得られるパルス振動波形を表わしている。

3. 実験概要

パルス振動と正弦波振動を利用し、貧配合の超硬練りコンクリートを使って振動締固め実験を行った。実験に使用した配合を表-1に示す。実験は、図-5に示すように鋼製の円形型枠を用いて行った。可傾式ミキサーで3分間練り混ぜたコンクリートを、底板から55cmの高さまで骨材が均一に分布するよう注意して投入した。なお、締固め実験と並行してVC試験機を用いてVC値の測定を行った。単位水量が $85\text{kg}/\text{m}^3$ 以下では、モルタルの浮上が見られず、VC値の測定はできなかった。締固め時間は10分間とし、経過時間ごとに表面沈下量を測定した。締固めたコンクリートは、硬化後脱型し、水中養生にした。養生後コアボーリングを行い、材令91日でコアの圧縮強度試験を行った。また、起振機の自重、および起振力は、正弦波振動用、およびパルス振動用の両者が等しくなるよう調整した。ここで起振力とは、正弦波振動の場合、偏心体が一定の角速度で回転している時に発生する遠心力であり、一方、パルス振動の場合、数組の偏心体が異なった角速度で回転している時、同一方向に生ずる遠心力の総和を称している。

表-1 配合表

配合	Gmax (mm)	W/O (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				VC値 (小型)
				W	C	S	G	
1	80	87.5	34	105	120	766	1513	21
2	*	79.2	*	95	*	776	1530	57
3	*	70.8	*	85	*	785	1547	-
4	*	62.5	*	75	*	794	1567	-
5	*	54.2	*	65	*	803	1583	-

セメント：中庸熟ポルトランドセメント
 細骨材：秩父産硬質砂岩系細砂 比重2.66, 吸水率1.41
 粗骨材：秩父産硬質砂岩系砕石 比重2.71, 吸水率0.58
 空隙率31.9% (VC試験機使用)
 混和剤：リヂニンスルホン酸塩系A E減水剤

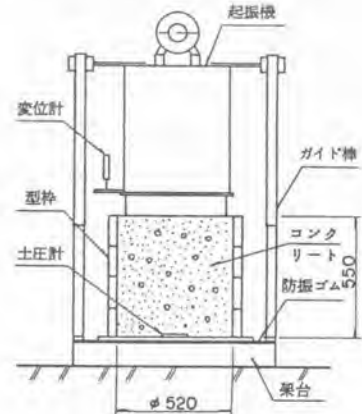


図-5 実験装置

4. 実験結果および考察

4.1. 締固め時間と密度の関係

締固め密度は、型枠内に投入したコンクリート重量と沈下量の関係から算出した。締固めの進行に伴う密度比の変化曲線は、図-6、図-7に示すとおりであり、振動波の違いによる影響が明確に表われている。なお、密度比とは、次式のように定義したものである。

$$\text{密度比} = \frac{\text{締固め密度}}{\text{理論最大密度}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

パルス振動の場合、単位水量が $W=95, 105\text{kg}/\text{m}^3$ の配合では、締固め5分後にベースト分が浮上し、ブリージング水が認められ、その時点で密度比がほぼ1.0に達した。一方、正弦波振動でも、これらの配合ではベースト分の浮上が認められたが $W=95\text{kg}/\text{m}^3$ で10分

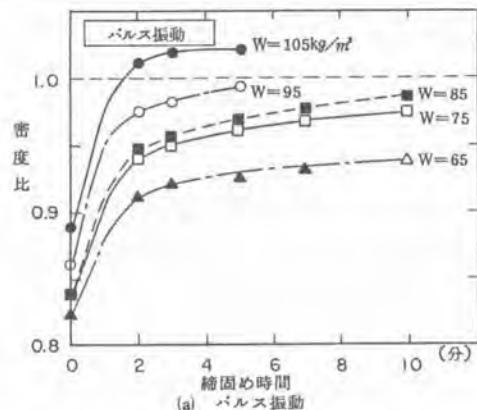


図-6 締固め時間と密度比の関係

W=105kg/m³で7分と、パルス振動より長い締固め時間を要した。

4.2 コア供試体の品質特性

締固め終了後の供試体を標準水中養生し、それよりφ20×40cmのコアを採取した。そして材令91日で密度および圧縮強度を測定した。単位水量と密度、および密度比の関係を図-8に、単位水量と圧縮強度の関係を図-9に示した。図-8を見ると、単位水量がW=95kg/m³および、105kg/m³では、パルス振動、正弦波振動とも密度は同程度の値であるが、それより少ない単位水量では、正弦波振動で著しい低下が認められる。W=65kg/m³で比較すると、パルス振動における密度比が0.966であるのに、正弦波振動では、0.881しかない。図-9の圧縮強度においても、密度の場合と同様な傾向が認められ、W=95kg/m³と105kg/m³では、それぞれの振動波による違いは見受けられないが、それ以下の単位水量では、正弦波振動の方が著しい低下を示し、特にW=65kg/m³では、両者間に2倍以上の圧縮強度差が生じている。

5. まとめ

貧配合の超硬練りコンクリートを用いて締固め実験を行った結果明らかになったことは、

- (1) パルス振動は、正弦波振動に比較して、同じ密度比になるのに締固め時間が少なくてよい。
- (2) 密度、圧縮強度を比較した結果から判断すると単位水量が少ない配合ほど、パルス振動の効果が大きい。

以上、パルス振動が従来式の正弦波振動に比較して優れた締固め特性を有していることが実験的に明らかとなったが、今後とも実験を重ね、パルス振動の有効性を十分に確認するつもりである。

参考文献

- 1) K.H.Eyman : Pulses in Concrete Technology ACI JOURNAL March-April 1980
- 2) R C D I 法によるダム施工 ; (財)国土開発技術センター編集

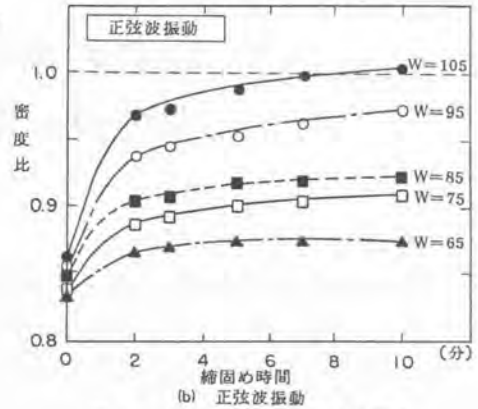


図-7 締固め時間と密度比の関係

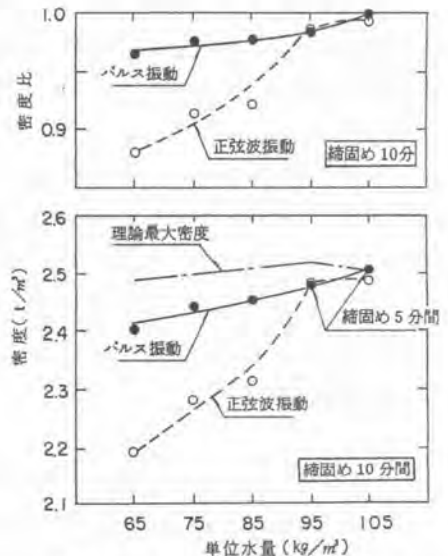


図-8 コア供試体における単位水量と密度、密度比の関係

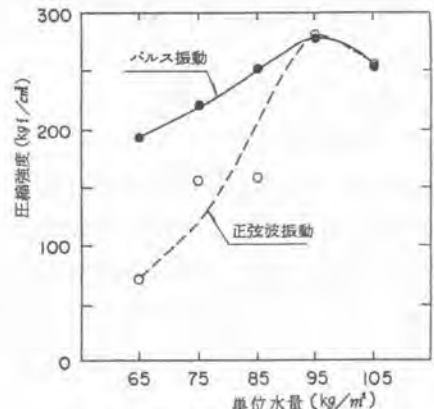


図-9 コア供試体における単位水量と圧縮強度の関係

5. 建設技術の共同開発と技術活用 パイロット事業について

建設省関東技術事務所：成田 保三

1. はじめに

近年、建設事業における技術革新は先端技術を活用した新工法、新機械、新材料などめざましいものがあり、今後21世紀に向かって更に進展していくことが予想される。

今年8月の昭和63年度建設省重点施策が発表してあるが、そのいくつかの項目のなか「建設技術開発と建設事業の効率的な遂行等」で具体策として、総合技術開発プロジェクトと建設技術研究開発の長期展望を策定し、「民間との共同研究」により研究交流を深めつつ建設技術の開発を推進する。更には建設技術の効率的な遂行等では、複数の項目があるが、その一つに、新規開発建設機械の普及促進を図る等、建設技術への新技術導入を積極的に図るため「技術活用パイロット事業」を推進するなどとなっている。

これを受けて、関東地方建設局においても民間技術者等と共同で技術開発を進め、工事現場に新技術をスムーズに導入できるようにする具体的な2本柱の施策として、今年「共同開発実施要領及び同細則」及び「技術活用パイロット事業実施要領及び同細則」を定めた。

すでに、いくつかの課題と取組んでいるところであるが、一層各位のご理解、ご活用をいただきましたので以下にその概要を述べるものである。

2. 共同開発について

2-1 目的

地方建設局においても、民間技術を活用し、建設事業の円滑かつ効率的な推進を図るため、新技術の開発、新技術の導入普及、現場で生ずる技術的問題の解決に資すると共に官民で共同開発を行うことにより建設省技術職員の技術の確保と向上を図ろうとするものである。

関東地方建設局としての「共同開発実施要領及び同細則」は技術管理協議会（委員長関東地方建設局長）技術開発部会（部会長関東技術事務所長）の議を得て、関東地方建設局長がこれを定めたものである。

2-2 共同開発の概要

(1) 共同開発の課題

当局が行う公共事業の円滑かつ効率的な執行に寄与するもの、及び関東技術事務所の特性を活かしたものであって原則として次に掲げるものから技術開発部会において選定する。

- (a) 新しい製品、材料等の開発及びこれに係る調査試験
- (b) 新しい工法の開発及びこれに係る調査試験
- (c) 新しい機械の開発及びこれに係る調査試験

(2) 費用の負担

共同開発に係る費用は、原則として双方が負担する。実施の方法としてはあらかじめ双方の作業分

担を定め、その費用は、それぞれが支出することとしている。

③ 共同開発者の選定

原則としてプロポーザル（技術提案書）方式（昭和54年1月29日建設省厚発第7号建設省技調発第23号）に準じて行いが特定することもできる。共同開発者の評価及び選定作業は技術開発部会に設置する評価選定委員会において行い、委員は、それぞれ課題別に構成する。なお結果は技術開発部会に報告し、技術管理協議会委員長の承認を受ける。

④ 共同開発協定書

共同開発協定書は、関東技術事務所長と共同開発者の中で締結する。

- ① 共同開発の範囲
- ② 開発調査の項目及び費用分担
- ③ 実験装置の持込み
- ④ 成果等の取扱い（発明、考案、意匠に係る工業所有権はそれぞれ同等の権利を有するとしている）
- ⑤ 秘密の保持等となっている。

2-3 共同開発の流れ

図-1のとおりとなっていて○内番号順で作業が流れる。

- ① 関東技術事務所で提案された共同開発課題（案）をとりまとめて技術開発部会へ提案する。
- ② 技術開発部会を開催し、共同開発課題の審査評価選定委員を選出する。
- ③ 共同開発施工同いの申請に対し、契約担当官（局長）が決裁し共同開発課題が決る。
- ④ 候補者を集めてプロポーザル業務指示書について説明会を開く、候補者はプロポーザルを提出（この費用は候補者負担）する。
- ⑤ 共同開発者の選定は評価選定委員会で審査され、その選定結果は、技術管理協議会委員長（局長）に報告し承認を受け採用となる。

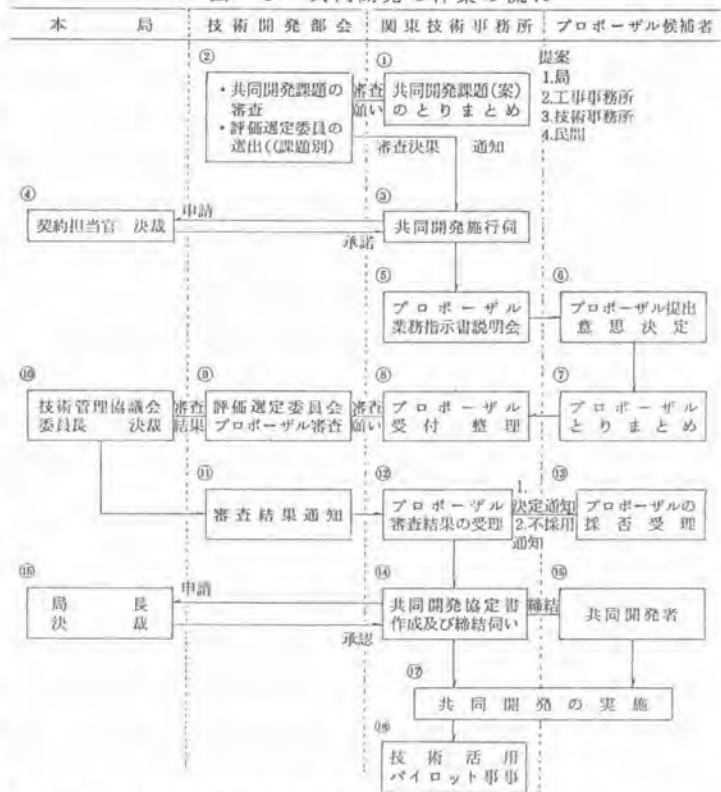
⑥ 関東技術事務所長は採用となった候補者と共同開発協定書等について協議を行い、締結し、共同開発の作業を執行する。

2-4 実施中の共同開発

昭和62年度から実施中の共同開発は5課題があって、現在鋭意作業を行っている。

- (a) 新しい製品、材料等の開発及びこれに係る調査試験

図-1 共同開発の作業の流れ



①長期保存用常温合材の開発（協定期間3ケ年）

震災時の応急処理に用いる常温合材の開発を行うもので、長期間の備蓄可能なものの開発し、その期間は、おおむね3～5年を目標としている。震災時の仮設道路等に使用するので、雨天時等であっても施工性にすぐれているものを作ることにしている。共同開発者は、（社）日本アスファルト乳剤協会である。現在、基本構想ができて試作品の各種試験を実施中で、今年11月末か12月中に構内で試験施工（約400㎡）を予定している。

②汚泥の疎水化剤の開発（協定期間2ケ年）

河川、湖沼に発生する有機汚泥、アオコ等を浸漬した泥土を疎水化することによって湿気を早めること、更に疎水化剤による二次公害が生じないような新しい疎水化剤を開発するものである。

共同開発者は（株）サン。現在、基本構想にもとづいて室内試験を実施中で、疎水化剤に関して魚貝類の生物臨床試験も実施することとしている。

(b) 新しい工法の開発及びこれに係る調査試験（協定期間3ケ年）

①ローラ転圧コンクリート舗装の開発（Roller Compacted Concrete Pavement：RCCP）

剛性舗装でありながら即時交通開放が図られ、早期に高い強度と耐久性が得られて、長期間路面性状が安定し、かつ経済性に富んだRCCPの配合設計法、施工法等を確立して、更に、これに適合する新しい収縮性の少ないセメントを開発するものである。共同開発者は（社）セメント協会。現在、新しいセメント開発がほぼ見通しがついた段階である。配合設計、施工法について作業を進めている。今年12月中旬ごろに構内で試験施工（約1,000㎡）を予定している。

(c) 新しい機械の開発及びこれに係る調査試験

①締固め機械の自動運行システムの開発（協定期間4ケ年）

RCD工法において、コンクリートの締固め作用に用いる振動ローラの自動運行システムを開発し作業の快適化、作業精度の均一化と向上、及び生産性の向上を図るもので、合せて、締固度測定装置の開発も行うこととしている。共同開発者は、三菱重工業（株）。現在、同システムの基本構想を固めているところで、昭和63年度中には実機で現場試験を行い、改善の必要が生ずれば改善を積んでいくこととしている。

②グリーンカット機の開発（協定期間3ケ年）

RCD工法では、コンクリートの打継面処理面積が大きく、グリーンカット作業はコンクリート硬化時間等に制約されるので、この作業の省力化を図るため専用機械を開発するものである。共同開発者は（株）新潟鉄工所。現在、専用機の基本構想に基づいた製作のための仕様書を定めた段階である。

3. 技術活用パイロット事業について

3-1 目的

新技術を開東地方建設局の直轄工事において試行し、その現場適応性、効率性、安全性、経済性等を検証することによって建設技術水準の向上、効率的な事業執行に資することを目的として本事業を行うものである。

なお、関東地方建設局の事務窓口は企画部技術管理課となっている。

3-2 技術活用パイロット事業の概要

パイロット事業の対照となる新技術を大別するとAとBがあって、原則として次に掲げるものをいう。

A) 工法指定型で対応するもの ①建設省独自で開発が進められている技術。

②官民共同で開発された技術。

B) 工法進捗型で対応するもの（発注者が選択する工法等）

①建設工事の目的確保のために活用することが適当と思われる民間開発技術（民間に提案を求める技術も含む）

3-3 事業の審議及び新技術の承認

事業の審議は技術開発部会及び事業ごとに設置される評価委員会において行なわれ、審議した新技術は技術管理協議会委員長の承認を受ける。

3-4 パイロット工事の実施

パイロット工事は、工事事務所で実施する工事又は、工事の一部（仮設を含む）において実施する。新技術は、工事特記仕様書に工法等を明記する。工事契約は、原則として指名競争による。工事後の実施状況、調査状況を公表する場合は、技術開発部会の承認を得なければできない。

3-5 調査及び新技術情報の管理

工事に採択された新技術については、関東技術事務所と工事事務所共同で施工調査、追跡調査を行いデータ等を関東技術事務所が保管し管理する。なお関東技術事務所は、新技術に関する調査結果をとりまとめ、技術開発部会に提出し、審査を受けた後、その結果を技術管理協議会委員長に報告する。

3-6 昭和62年度技術活用パイロット事業でとりあげる新技術

①地中連続壁基礎工（北首都国道工事事務所、幸魂橋下部その18工事、工法進捗型）

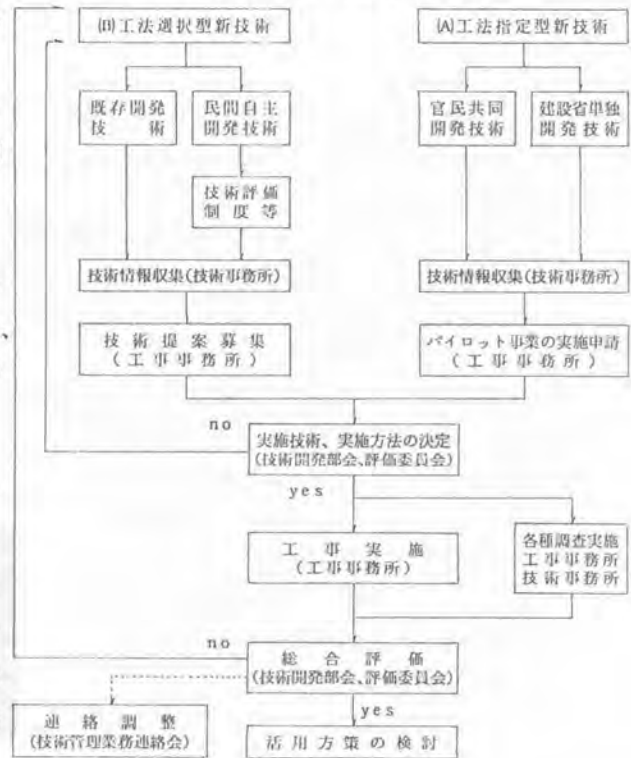
②樋管PC緊張工（管体分割、弾性体ジョイント使用）（下館工事事務所、長塚排水樋管改築工事工法指定型）

③救急内水排除事業甲可搬式ポンプ（工法指定型）

4. おわりに

建設事業をより一層の円滑かつ効率的に施行するには、民間の最新技術を活用する必要があるが、その具体策が共同開発及び技術活用パイロット事業である。この施策の成熟は官・民両面共に技術情報を速やかにかつ、正確に集収、提供することにかかっている。今後、各界から活用されることを希望して紹介を終りとします。

図-2 技術活用パイロットの流れ



6. 路面性状自動計測装置について

(株)小松製作所：菊地 輝純・*高木 公彦

1. まえがき

近年 道路工事の主体が新設から維持・修繕へと移行したことに伴い、計画的、効率的な維持管理のために、従来の人手に頼った路面調査に代わり迅速かつ高精度な路面性状の計測技術の開発が望まれていた。

当社では、レーザ・ビデオ方式の路面性状計測システムを開発し、昭和60年10月に1号機をユーザーに納入し実用に供している。現在は、1号機および2号機 また自動化の進んだ ひびわれ一次処理装置も稼動中であるのでその概要を紹介する。

2. システムの構成および構造

本計測装置は以下の3装置より構成され、路面性状3要素（ひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸）を同時かつ高速・高精度で計測および処理する。

各装置の外観図を写真-1、写真-2および写真-3に、システム構成を図-1に示す。

1) 路面性状自動計測車両

(以下 ” 計測車両” という)

2) ひびわれ一次処理装置 (屋内設置)

3) わだち掘れ&縦断凹凸一次処理装置

(屋内設置)



写真-1 計測車両



写真-2 わだち掘れ&縦断凹凸一次処理装置



写真-3 ひびわれ一次処理装置

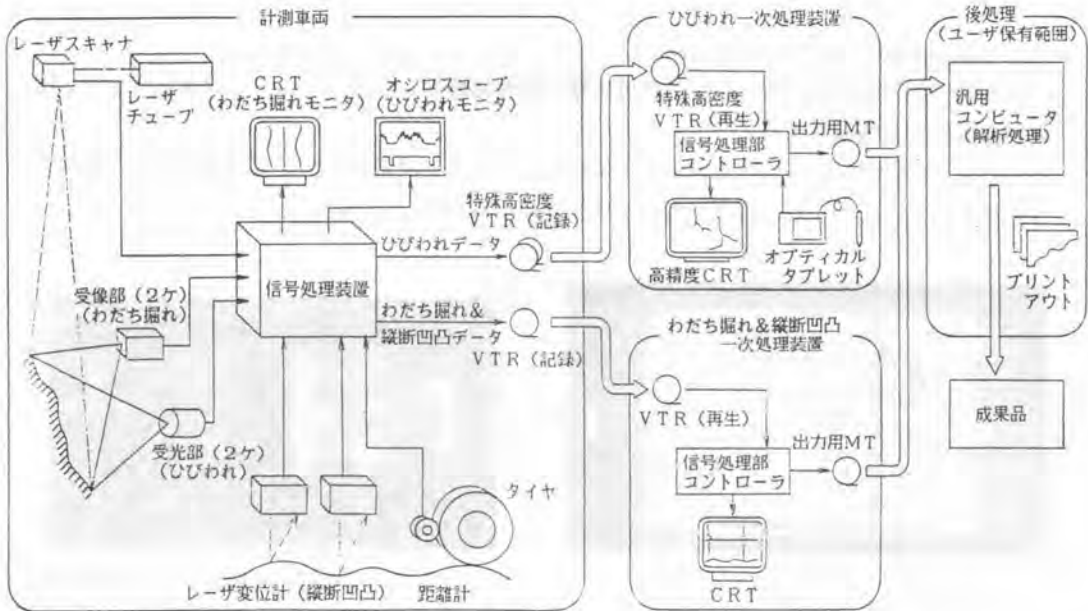


図-1 システム構成図

2.1 計測車両

レーザ・ビデオ方式の非接触式3要素同時計測装置を搭載した、キャブオーババス型車両で図-2に示す装置より構成される。なお 距離情報は、右後輪タイヤに耐摩耗性ローラを押付け、内蔵のエンコーダより得る。各センサからの情報は、距離情報を基に信号処理されVTRテープに収録される。

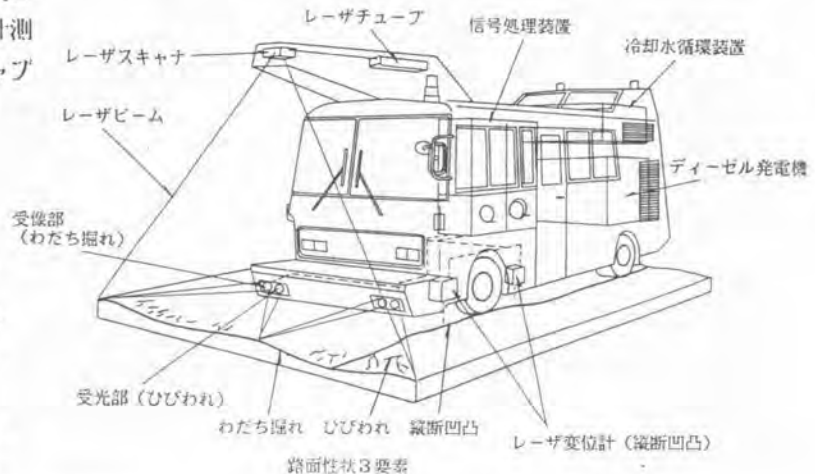


図-2 計測車両構造図

2.2 ひびわれ一次処理装置

屋内設置の対話型処理装置で、特殊高密度VTR再生機、信号処理部、高精度CRTモニター、コントローラ、オプティカルタブレット、出力用MT装置より構成される。高精度CRTモニター上に4m×2m(幅員×延長)の範囲の鮮明な路面状況を表示し、コントロールレバー操作により道路延長方向にスクロールする。CRT上にグリッドを入れ、ライトペン操作によりメッシュ法でのひびわれ分布のデータ加工を行い、MTに結果を出力する。又、解析結果をCRTに重ね書きする。写真-4に再生画面の例を示す。

2.3 わだち掘れ&縦断凹凸一次処理装置

屋内設置の自動処理装置で、VTR再生機、信号処理部、CRTモニタ、コントローラ、出力用MT装置より構成される。

わだち掘れのプロフィール情報をデジタル変換し、レーザー変位計データ（縦断凹凸）、距離データと共にMTに出力する。写真-5に処理画面の例を示す。

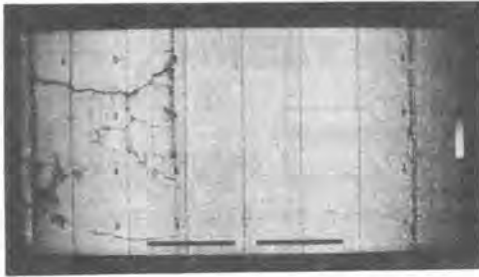


写真-4 ひびわれの再生画面

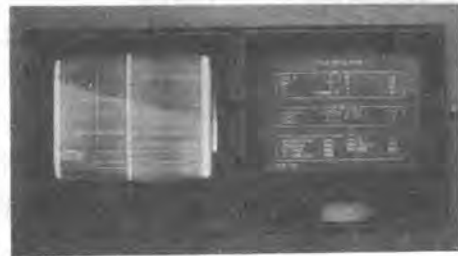


写真-5 わだち掘れ&縦断凹凸の処理画面

3.計測原理

3.1 ひびわれ計測

路面のひびわれを、高速で走行中にレーザーと特殊VTRを使用して計測する。

計測原理を図-3に示す。

路面の上方よりレーザースポットを横断方向に高速で走査して、個々の点での路面からの反射光量の変化をななめ後方の受光センサでとらえて横断方向の表面情報とする。延長方向については計測車両の走行によって積上げて、連続した路面のひびわれデータとして、特殊高密度VTRに収録する。

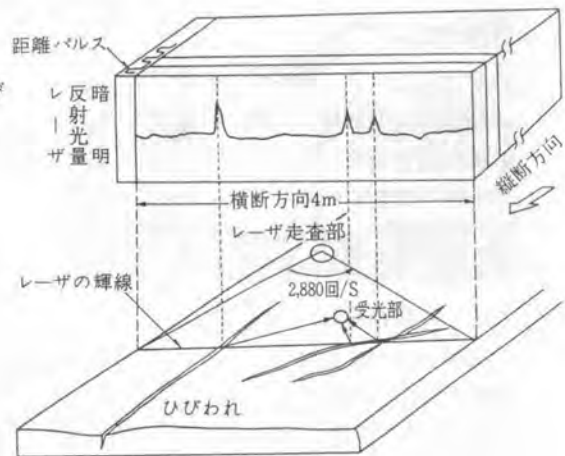


図-3 ひびわれの計測原理

3.2 わだち掘れ計測

路面の横断形状を、高速で走行中に光切断法の原理を応用して計測する。計測原理を図-4に示す。

路面の上方よりレーザービームを横断方向に高速で走査し、ななめ後方の受像部（TVカメラ）で、路面横断形状に歪曲したレーザー輝線を撮映しVTRに収録する。この映像信号をコンピュータ解析して、実際のをだち掘れ量 D_1 、 D_2 を求める。

$D_1 = D_i / \cos \theta$
 D_1 : 実際のをだち掘れ量
 D_i : TVカメラ映像信号からの計測量
 θ : 路面に対するカメラの角度

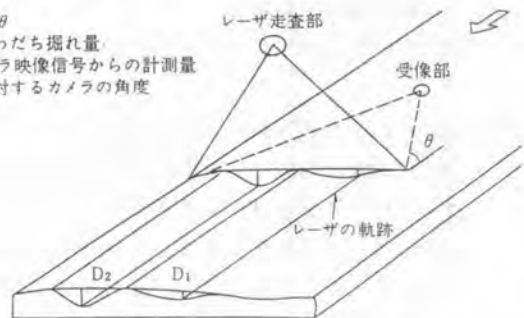


図-4 わだち掘れの計測原理

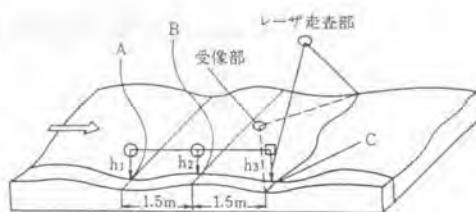
3.3 縦断凹凸計測

路面の走行方向の凹凸量（縦断凹凸）を、高速で走行しながらレーザースポットの路面からの反射光を光点変位法で計測する。

計測原理を図-5に示す。

路面の縦断方向に1.5m間隔に3台の非接触レーザー変位計を配置し、 h_1 、 h_2 、 h_3 を同時に計測することにより、路面上A、Cを結ぶ基準線に対するBの変位量を算出する。

ただし、第3センサについては、わだち掘れ計測データの内、対応するデータを利用して、路面よりの高さを求めている。



- レーザ変位計高さ h_1 h_2
- 横断レーザー変換高さ h_3
- 縦断凹凸量 $H = (h_1 + h_2) / 2 - h_3$
- h_1 ; 第一センサの計測値
- h_2 ; 第二センサの計測値
- h_3 ; 第三センサの計測値

図-5 縦断凹凸の計測原理

4. 装置の主要諸元

(1) 計測車両

- | | |
|-----------|------------|
| 1) 車両形式名称 | 小松ZR04LY-1 |
| 2) 車両総重量 | 約7900 kg |
| 3) 乗車定員 | 5名 |
| 4) 主要寸法 | |
| ① 全長 | 約8300 mm |
| ② 全巾 | 約2300 mm |
| ③ 全高 | 約3400 mm |

ひびわれ計測装置

- | | |
|-----------|----------------------|
| 1) 計測方式 | レーザーキャニング法 |
| 2) 最大計測速度 | 60km/h |
| 3) 計測精度 | 巾1mm以上のクラック検出可 |
| 4) 計測幅員 | 2.5~4.0m
(任意に設定可) |
| 5) データの記録 | VTR (特殊高密度) |

わだち掘れ計測装置

- | | |
|-----------|--------------------------|
| 1) 計測方式 | レーザー光切断法 |
| 2) 最大計測速度 | 60km/h |
| 3) 計測精度 | ±3mm
(横断プロフィールメータに対し) |
| 4) 計測幅員 | 2.5~4.0m
(任意に設定可) |
| 5) 最大計測深さ | 250mm |
| 6) データの記録 | VTR (Uマチック) |

縦断凹凸計測装置

- | | |
|------------|--------------------------|
| 1) 計測方法 | レーザー光点変位法 |
| 2) 最大計測速度 | 60km/h |
| 3) 計測精度 | ±30%
(縦断プロフィールメータに対し) |
| 4) 最大計測凹凸量 | 250mm |
| 5) データの記録 | VTR (Uマチック) |

(2) ひびわれ一次処理装置

- | | |
|---------|-----------------------------|
| 1) 電源 | AC100V
50/60 Hz 約 3.5 kw |
| 2) 使用温度 | +5°C ~ +35°C |
| 3) 使用湿度 | 20% ~ 80% |

(3) わだち掘れ&縦断凹凸一次処理装置

- | | |
|---------|-----------------------------|
| 1) 電源 | AC100V
50/60 Hz 約 1.5 kw |
| 2) 使用温度 | +5°C ~ +35°C |
| 3) 使用湿度 | 20% ~ 80% |

7. 建設機械施工管理システムの開発

建設省土木研究所： 村松 敏光

建設省北陸地方建設局： 宮島 実

建設省北陸技術事務所：*穂莉 正昭

1. まえがき

道路維持管理作業における作業用建設機械の運行及び施工管理は、稼働記録計（タコグラフ）のチャート紙の読み取り結果から作業日報を作成し、集計、整理を行っているが、この作業に多くの時間と労力を費やしている。

特に除雪作業においては、日々の出来高を迅速かつ正確に把握する必要があるが、昼夜にわたり多くの機械が連続して稼働するため、これら施工管理の合理化が強く望まれていた。

そこで、タコグラフに代えてICカードを利用したデジタル式の稼働記録計を開発するとともに、そのデータを汎用のパーソナルコンピュータで処理、集計する「建設機械施工管理システム」を開発し、機械の管理運用に関する業務のOA化を図ったものである。

2. 開発システムの概要

開発したシステムの概要を図-1に示すが、このシステムは次の特長を持つ。

- ① デジタル式稼働記録計（注1）は、従来のチャート紙と同様、記録媒体の挿入、離脱のみで機械の施工管理に必要なデータを正確に収集することができる。
- ② 記録媒体には、取り扱い性に優れ、繰り返し使用可能な消去可能型ICカードを使用し、16Kバイトの記憶容量により、1枚あたり約24時間の稼働記録が可能である。
- ③ 除雪作業日報等の出力は、ICカードを解析装

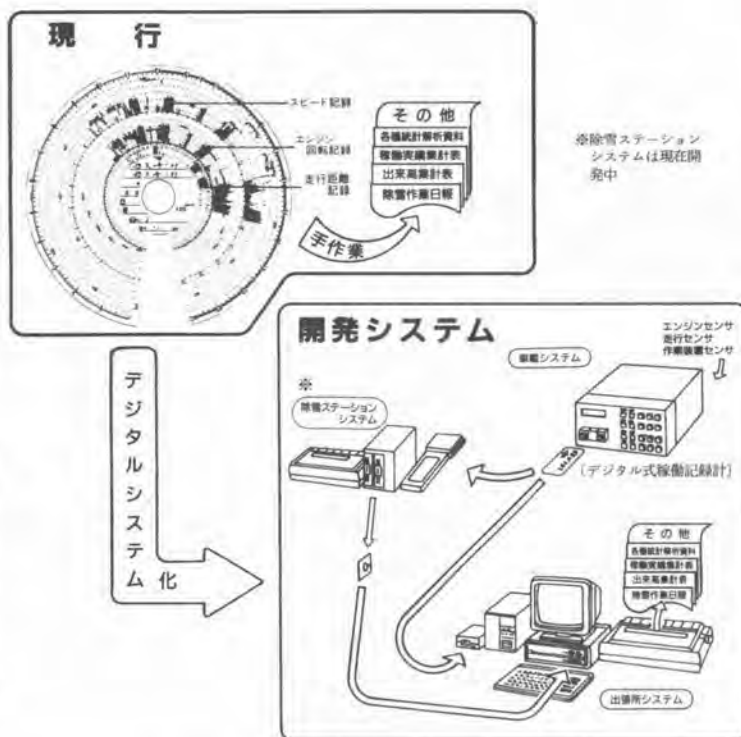


図-1 建設機械施工管理システムの概要

置に読み取らせるだけで自動的に処理され、従来のチャート紙の読み取りに要する時間、帳表に転記する時間などが大幅に短縮され、個人的な読み取り誤差も無くなる。

- ④ 解析装置では、稼働記録計のない機械のデータ、人力による作業のデータ入力が可能である。
- ⑤ 他の分野における、車両等の運行管理にも応用が可能である。

(注1) デジタル式稼働記録計：デジタル式運行記録計の道路運送車両法に基づく型式承認に必要な性能基準(案)((財)日本自動車輸送技術協会)に準拠する機能を有する。

3. システムの基本構成

システムの基本構成を図-2に示す。

車載システムは、建設機械1台毎に取り付けるもので、車載装置本体、各種センサ、ICカードにより構成される。

除雪ステーションシステムは、各除雪工区のステーションに設置するもので、ICカードを読み取るICカードリーダー/ライター、日報等の作成を行うハンディコンピュータ、データを保存するフレキシブルドライブによって構成される。

除雪ステーションで日々まとめられたデータは、フレキシブルディスクを記憶媒体として、出張所システムの16ビット汎用コンピュータにおいて、データの保存、各種帳表の出力を行う。

なお、除雪ステーションシステムを設置しない場合は、車載システム側からのICカードを、出張所側システム側のICカードリーダー/ライターで直接読み取らせて処理することも可能である。

3. 構成機器の機能

3-1 車載装置(デジタル式稼働記録計)

車載装置(写真-1参照)は作業状態(実作業、回送、その他の区分)及び作業速度等のデータを

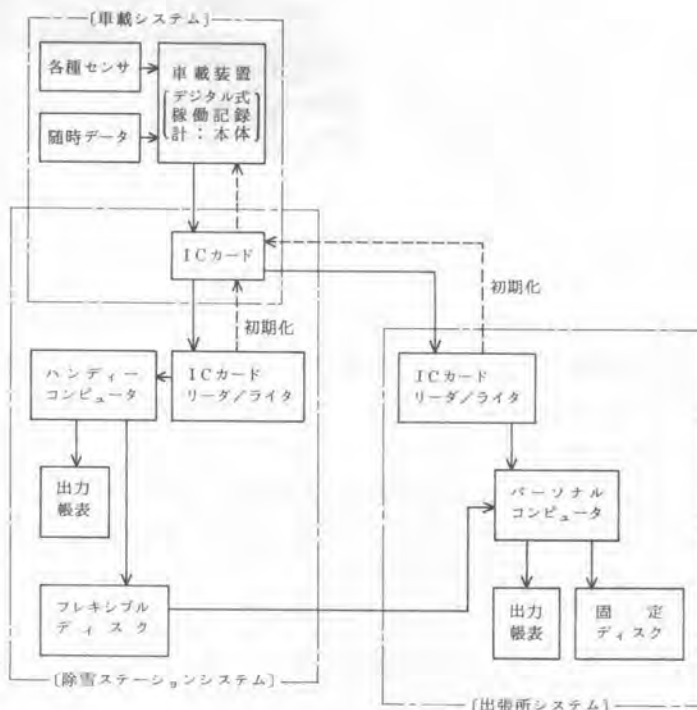


図-2 システムの基本構成

自動的に読み込むほか、始業日時、終業日時、機械番号等のデータを自動的に読み込む。また、工種区分、路線区分、給油量等の随時データについては手入力（キーボード入力）により読み込む。

これらのデータは、セットされた記憶媒体である I C カードに読み込まれ、オーバーフローした場合データは本体の記憶装置部に記憶され、新しく挿入された I C カードに読み込まれる。

（概略仕様）

寸法・重量：幅 260×高さ 120

×奥行 200mm

重量約 5 Kg

記憶容量：ROM 8K バイト

RAM 32K バイト

表示部：16文字×1行

収集データ：作業データ（5チャンネル）、速度データ、随時データ（7種）



写真-1 車載システム概観

3-2 ICカードリーダー/ライター

ICカードリーダー/ライターは、ICカード内のデータを読み取るほか、データの書き込み、チェック、消去等の機能を有し、後述の解析装置（パーソナルコンピュータ）に RS-232C インターフェイスを介して、データを転送する。

3-3 解析装置（パーソナルコンピュータ）

解析装置は IC カードに記録された各機械のデータや人力作業などの手入力データの解析、諸計算、管理運用に関する統計処理を行うもので、16ビットの汎用コンピュータを使用した。集計処理フロー及び出力帳表の例を図-3～4に示す。

（概略仕様）

C P U：16ビット汎用コンピュータ

フロッピーディスク：5インチ、2HD（1Mバイト）、2ドライブ

固定ディスクユニット：記憶容量20Mバイト以上

ストリーマユニット：固定ディスクユニットバックアップ用

ソフトウェア：（使用言語）N88日本語 BASIC（使用OS）MS-DOS

3-4 ICカード

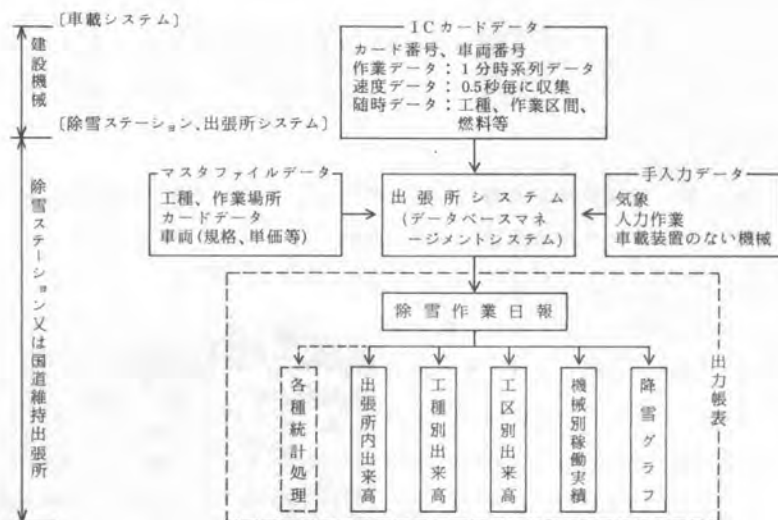
従来、一部で試験的に運用されている運行管理システムでは、パック式の記憶媒体が用いられていたが、本システムでは将来性、取扱性から記憶媒体としては、消去可能型 IC カードを採用した。

（概略仕様）

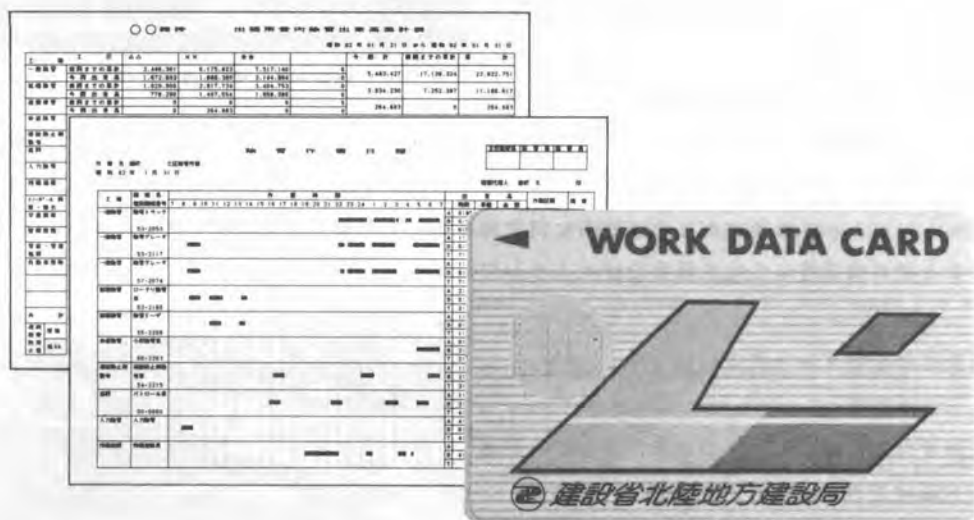
寸法：縦54×横86×厚さ1.3mm

C P U：8ビットシングルチップマイクロコンピュータ

記憶容量：16Kバイト（128Kビット）EEPROM



図－3 集計処理フロー



図－4 出力帳表例及びICカード

4. まとめ

本システムは除雪作業という限られた範囲での適用であったが、ソフトウェアやパソコンが汎用性の高いものであることや、ICカード等の構成機器類が取扱性、耐久性に優れていること、各種センサ等の接続が容易であることなどから、今後は各種建設工事現場における建設機械運行管理等への応用が期待される。

8. 多車線道路用除雪機械の開発と施工について

建設省北陸地方建設局：羽賀 清治
建設省高田工事事務所：武藤 和宏・*上村 弘

1 まえがき

バイパス、現道拡巾等、幹線道路が整備されるに伴い広巾員化多車線化が進み、その延長も年々増加しており、今後ますます、広巾員多車線の道路の整備が進むものと想定される。

冬期間、これら多車線道路の交通を確保する除雪工法として、経済的に、かつ効率良く行うには、従来から数台の除雪機械を雁行させて巾員の確保に努めていたが、路線の延伸に合わせて機械台数を増加することは、社会情勢、オペレータの確保等の諸問題もあり、機械台数を極力抑え省力化された、効率の良い除雪機械の開発及び施工法の改善が強く望まれている。

この対策の一つとして、1台当りの作業巾員を大きくして、一編成当りの機械台数を減ずる方法を考案した。



写真-1 多車線道路状況

改造機種は、新雪除雪や路面整正作業の主力機械となっている除雪グレーダ230psに取り付けられている4mブレードをサークル下部に、2枚装着しこれを左右に移動させ6mまで作業ができる可変巾形除雪グレーダを開発した。

昭和61年度、北陸地建高田工事事務所に開発機を導入し、施工性等について調査を行ったので、設計方針と使用実績等について概要を述べるものである。

2 可変巾形除雪グレーダの仕様

2.1 基本構想

- ① 装置の構造がシンプルで故障が少なく、既存する機械との互換性の有するものとする。
- ② 4m級除雪グレーダは、作業に適した線圧（最大30kg/cm）と、雪質や道路条件に合わせて自在にブレード推進角及び切削角を可変させる事ができる。よって多車線道路の除雪においてもこの機構が必要であることから除雪グレーダをベースとした。
- ③ 作業巾：回送時ブレードが車巾内に格納出来る最大巾とした。



写真-2 可変巾形除雪グレーダ

写真-3 作業幅員灯及びブレード端部標示灯



2.2 作業装置

新規に装着したブレードは、既設ブレードの前方に取り付けた。

① 第1ブレードの取付位置：圧雪処理作業は線圧等から、第2ブレード（既設のブレード）のみで行なわなければならない。よって処理雪の流れを必要とする空間（0.2～0.3m）からブレード間距離を800mm以上、また第1、第2ブレードのリフト差を200mm以上とした。

② 各ブレードは、雪質によって切削角が自由に変更できる様パワチルト装置を設ける。

③ ブレード横送り量：通常作業は左流しが多い。よって第1シリンダの取付位置を右へ250mmオフセットした（最大除雪作業巾6mを確保するため）。

④ 操作：運転席から操作が可能なワンマンコントロール方式である。

2.3 安全対策

交通開放しての作業も行なわなければならない事を想定し、作業員及びブレード端部の位置を一般車両に早期に視認させる必要がある。よって今回新規に次の装置を設けた。

① 作業員員灯の設置：運転席から操作が可能な可変式作業員員灯を設けた。

② ブレード端部標示灯の設置：右側第1ブレードの前方及び後方、第2ブレードの後方に点滅標示灯（発光ダイオード式）を設け、吹雪時及び夜間に於いて、対向車及び追越車両に作業装置の先端が早期に視認できる灯具を取り付けた。

③ 内照式標識装置：車両の後方に作業中であることを標示する、内照式標識装置を設けた。

2.4 作業による使い方

路面の圧雪硬度や雪質に応じてブレード線圧を変えて使用しなければならない。本装置の使い分けは、図-1に示す様に圧雪硬度75kg/cm²以下で第1、第2ブレードを併用して使用する。

圧雪	硬	第2ブレード専用 最大線圧15m	ブレード線圧 (kg/cm ²)
	100kg/cm ² 以上		
	中	第1、第2ブレード併用 最大線圧5m	
	50～100kg/cm ²		
軟			
新雪			

図-1 ブレード線圧と雪質



写真-4 第1、第2ブレード取付状況

推進角	可変幅形ブレード装置車（2枚ブレード）				作業幅
	ブレードシフトシリンダ位置標準		ブレードシフトシリンダ位置調整		
	左流し	右流し	左流し	右流し	
90°					φ101m
80°					3.47m

図-2 ブレード推進角と作業幅員

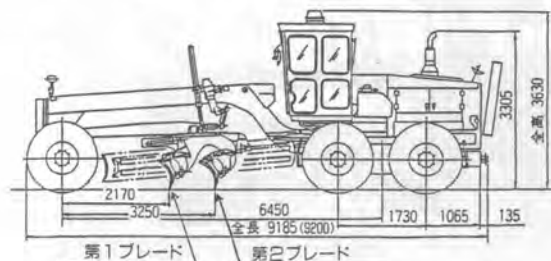


図-3 可変巾形除雪グレーダ側面図

3 使用結果

3.1 昨年度に比較して連続降雪の続く日が少なかったため、硬い圧雪が長時間に渡り発生する事はなかった。しかし、新雪及び路面整正作業として167-30分と平均運転時間（昭和61年度高田工事事務所保有の除雪グレーダ1台当りの運転時間）以上の作業を行なった。内容は夜間の使用が60%を占め、また、70%以上の時間帯で第1、第2ブレードを同時に用いて作業を行った。よって当初操作技術的な制約から限られた地域で昼間のみ使用する予定であったが、使用するにつれ、除雪巾が広い事による技術的操作の困難性はなくなり、結果として昼夜の区別なく使用できた。

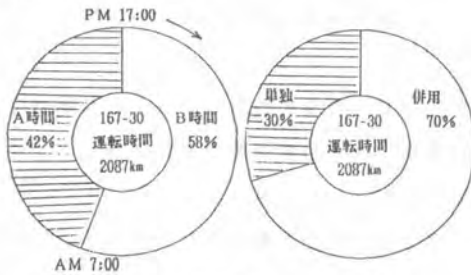


図-4 可変巾形除雪グレーダ使用実績

3.2 作業巾

通常の作業はブレード巾4.2~4.8m（推進角55~65度）で行った。交差点では6mまでブレードを広げて交差点外へ排雪する事が出来た。道路巾員が短区間で極単に変化しないバイパス等の多車線部において特に効率的な作業が可能である。また、局部的に広く整備されているランプ、追越車線、登坂車線等では、作業巾員が6mまで作業ができるのできめ細い除雪が可能である。

可変巾形除雪グレーダを多車線道路の除雪に用いると1編成当たり1台減らすことができる。



写真-7 作業幅員6mで交差点内の除雪作業



写真-5 除雪作業状況



写真-6 一車線ワンパス除雪作業

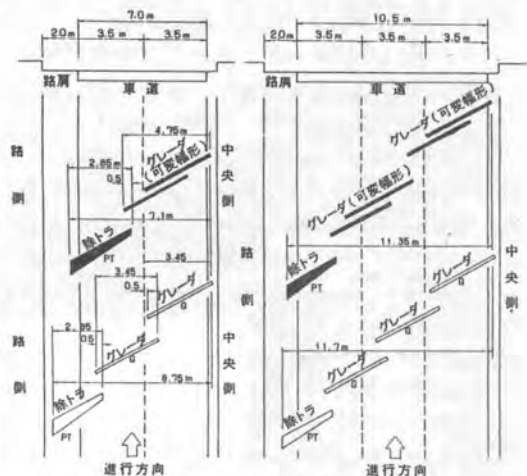


図-5 一編成当りの除雪機械配置

3.3 ブレード線圧

ブレード昇降用シリンダ圧力と前輪荷重及びブレード線圧の関係を図-6に示す。作業中のシリンダ内圧力は、5~10kg/cm²、最大でも20kg/cm²であった。以上から新雪除雪や路面整正作業中のブレード線圧は4.1~5.6kg/cm²、この時の前輪残荷重は4.0~4.8t（前輪一軸）と走行安定性（ハンドルが取られる等）においても特に問題は無かった。

3.4 除雪作業速度及び出力

図-7に10分間の除雪作業中の速度変化状況を示す（施工管理システムの速度データ処理より）。図から可変巾形除雪グレーダの作業の作業速度は10~20km/hの範囲で作業を行っており、既存の除雪機械と殆んど変わらず、また、作業中フルスロットルにて作業を行うこともなかった。以上から、新雪除雪等の作業に於いて巾員が増加しても機械出力、作業速度の低下にはならなかったものと思われる。

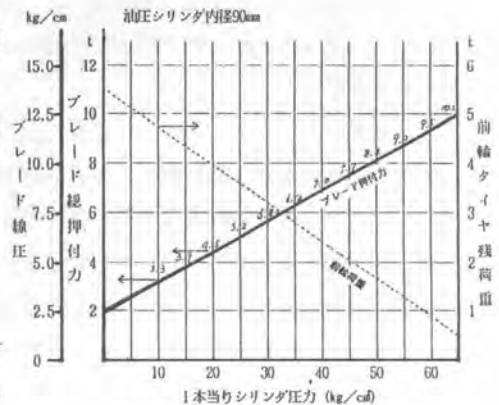


図-6 昇降用シリンダ圧力とブレード線圧



写真-8 ブレード負荷状況と雪の流れ

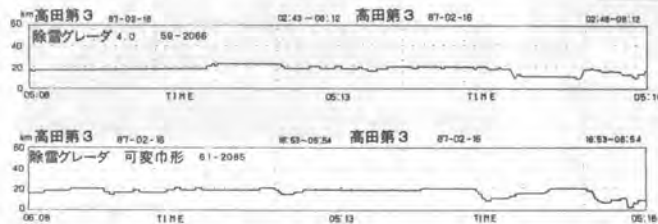


図-7 除雪グレーダ作業速度データ線図

4 まとめ

- ① 4車線以上の道路を除雪する場合、一編成当り機械台数が1台減ずることができる。
- ② ブレード巾員を広くしても作業性に対する困難性は特になかった（既存の機械に比較して）。
- ③ 操作レバが2本増加しているが、新雪や路面整正作業では変らなかった。
- ④ 20km/h以上の速度で作業が可能である。
- ⑤ 作業巾員を標示する標識灯を設ける事により安全作業に対する信頼性が高くなった。
- ⑥ 1車線ワンパス除雪作業が可能である。
- ⑦ ランプ、駐車帯等について、きめ細かい除雪が早期に可能である。

5 あとがき

長年検討を積重ねて開発し、今回初めて実機として導入した多車線道路用可変巾形除雪グレーダは初期の目的を果たしたと思われる。今後、高規格道路の延伸に伴い増々重要視される除雪に対して除雪工法等の見直しを含めて研究を続けていきたい。

9. ダムの流木・塵埃処理に関する調査試験

建設省関東技術事務所：小河 義文

1. まえがき

台風等によってダム湖へ大量に流入し、浮遊する流木、塵埃は、ダムの管理上大きな問題となっており、次のような悪影響を、おぼしている。

- ① ダム周辺は景勝地を多く有しており、これらの景観を損ねてしまう。
- ② 流木等がゲート、バルブなどダム構造物へ付着し、噛込や、水密ゴム破損などを引起し操作管理上好ましくない。又このまま放流すると下流への影響も懸念される。
- ③ 流木、塵埃等が水を汚し、水質汚濁の原因となる。
- ④ 流木、塵埃の処理は、人力作業によることが多く、作業が非常に危険であり、かつ省力化もなされていない。
- ⑤ 処理するために、膨大な費用が必要となっている。



写真-1 ダム湖面の流木等



写真-2 流木処理状況

本調査試験は、これらの問題を解決するに当り、流木塵埃等を機械で処理することで効率よく処理し、流木を資源として有効利用することにより、処理費の軽減を図るシステムの検討を行うとともに、流木処理試験装置による陸上での試験を実施し、流木処理船の開発設計を行ったものである。

2. 現状の処理方法

現在各ダムで実施されている流木処理方法は、大別して2つの方法がとられている。その方法は、①水位の下がるのを待って湖岸で焼却する方法、②ダムサイト等まで洩れてきて、荷上げし焼却する方法である。いずれの方法も、作業性上非常に危険が伴い、非能率的な方法といえる。又、荷上げすることで、処理費も高価となっている。

3. 流木の有効利用

現状の焼却処理に代る有効的な処理方法として、流木を資源としてチップ化など有効活用ができないか、又これを処理費に還元することで処理コストの軽減ができないかなどのことについて、調査試験を行った。試験内容は、チップ工場に採取した流木を持ち込み、チップ加工を行って、チッ

チップ化の可能性をみると共に、チップの品質、チップ機械の損耗などについて調査試験を実施した。



写真-3 採取した原木



写真-4 チップ生産状況

これらの調査試験の結果から次の結論を得た。

- ① 従来流木は、石などが噛込んでいて、用材はもとよりチップ化もできないと言われていたがチップの刃の損耗も認められず、充分チップ加工ができることがわかった。
- ② チップの品質としては、表皮のない良質のチップとなり、製紙及びダンボール用チップなどとして充分活用できることがわかった。
- ③ チップ工場や、製紙会社を対象に、流木の受入れ調査を実施したが、原木の状態でも、又チップ化したものであっても充分売却が可能であることが判明した。

4. 流木処理機械試験

調査試験から、より経済的に処理する方法として流木の売却方式が効果的であり、資源の有効活用も図れることがわかった。さらに、原木の荷上げを効果的、かつ安全に行うために流木処理試験装置により、流木処理船の作業装置としての適応性、作業性などについて構内プールを用いて陸上試験を実施した。



写真-5 流木処理試験装置



写真-6 処理試験状況

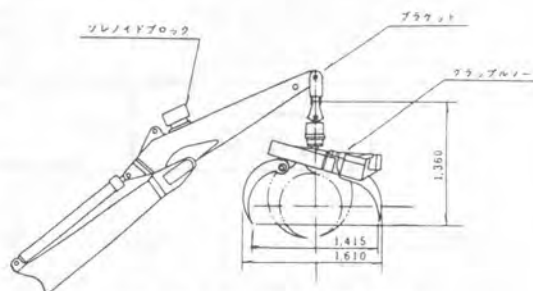


図-1 流木処理試験装置図

試験の内容は、流木つかみどり、切り揃え、積込みなど一連の作業を行い、サイクルタイム測定、

作業装置の安全性、作業性などについて調査試験を行った。

5. 流木処理の方法

流木処理試験装置の適応試験から、効率的な流木処理システムは下記の方法が妥当であるとの結論を得た。

- ① 流木処理船で集木、成形を行い、ダムサイト等まで運搬する。
- ② クレーンで荷上げた後、原木を現地で売却する。
- ③ 根っ子、小枝、塵埃等は、アタッチメントの塵埃捕捉バケットにより別途荷上げし、焼却する。

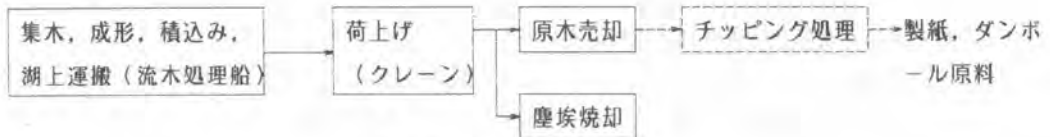


図-2 流木処理フロー

6. 流木処理船の開発設計

流木処理試験装置による試験結果を踏まえ、流木処理船の設計（図-3及び表-1参照）を行い、合せて経済比較も行って、導入のメリットを確認した。

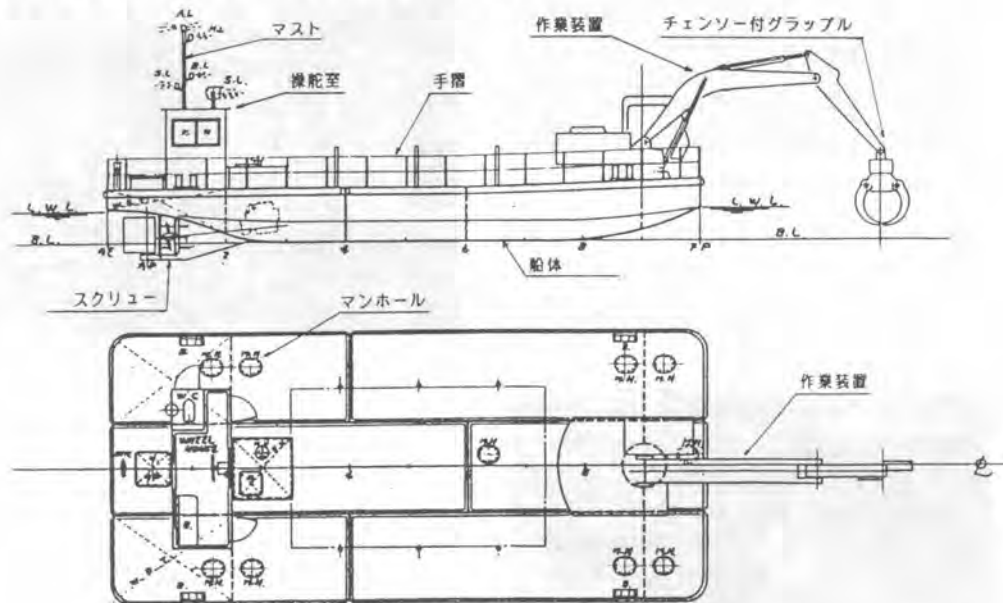


図-3 流木処理船概要図

開発設計に当っては、①ダム間の転用を考慮し、分割組立式とした（図-5参照）。②効率的な荷上げのため船上での流木の切り崩えや玉掛けが安全で、能率よくできるよう考慮した。③作業性を考慮し、自航式とした。などの点に留意した。

又、本船採用のメリットとしては、次のことがらが上げられる。

- ① 流木処理船での処理により作業の安全性が大巾に図られる。
- ② 流木処理船で処理すれば、処理時期が限定されないこと、又高い水位での作業もできるので急傾斜地等の処理残しが無くなる。
- ③ 流木処理船での施工は、流木の焼却場所の確保の問題が解決される。
- ④ 流木処理船による処理を行えば、流木処理の省力化、及び流木を資源として有効利用する処理が行えるので処理コストの軽減が図られる。

7. 流木処理船の施工形態

流木処理船の施工形態は、まずグラブで流木を捕捉し、チェーンソーで成形して処理船に積み込み、自力で荷上げ場所まで運送する順序となる。作業人員は、船長1人、特殊運転手1人、作業員2人の計4人程度が必要である。

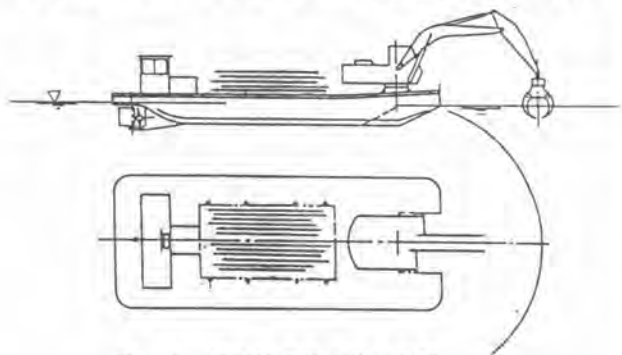


図-4 流木処理船の施工形態

表-1 流木処理船主要仕様

項目	仕様
形式	自航組立式
全長×全幅×深	15×6.7×1.3m
機関出力	50Ps/2,500rpm
船速	10Km/h
総トン数	約14Ton
処理能力	9m/h
油圧バックホウ	0.45 m相当 85Ps/2,200rpm
グラブルソー	
最大玉切径	700mm φ
最小つかみ径	110mm φ
旋回角度	360度
塵埃バケツ	エキスパンド メタル

8. まとめ

今回の調査試験は、流木の処理の省力化、安全化、迅速化が要請される中で、実施したもので、流木処理船での施工が得策であり、現実的であるという結論を得ることができた。

これらのメリットをもった流木処理船の早期の導入にむけて、現在関係各部所課等と協議を進めている。

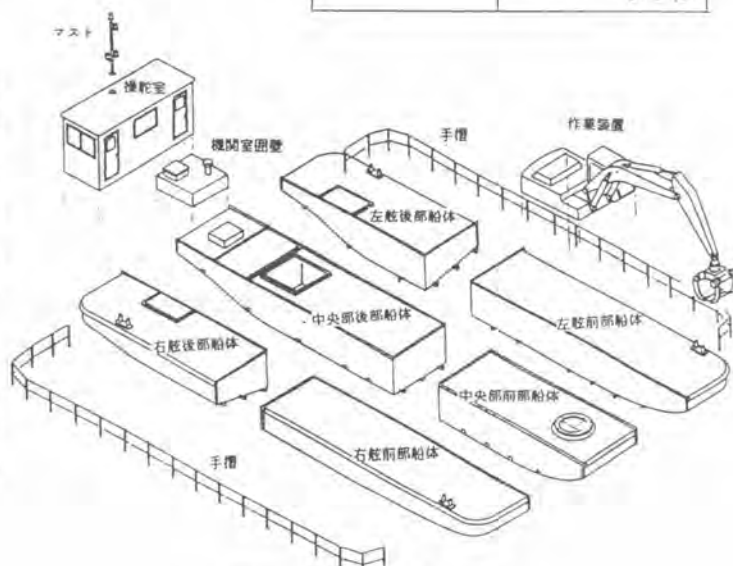


図-5 船体分割要領図

10. 高速道路床版コンクリート調査ロボットの研究

㈱銭高組：岡崎 登

1. まえがき

現実の問題として、一部の高速道路などについては、その老朽化が限界状況にきているのが現状といわれている。

このような公共的社会資本の老朽化に対し、維持補修を主として背おうべき立場にある建設業界を取巻く経済、社会環境は大きく変わりつつある。それは財政事情による公共投資予算の抑制傾向、わが国の高令化、高学歴化の急速な進展に伴う良質な建設労働力確保の制約、社会価値観の変化や労働安全衛生面など克服すべき数多くの課題を抱えている。

こうした課題を解決する手段として、土木・建築分野においても自動化の特殊性や、現場的制約条件を克服するため産業ロボットに代表される高度なメカトロニクスの導入が試みられるようになってきた。筆者は、このような動向の中で、最近緊急度が高まっている高速道路橋、新幹線などの高架橋など鉄筋コンクリート構造物を対象とした、老朽化の進捗度ならびに補修の必要度を調査診断するロボット・システムについて日本産業ロボット工業会、鉄筋コンクリート構造物老朽化診断作業安全自動化モデル策定研究専門委員会の一員とし、各位の協力によって以下、(高速道路床版コンクリート調査診断ロボット)の基本的概念構想(その1)を纏め得たことを発表する。

2. 研究の目的と対象

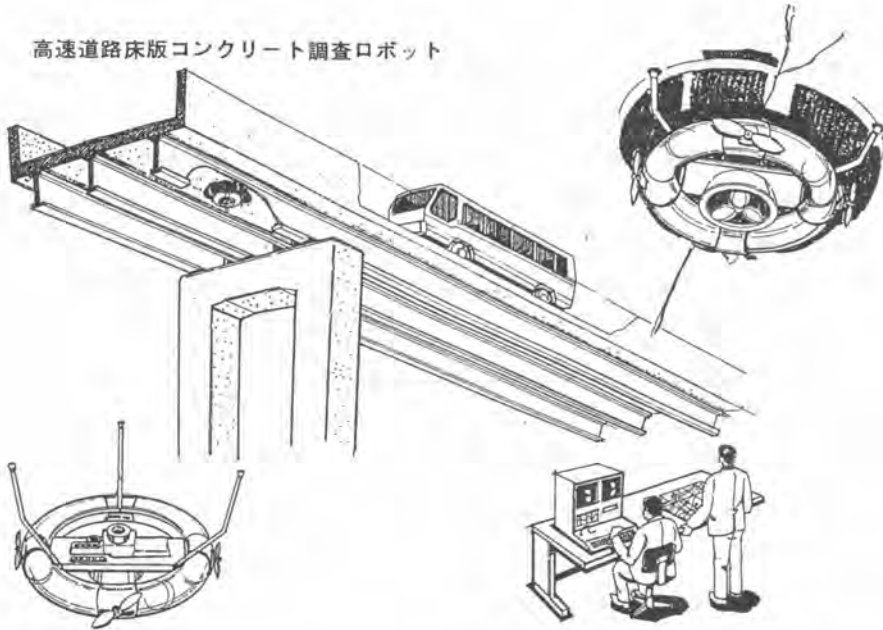
近時、高速道路床版コンクリートの老朽化による、「ひびわれ」現象が叫ばれ、一部補修工事がひんぱんに行われている。これらの橋梁、高架橋の施設が一時的にでも供用を停止したり、交通規制することは社会的に困難な状況下にある。

従って、この調査診断は一般に高所作業となり、調査精度も高度なものが要求される。従来は仮設足場を必要とするため、調査員の安全確保、並びに測定調査に長時間を要するなど、数多くの欠点があった。よって、これらの要因を解決する目的で現場的計測の自動化と、計測対象物への移動手段に重点をおいた。

2・1 基本と概念

- 1) 鉄筋コンクリート構造物の老朽化調査診断の範囲を明らかにする。
- 2) 対象鉄筋コンクリート構造物の調査診断カ所、項目を明らかにする。
- 3) 現状の調査診断方法から問題点を抽出し明らかにする。
- 4) 研究の重点としては、
 - a) 調査診断の省力化
 - b) 調査診断の安全化
 - c) 高性能、インテリジェント化
 - d) 操作性、取扱性に優れたもの。
 - e) 経済性や採算性を考慮しながら志向する。
- 5) 調査診断ロボット・システムについて概念設計構想モデルを提示する。
- 6) 今後の研究開発課題を設定する。

高速道路床版コンクリート調査ロボット



Designed by Dr. N. OKAZAKI

2・2 調査対象の範囲

- 1) 現場計測データの収集手段の自動化を第一義とする。
- 2) 鉄筋コンクリート高架橋のうち、スラブ下面、パラペット外壁面とする。
- 3) 鉄筋コンクリートひびわれの物理計測
- 4) 鉄筋コンクリートひびわれのパターン計測
- 5) 上記計測のための移動方式の採用

2・3 システム構成の基本

- 1) 非破壊、非接触で検出、測定する。
- 2) 画像処理(C・C・Dカメラ計測)をシステム化する。
- 3) 高所作業であるため、ロボット化する。

本研究構想の骨子としては、上記1)2)3)のシステムを考慮した。空中学上移動型ロボット診断方式を概念構想とした。

3. 道路橋床版コンクリートの調査診断ロボットの概念設計

空中浮上移動型診断ロボットの基本的概念および特性

- ① 空中移動式を採用することによって、自由度が大である。
- ② 高所ほどメリットが大である。
- ③ 計測、移動が遠隔制御
- ④ 新方式である。

3・1 空中浮上移動型診断ロボットの技術構成

本方式は、調査診断の対象構造物のあらゆる条件下で利用できることを意図し構想したものであ

る。高架橋は平坦地ばかりでなく、山間部、河川、海上など地形条件の所に建設されている。これらのすべての場所で利用できる汎用性の高い移動方式は空中浮上が望ましい。

空中移動方式でも種々な方式が考えられるが、本構想では従来なかったチューブ型のHeガスフロート（バルーン）による空中移動ロボットを提案する。図-1に示す概念構想は、浮力の利用により搭載された機器重量を支え、小さな動力で空中における自由な移動を可能にした調査診断方式である。なお、本計測診断環境の悪い高所あるいは橋梁下、足場条件の悪い山間部などにおいても、リモートコントロール操作による自動計測に有効である。

3・2 特徴

本方式の特徴とする所は、計測ユニット部の本体重量とHeガスフロートの浮力を等しくするか、本体重量を数100g程度重くすることによって、仮にブースターの電源系統が故障で停止し、計測ユニット本体が落下を始めても緩やかに降下するだけであるから危険は少なく、安全性にも優れている。なお、具体的には、本体を軽量化するには全体を小型化することも重要である。

よって、浮力用フローのHeガス体積は、計測ユニット部本体重量に比例するため、計測ユニット部の装備部品の小型軽量化、それに、構造材、筐体材のAl合金、エンジニアリングプラスチックなどの新素材の活用により軽量化を図る必要がある。

主要構成部の特徴と説明

検査ユニット部（浮上筐体）の特徴

- 1) センサー（C・C・Dカメラによる受信）と半導体レーザー（送信）から構成され、ギヤードモータ④駆動により、シャフト⑤上を移動走査する。
- 2) 筐体浮力フロートは、筐体重量（C・C・Dカメラ、ブースター等総重量）と等しい浮力の体積を持つフロートとし、浮力媒体はHeガスを充填する。形状は小型化するため円形状とし材質は比重の軽いプラスチック材が望ましい。
- 3) 位置決めのパットは、独立気泡型吸着パット3個を有し、パットの内部には球面キャストを内蔵。移動時は、浮力ブースター出力を下げることで、キャストが突出し、測定時は、（走査時）にはブースター出力を下げることで、キャスト部が沈み静止圧着により位置決めが可能。
- 4) 浮力補助ブースターは走査時に於いての風速等を考慮して、浮力コントロールが可能なシステムとする。
- 5) コントロールユニットは電動車移動が可能な構造とし検出された信号を記録するデータ処理装置、モニターTV、コントローラー、電波等の構成とする。

※なお、1) センサー部分のCCDVTTRカメラは、スーパーレンジ型、AF（オートフォーカス）ブロックダイアグラム方式を考えた。すなわち、ひび割の状況を約50～80cmの距離からズームAF（9㉫～27㉫のズーム機種を有したレンズ）を通しC.C.D固体撮像素子に変換し、この情報を画像処理する仕組みとなっている。本カメラの特徴は、ひび割の情報を無段差の距離で広範囲受信できるのが特徴である。（-出所- ミノルタカメラ製品）

- 6) リモートコントロール、計測ユニットの操作はすべてリモコン操作（無線または有線）で行う。

7) コントロールユニットについては地上、または路面上に停車した移動車内に設置し、自動計測データを収録するデータ処理装置、モニターTV、ブースターコントローラは電源などで構成される。収集データの解析、画像処理技術は移動車内に設けてもよいが、専用の解析センターに持ち帰り処理の方が装備の経済性の点から望ましいと思料する。

4. 考案

本方式は、高架橋、スラブ下面の調査診断にとって、自由度と汎用性の高い方式であり、しかも技術的、経済的にも実現性が高い方式である。構造的にはいくつもの変形が考えられるが概念設計構想として最も基本的な形態であると考えている。

無線によるリモートコントロール技術は、現在高度化しており操作性には問題がない。

問題点としては、大量の計測データを無線で送信するか、有線による供給方式を作用するかである。特に、フロート浮上方式だと小型軽量化が欠かせない制約条件である。重いバッテリーを搭載することはまず不可能である。よってI・C送信機を用い太陽電池の利用も考えられるが受光板が大きな面積をしめるため、移動性、作業性を阻害することになる。

従って、本ロボット性が高い機械装置にとって、この駆動源、動力源の内蔵化、および制御における自律性の確保については、さらに再検討を必要とする。

なお、本システムの実現性を優先するならば、動力源の供給は有線ケーブルが好しいと考える。

システムの効果については、①浮上移動方式であるから自由度が大きく、構造物の場所による制約が極めて少ないこと。②上下左右、旋回など、3次元移動が迅速に調査できる。③Heガスフロート(バルーン)方式であるから、移動のための駆動エネルギーが極めて少ない。省エネルギー型である。④高所から低所までの調査が可能、特に、不可能な高所での調査診断に威力を発揮できる。⑤調査診断ばかりではなく、搭載機器のアタッチメントを変えることによって、簡便な補修塗装などにも応用が可能になる。⑥吸着パットの強力化と本方式の組合せによって、更に対象作業項目が大巾に飛躍できる可能性が含まれている。

5. 今後の研究開発課題

これからの研究開発課題について、以下に箇条的に述べる。

- (1) 調査診断の総合化：劣化状況のデータ計測の収集(データベースの構築)の処理、判定まで一貫した調査診断方式の確立が必要である。
- (2) 調査診断システムの構築：a) システムのモジュール化、b) 情報システム通信の高度化
- (3) 要素技術の開発：コンクリート構造物劣化診断のため、特に部材内部の物理的、化学的性状が把握できる非破壊型センサーの開発、高度画像処理技術の開発、データの経時的収集センサーシステムの開発、色差計センサー、超音波センサー、温度センサー。などの開発が重要である。

要は、技術的には実証研究の必要がある。なお、今後の技術的波及性、利用分野での応用性の広さを考慮すれば、積極的研究開発が望まれる構想である。

最後に、本研究を進めるに当って御協力いただいた日本産業ロボット工業会安全自動化策定委員会の各位、ならびに参考資料の提供をいただいた各社に感謝の意を表する。

11. 気・液反応グラウト用混合機

三信建設工業(株)：*佐藤 武・工藤 公生

薬液注入工法は、1887年に水ガラスと塩化カルシウムによるヨーステン法がヨーロッパで発明されて以来、この百年間、建設工事において広く実用に供せられてきている。我が国では昭和30年代より実用が進んだが、特に地下水位が高く軟弱な地盤上に大都市が集中し、輸送網、上下水道網、通信網を完備するため絶え間ない建設を必要とし、その安全性、かつ迅速な施工のために、薬液注入工法は必要不可欠なものである。そして近年は厳しい公害規制と経済情勢の低迷から、効果のみならず安全性と経済性にも優れた技術の開発が要望されている。

炭酸ガスと水ガラスの反応による固結作用については、古くから鑄型の製造の際に使用する砂型の製造手段として、砂に水ガラスを浸み込ませてそれに炭酸ガスを送気する事により、砂を固化する方法で行われてきている。

水ガラスを使用し、その硬化剤として炭酸ガスを用いて砂を固化する手法は、見方を変えるとまさしく薬液注入工法による地盤改良と同じ考え方である。

又、水ガラスの固化は、水ガラス成分のアルカリ成分の中和によって起こるものであり、炭酸ガスはアルカリ排液等の処理システムの中で中和剤として使用されている。

これらのことから、炭酸ガスを硬化剤とする薬液注入材の開発が始まった。

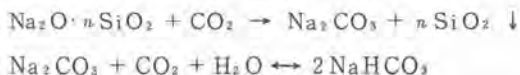
水ガラス系注入材の硬化剤として炭酸ガスを使用する利点は、大きく次のようなものがある。

- 1) 炭酸ガスは、他の硬化剤に比べ安価であり、経済的な工法である。
- 2) 炭酸ガスは、不純物が少なく（不純物は主として水分である）極めて安全性が高い。
- 3) 地中に未反応の炭酸ガスが残っても、固化した注入剤又は地下水に吸収されてしまい、硬化剤による地下への汚染がない。
- 4) 設備が簡単になる可能性をもっている。
- 5) 自動化、省力化が進む可能性がある。

炭酸ガスは、乾燥状態では一般に他の原素、化合物との化合、反応は不活性であるが、水溶液としてはそれが酸性を呈することにより多くの反応が行われる。

又、アルカリ性溶液には、非常に良く吸収、溶解される。

炭酸ガスと水ガラスの反応機構は、模式的に次のように表わされる。



酸化ナトリウムと二酸化炭素の比が炭酸ガスの中和作用により、ある限界値まで減ると、二酸化珪素（不溶性ゲル）が溶解の限界値に達し、析出（ゲル化）してくる。

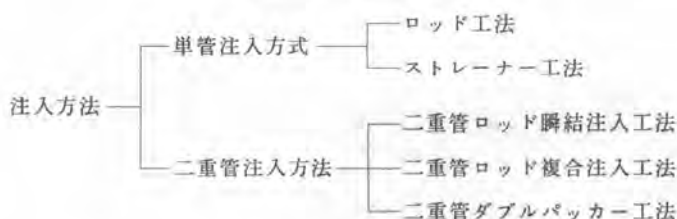
水ガラス系注入材の硬化剤として炭酸ガスを使用する場合の注入方法としては、次の4件が考えられる。

- 1) 水ガラスを地盤中に注入し、その後に炭酸ガスをふき込む。
- 2) 炭酸ガスを単体として送気し、ロッド先端にて混合する。
- 3) 炭酸ガスを水に溶解させ、炭酸水として送り、ロッド先端にて混合する。
- 4) 炭酸ガスと水ガラスを地上で反応させ、反応後に送る。

注入の確実性を考えると、1)の方法は満足な注入が十分にできるとはかぎらない。

水ガラスと炭酸ガスの反応を考えると、無機物質による単純な反応であるため反応速度は比較的速く起きると考えられ、ゲルタイムは瞬結型が適当であると考えられる。4)案についてはその点から調整が非常に困難である。3)、4)案については、プラントとして複雑になる可能性が大きく、又、送液時の炭酸ガスの分離、酸化などが考えられる。2)案については、フローの面で考えても単純であり、従来ある2重管ロッド瞬結注入工法を適用することにより可能である。

図-1 注入工法の分類



炭酸ガスの送気方法については、液化炭酸ガス充填容器の常温時の圧力が 60 kgf/cm^2 であるため、この圧力を利用している。つまり、注入時に送気のためのポンプ等を使用せず、ガスボンベ自体の持つ圧力によって送気を行うものである。

薬液の圧送については、従来では、主剤、硬化剤の2液を等量で送液するために、2連のプランジャーポンプを使用するのが最も一般的な方法であるが、この方法でも、硬化剤はガス体でボンベ自体の持つ圧力で送気するため、薬液を送液するポンプだけでよい。

以上の方法により、単に従来使用されている二重管ロッド瞬結注入工法のシステムにおいて注入を行うと、水ガラスを確実にゲル化させることはできない。その理由としては、次の2つが考えられる。

- 1) 硬化剤が気体であるため、いわゆる注入圧力の変動によって圧送されている炭酸ガス量に変化し、常に一定量の炭酸ガスを供給することが困難である。このため、注入圧が上昇した場合、供給される量が減少し、ゲル化が行われなくなってくる。
- 2) 炭酸ガスと水ガラスが接触する部分がロッド先端であるため、混合時間が短く、十分な反応が行われていない。

問題点の1)については「カーボコントローラー」が開発された。これは、炭酸ガスを、注入圧力の変動にもかかわらず一定量の流量で送気できる装置である。

図-2のような容器の接続を考えた場合、上流側の圧力を一定と考えた時、下流側の圧力 P^1 が一定の時の流量に対して P^1 を徐々に上昇させると、それとともない流量は減少していく。これが問題となる現象である。次に図-3のように先細ノズルと容器の接続を考えた場合は、上流側の圧力 P^0 が P^1 に対し十分に大きい場合、ガス流量は P^1 を徐々に上昇させていくと、ある圧力までは P^1 の変化に影響されず一定の流量を保った状態となる。この一定の流量を臨界流量という。又、臨界流量を保つ P^1 の最大圧力を臨界圧力という。この状態は、ノズル出口の流速が音速になり、下流側の圧力の変化の信号が上流に伝わらないために起こる現象である。

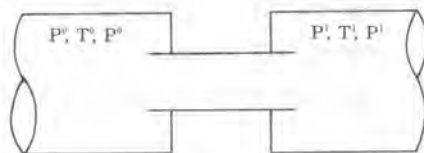


図-2

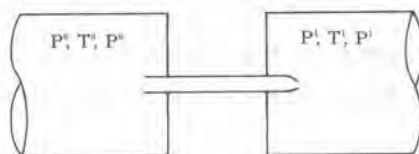


図-3

この現象を模式図で示すと、図-4 のようになる。この原理を応用することにより、「カーボコントローラー」システムが完成された。

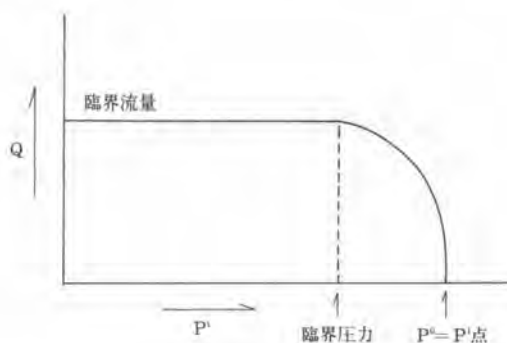


図-4

問題点2)については、反応効率を高めるために、邪魔板等を設けるなどの手法が考えられるが、この方法では経時とともにゲル物がスケールとして付着してゆき、邪魔板の効果が劣えていく等の問題がある。このため、ロッド先端部圧力混合室を設け、水ガラスと炭酸ガスの混合後の圧力と反応時間を十分に得られる特殊先端混合装置を開発した。

以上2点の開発が行われたことにより、数秒の時間で水ガラスをゲル化させることができる「カーボロック工法」として実用化が可能になった。

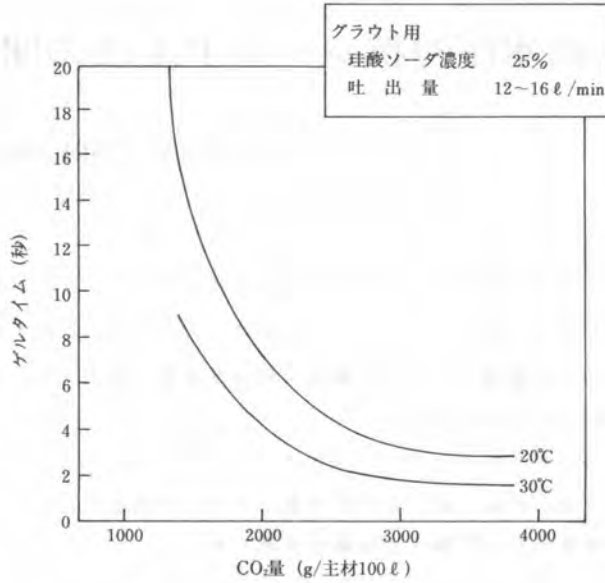
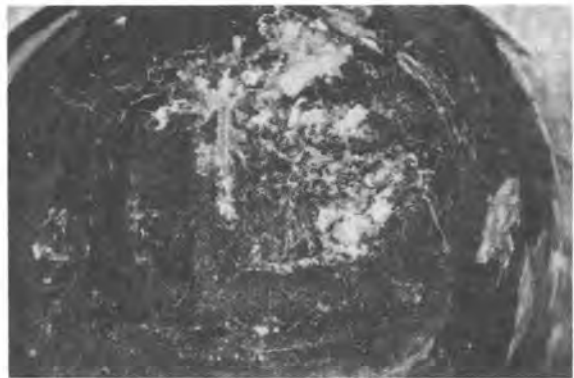


図-6 ゲルタイム

右の写真は、神奈川県下の下水道工事で、
φ1200の推進工事の時のものである。

当現場の地盤は地下水位が高く、土質はレキまじりの中砂層からなり、推進工事に際し山留鏡切りを実施するが、その際の応力開放、湧水に伴う土砂の崩壊の恐れが十分にあった。このため二重管瞬結工法によるカーボロック工法を使用し、鏡背面へ注入を行った。

その結果、鏡部は写真に示すように強固に固結され、無事に推進機の発進が行われた。



12. 高水圧対抗シールド工法の開発

(株)奥村組：脇田 恒夫・*畑山 栄一

1. まえがき

シールド工法は地下鉄、電力、通信、下水道などの都市におけるトンネル工事の施工法である。都市での施工条件の厳しさが増すにともなう、この工法はこの20年位の間に工事量が急増した。それとともにより厳しい施工条件に遭遇し、それが施工技術の進展をうながした。今後多様な施工条件に対応した技術開発が進められると思われる。

その一つに地下空間の高度利用にともなう大深度での施工があげられる。トンネルの設置位置が大深度になれば、一般に地下水圧が高くなり従来の技術では対応できない。そこで高水圧条件下での施工を可能にするために耐圧性の向上に関する技術を開発した。

2. 加泥シールド機の掘削機構

加泥シールド機の掘削方法は、カッターヘッドで掘削した土をチャンバの内部と、チャンバ内から外部に取り出すスクリーコンベアの内部に溜め、この土の圧力で切羽の崩壊を防ぎながら掘削することがその特徴である。この方法では、切羽の水圧が高ければ土を押し流して土圧の保持が難しくなるため、切羽の崩壊をまねいて掘削ができなくなる。したがって、切羽からの地下水の流入をいかにして防ぎながら、土を大気圧下の外部に取り出すかが問題になる。その方法としてサンドプラグ方式(図-1参照)を案出し、 15kgf/cm^2 の耐水圧を目標にした実験を行った。サンドプラグとは、スクリーコンベアの一部に形成させた止水性の高い土の区間のことをいい、その区間の止水性により地下水圧を遮断するものである。コンベアの中を移動中の土は空隙があるため止水性が低いのが、この区間にくると圧縮されて空隙が少なくなり、この区間をすぎると再び圧縮から解放される。土の移動をともないながらこのような状態を安定して維持することが要求される。そこで案出したサンドプラグ方式について、実験によりその形成状態や止水性を調べた。

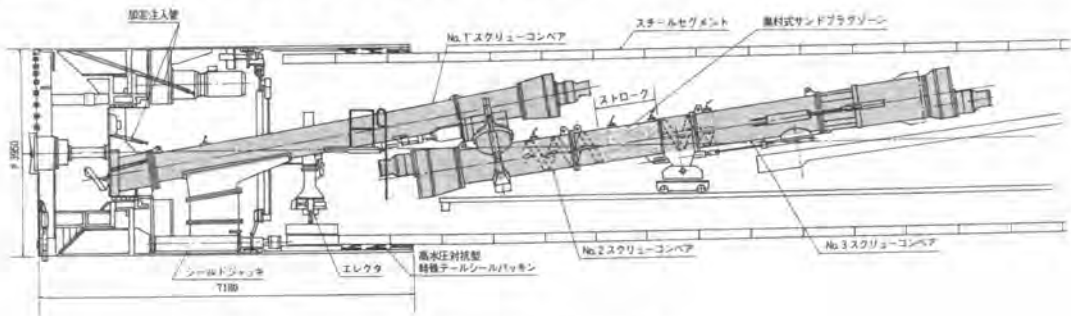


図-1 高水圧加泥シールド機

(1) 実験内容

サンドプラグの形成方法は、2台のスクリーコンベアを直列に配し、その接続部およびその付近にサンドプラグゾーンを設けるもので、この機構について、図-2のような実物大の実験装置を用いて実験した。この装置はチャンバタンクの土を2台のコンベアで搬出する構造になっており、コンベアはそれぞれ別に駆動されるようになっている。

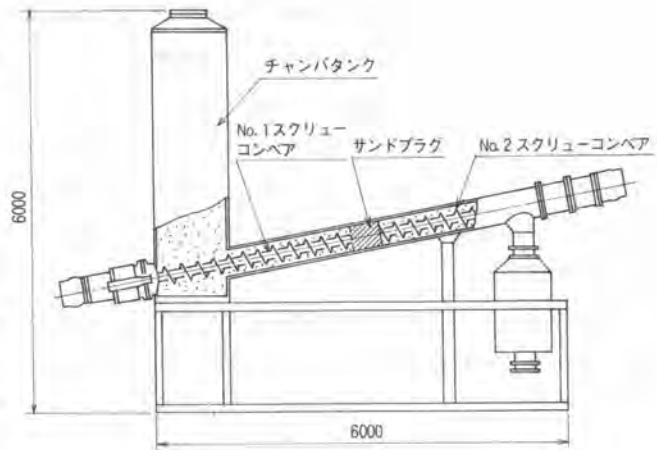


図-2 サンドプラグ実験装置

サンドプラグの形成状態は、チャンバタンク内に水圧をかけ、コンベア排土口に至るまでのコンベア各部の水圧を測定

することにより調べた。サンドプラグの形成は、コンベア回転数、土質、加泥材の配合や注入率などの要因の影響を受け、また、止水性はサンドプラグの長さとその透水性の影響を受ける。なお、加泥材の注入は、土の透水性を減じるため、またチャンバ内の土に流動性を与え、掘削の安定性を向上させるためのものであり、れきまたは砂質土の場合に注入する。

実験に用いた土は、大きな透水性をもつ砂とれきを用い、あらかじめ加泥材と混ぜたものをチャンバタンクに投入した。また、加泥材は、ベントナイト、粉末粘土、増粘剤などを水に混ぜたもので、10000cP程度の高粘度である。

(2) 実験結果

サンドプラグの止水性が高いので、この部分の圧力勾配は他の部分より大きい。したがって、コンベアの圧力分布からサンドプラグの形成を知ることができる。

サンドプラグが形成される部位により、図-3のように大別して4種のタイプが観測された。タイプ-Aは、コンベア接続部の前方にあるコンベアにおいて形成されるタイプである。タイプ-Bは、前方のコンベアおよび接続部に、タイプ-Cは、接続部および後方のコンベアに、タイプ-Dは、後方のコンベアにそれぞれ形成される。いずれも接続部とその付近で形成されている。

2台のコンベアのスクリー回転数の比によりサンドプラグの形成部位が決り、回転数の少ないほうのコンベアに形成されるとともに、そのトルクが上昇した。スクリートルクが機械能力を越えないように、回転数の調節により接続部付近で形成

させることが望ましい。チャンバタンクの水圧を変えても、この水圧分布の特徴は各パターンとも共通しており、サンドプラグの形成は安定性を示した。

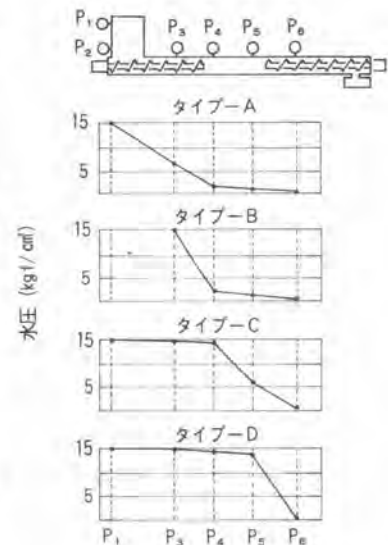


図-3 形成パターン

なお、サンドプラグの形成に影響を与える土の性状は、通常に加泥シールド工法における管理水準値と同様の土になるように配合した。この指標として、生コンクリートの硬さの指標であるスランプ値を用い、この値が15~25cmのものを用いた。

2台のスクリーコンベアの回転数とトルクの関係について、回転数の比($N1/N2$)が0.8~1.2のときにトルク($T1, T2$)は小さい。この理由は、回転数の比が1に近いときには、サンドプラグの位置がコンベア接続部の付近に形成されるので、水圧による土の圧力を接続部で支える割合が多くなるためと思われる。

このようにコンベアの回転数制御によりサンドプラグの形成は可能であり、 15kgf/cm^2 の圧力下で掘削できることがわかった。

3. テールシールパッキンの止水性

シールド機とセグメントとの間を止水するテールシールパッキンは、高い水圧に対して止水性と耐力を有するものでなければならない。止水性は、パッキンおよびセグメントの材質や形状などの相互の性質による影響を受ける。そこで、セグメント外径が2000mmの模型実験装置を用いて耐圧実験を行った。

(1) 実験内容

耐圧実験には図-4に示す装置を用いた。セグメントを圧入ジャッキで移動しながら、その外側に 15kgf/cm^2 の水圧をかけ、パッキンの動的状態での止水性を調べた(写真-1参照)。

パッキンの形状は図-5に示すようなウレタンゴム製のリップ型のものを用いた。また、セグメントは鋼製のものを用いた。セグメント継手部の止水性に与える影響を調べるため、円周方向継手の形状はi機械加工を施して平滑に仕上げたタイプ、ii溶接構造による従来タイプの2種類にした。

(2) 実験結果

止水性は漏水量の測定、漏水状況の観察により調べた。i型セグメントでは漏水がほとんど見られなかったが、ii型ではかなり生じた。漏水箇所はセグメント円周継手部での接触面であり、パッキンとの接触不良が漏水原因と思われる。

水圧によりパッキンが押し出される現象は当初から予想されたので、高弾性のゴム材を用いること、十分な長さや厚さをもつリップ形状にすることなどの対策をとった。この現象を調べるためにパッキンの変形を測定し、押し出しによるパッキンが反転する可能性を検討した。この結果、実験に用いたタイプは安定した形状を保つことがわかった。ただし、外径やテールクリアランス

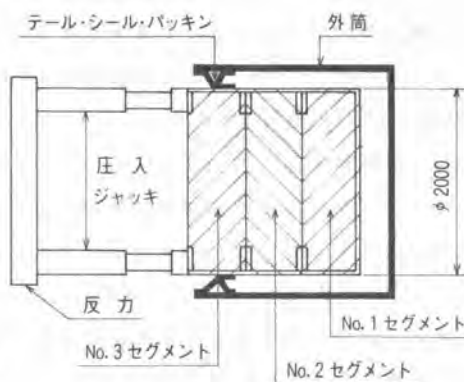


図-4 止水実験装置



写真-1 止水実験装置

などの大きさにより形状の安定性は影響を受けるので、実施設計では考慮をはらう必要がある。

この実験により、テールシールパッキンに 15kgf/cm^2 の耐圧性があると判断できた。

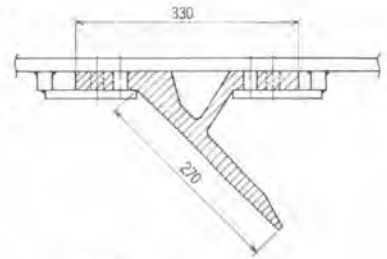


図-5 テールシールパッキン

4. セグメント継手部の止水性

トンネルの構造体となるセグメントは、地下水の侵入を防ぐ役割をあわせもっており、そのためにセグメントの現場組立て時にその継手部を止水する。その方法はシール材を装着して継手を締結する方法が通常用いられる。この方法の高水圧下での止水性を調べるために、図-6に示す実験装置を用いて実験を行った。

(1) 実験内容

継手部の止水性はシール材の材質と、シール材装着部の形状による影響を受ける。ゴムの材質と硬度との組み合わせについて数種類のタイプを、シール装着部の形状および継手面の目開きの組み合わせについて数種類のタイプをそれぞれ準備し止水性を比較した。なお、シール材には天然ゴム、ブチルゴムおよび水膨潤ゴムを用いた

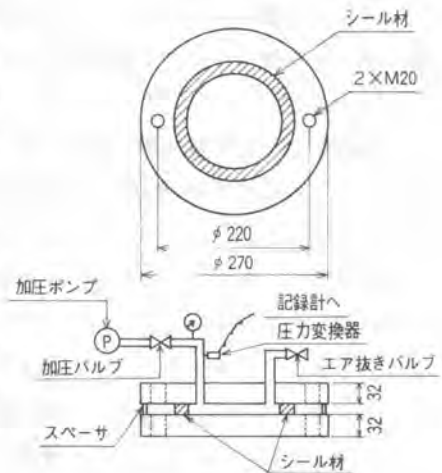


図-6 継手部止水実験装置

(2) 実験結果

止水性はシール面の押しつけ力に支配されるので、シール材が圧縮された状態になるように装着する。押しつけ力の要因はこの圧縮率と材料の硬さである。

ショア硬度が50の天然ゴムでは、圧縮率を30%にすれば 15kgf/cm^2 の耐圧性をもつことがわかった。硬度の低い水膨潤ゴムでは、圧縮率を50%にしても耐圧力は 6kgf/cm^2 であった。この理由は、初期締め付けにより変形を大きくしても必要な押しつけ力を得られないことがあげられる。

セグメントのシール材装着部位にシール溝を設ける場合には、硬度が50の天然ゴムでは圧縮率が10%であっても耐圧力は 70kgf/cm^2 あり、シール溝を設けることは有効であった。このことは一般機械におけるシール構造と同じ止水機構であることを示すと思われる。

この実験で得たデータをもとに、3. で述べたテールシールパッキンの実験装置に用いたセグメントのシール構造を決め、この実験と並行してセグメント継手部の止水性を調べ、実用上の問題のないことを確認した。

5. あとがき

加泥シールド工法の高水圧適応性を高めるうえで必要な機能は、以上に述べた実験により実用性が確かめられた。現在、この工法は奈良県下の導水路工事に採用され、 11kgf/cm^2 の高水圧下で順調に稼働している。この結果は別の機会に紹介したいと思っている。

13. 大断面シールドにおける掘進管理について

前田建設工業(株)：星野 晃次・北川 滋樹・*中川 富夫

1. まえがき

この論文は、大断面泥水式シールドにおける掘進管理の方法として“墨田8号線隅田川工区”の計画及び実績を紹介するものである。

“墨田8号線隅田川工区”は、有楽町線の延伸工事に伴い新富町～月島間(隅田川横断)を結ぶ外径9.8Mの複線トンネルを築造するもので、路線延長930Mと中10Mの泥水式シールドで施工するものである。

平面線形は、佃大橋基礎を避ける為、両駅間と中間換気室を半径353M、503Mの背向曲線で結んでおり、縦断線形は、隅田川護岸基礎との隙間と河底部の土被りを確保する為、最急勾配の85%となっている。

路線環境は、事務所、商店等の立ち並ぶ密集地であり、民地ビル基礎、隅田川護岸、佃大橋基礎、芝浦幹線下水道、補助153号ボックスカルバート等に接近しており、これ等重疊都市構造物に影響を与える単なる工事完成させなければならない。

構成地層は、上部に沖積世の有楽町層が挟横し、下部に洪積世の東京層、東京礫層さらに第三紀世の上総層が分布して起伏に富んだ複雑な地形をなしている。

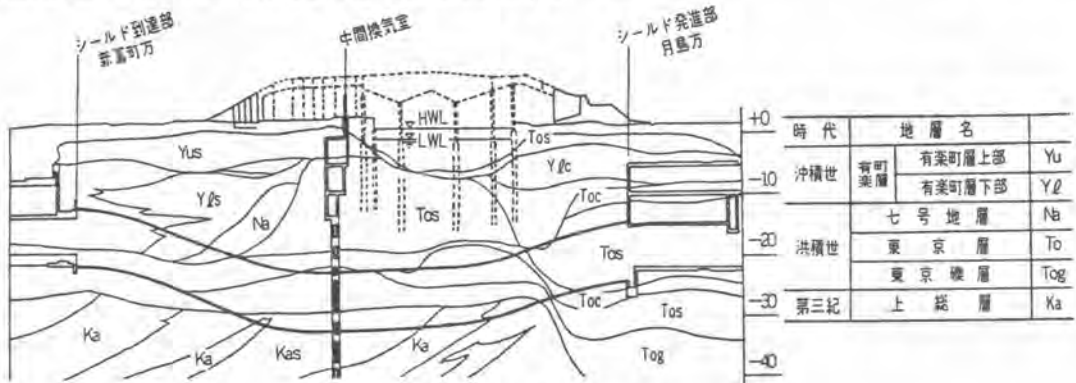


図-1 地質縦断面図



図-2 路線平面図

2. シールド機械

シールド機械の設計にあたり、工区全般に亘って存在する重要都市施設物に支障のない様に切羽の安定をばかり、高い地下水及び複雑な地質条件下での安定した掘削を主眼とし更に、施工延長の約60%が曲線区間の為、線形精度を確保する上でのステアリング性についても十分考慮した。

2-1. 本体仕様

シールド機械は、外径 $D=10\text{M}$ 、機長 $L=8.99\text{M}$ でありステアリング比(L/D)は0.899となる。装備推力は、 $P=8.250\text{T}$ であり切羽単位面積当りの推力(P/A)は 105T/M^2 となり、装備トルクは、常用 $T=1,051\text{T}\cdot\text{M}$ 、最大 $T=1,577\text{T}\cdot\text{M}$ であり α 値(T/D^3)は、1.05~1.58となる。

2-2. 特記仕様

本機は、カッター駆動方式を電動駆動とし洪積砂礫、粘土層及び軟弱粘性土層の掘削を考慮して2段交連型とした。又、カッタービットについても耐磨耗性、耐じん性及び切削性を考慮し交換可能な構造とした。土砂シールドについては、本機の計画泥圧(5.7kgf/cm^2)に耐えられる耐高圧土砂シールド(ウレタン・タリツアシールド)を装備した。

更に、切羽の糸掘量及び崩壊状況の調査装置として土圧計調査装置をディスク外周面に装備し、全周任意点での調査をタイムラグなしに測定可能な構造とした。

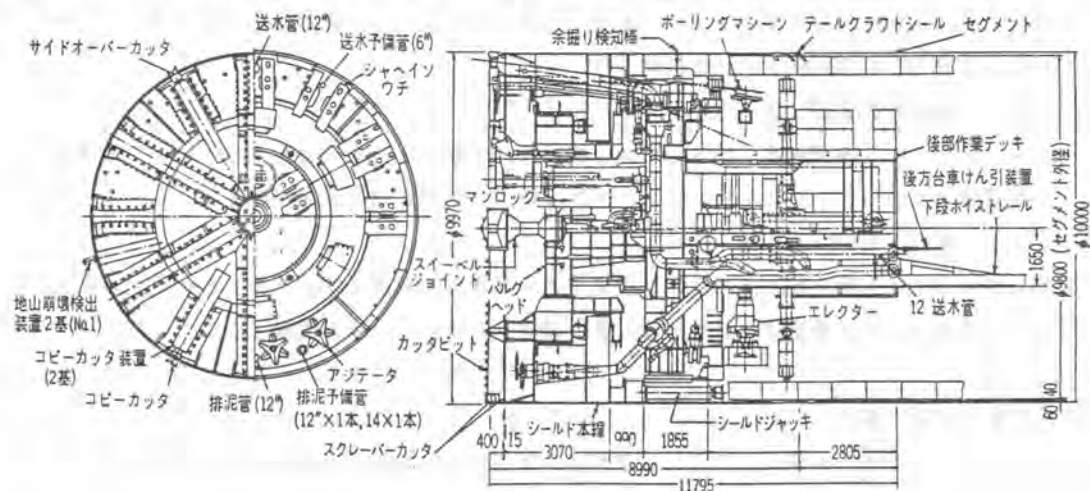


図-3 径10.0mの泥水式シールド機

3. 掘削管理

当工区の施工管理は、シールド掘削に伴う地表面の変状防止とトンネルの線形確保を目標にして、掘削管理、泥水管理、裏込め注入管理、線形管理を実施した。

3-1. 泥水管理

泥水シールドは、基本的に掘削土を安定液として使用する為掘削対象土の粘土組成により泥水の物性性状が大きく異なる。したがって、シールド掘削前に工区内で粘土を採取し室内試験(①レオロジー特性試験、②透過試験、③安定性試験、④土粒子保持能試験、⑤モールド濾過試験)を実施し、基本的に泥水性状を明らかにするとともに掘削時の泥水管理基準値を決定した。

3-2. 掘削管理

掘削管理の中心となるもので、掘削に伴う計測値が各センサーを通して施工情報として中央管理室に送られ、コンピュータのリアルタイム処理により管理グラフとして編集、表示される。

管理項目は、以下の4項目で、各々のグラフは任意に選択でき各項目をチェックしながら掘削が進められ、これ等管理グラフにより、シールドの施工状況が迅速に且つ的確に判断出来るシステムとした。



図-4 掘削管理システム構成図

3-2-1. 掘削土量管理 (取込み量, 送泥量)

取込み土量 (掘削乾砂量), 送泥量は、電磁流量計による送排泥流量と差圧密度計による送排泥密度から得られる値を積算して求められるが、これ等の値は過去10リングのデータを統計処理した平均値と標準偏差より求められた管理グラフ上で、瞬時に掘削条件の適合性がチェックされる。

3-2-2. 泥水輸送管理 (泥水圧, 密度, 流量)

取込み土量, 送泥量に直接関係する泥水密度, 流量と切羽泥水圧の推移を表わすグラフで、ポンプ負荷測定値と合わせて泥水輸送状況を判断する。

3-2-3. 機械制御管理 (掘削速度, 推力, トルク等)

ダミージャッキより掘削速度, ストロークを検出し、稼働ジャッキ、油圧よりジャッキ総推力及びカッター電流値よりカッタートルクを算出し、これ等の値より機械的な状況を判断する。

3-2-4. 裏込め管理 (注入量, 注入圧)

裏込め注入は、注入率と最大注入圧力を設定する自動裏込め装置を用いたが、この裏込め注入フラットよりの流量, 圧力の履歴より裏込め注入量が適当であるかどうかを判断する。

3-3. 裏込め注入管理

使用材料については、地質圧力によって注入材の管理特性を考慮して配合設計を行った。

材料の基本的な考え方は、①早期強度材 ($\sigma_{1-3H} = 1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$)、②早期ゲル材 (ゲルタイム = 5~10秒)、③材料強度と止水性 ($\sigma_{28} \geq 30 \text{ kg/cm}^2$) を目標値として強度発現曲線を定め決定した。

注入管理は、圧力管理を基本として注入量を管理し、実注注入量と前線探査による実空隙量を対比して予定注入量を定め、単リング、マスリング、系探査量との照会を行い注入の終圧基準と設けて管理した。

4. 施工実績

泥水管理においては、切羽泥水圧を基本的に間隙水圧 + 0.4~0.8 kg/cm^2 としたが、砂層及び礫層区間における送泥に加え礫阻塞、障害物切断等のトラブルにより比重粘性低下を示し、破運搬機能のなくなり泥水の入換、作泥、CMC添加等が必要となった。

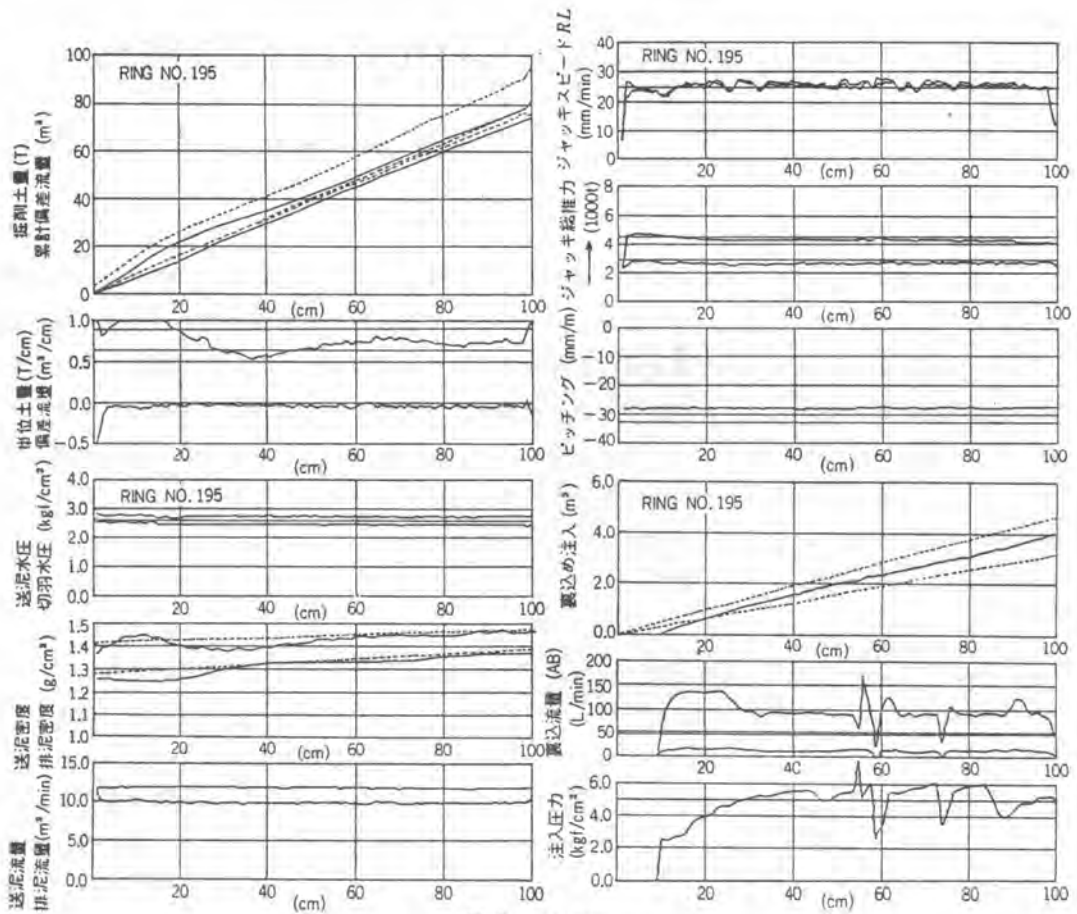


図-5 掘削管理

掘削管理においては、掘削工量は土質試験による推定工量とほぼ一致していたが、変動幅は計測区間により異なる施工条件（掘削時間、閉塞回数等）によるものと考えられ、礫層、洪積粘土層の場合は要注意となる。又送泥量は、砂層で5M³/ring、礫層で20M³/ring程度であった。

ジャッキ総推力は、3,000~4,000Tでカットトルクは、250~350T-Mであり、これ等の値は安定しており地質及び距離による影響（ビット欠損、摩耗等）は見られなかった。

裏込め注入管理においては、終圧設定値で4.5~5.0kg/cm²であったが沖積シルト層で3.0~4.0kg/cm²と低い値を示し、注入量は、設計値に対して砂層で130%、礫層で140%、沖積層で190%であり、糸振り調査結果と比較すると夫々、110%、120%、160%となった。

5. おわりに

当初の予測より大口径（30cm程度）の礫がほぼ全線に亘って出現し、疎閉塞、泥水性状劣化等に悩まされたことから掘進時の規制、管理基準を守り重要施設物、地表面への変状もなく無事に工事を終了出来た事は、データ管理と施工へのフィードバックが的確であったものと考えられ、これによって得られた経験とデータが今後の泥水シールドの施工に於いても寄与出来ればと考える次第である。

14. シールド裏込め注入(HUC)工法の開発

(株)間組：*配野 均・志野 和巳

1. まえがき

シールド工法は工事中の地上占有が少なく過密化した都市のトンネル工法として種々の目的で施工されている。都市部においてはシールド路線上に多数の地下埋設物や重要構造物が近接する場合が多く、シールド掘進による地盤への影響を最小限に施工しなければならないといった厳しい環境になっている。このような背景からシールド掘進に伴う地盤沈下が問題とされ、その対策として裏込め注入の重要性が見直され、各種の注入工法が開発されてきている。わが社でもシールド工事の合理化の一環として裏込め注入の品質向上と施工の合理化を目標に、急結型の裏込め注入材料および混練・注入設備の開発を基にハザマ裏込め注入(HUC)工法を開発した。

2. 裏込め注入材の開発

2.1 注入材料および配合

最近の裏込め注入材料は、注入後早期に強度発現できる2液系急結型の材料が多用されてきているところで中小径のシールド工事では、坑内の作業空間が狭いことから裏込め注入は坑外に設置したプラントから材料圧送して注入する場合が多く、そのため注入材料は長距離を低圧で圧送できる必要がある。また裏込め注入はシールド掘進に伴い断続的に行われるため注入材料を長時間放置できることが望まれ、さらに、使用する材料は産地が限定されていたり特殊な材料では運搬費、製造費の増加となり好ましくなくできるだけ低価格材料がとる必要がある。これらの条件から細骨材として工業用石灰石粉を使用したエアモルタルを主剤とし、水ガラス系の急結剤を使用した2液系急結型の裏込め注入材料を開発した。本注入材料の標準的な配合を表1に示す。

表1 HUC裏込め注入材の標準配合 (1m³ 当り)

主 剤					急 結 剤
セメント	細骨材	起泡剤	遅延剤	水	珪酸ソーダ水溶液
210 kg	350 kg	0.63 kg	2.6 kg	340 l	80 l

2.2 注入材料の特長

HUC注入材料の主な特長としては

- ①主剤のエアモルタルの圧送性が優れている。(図1に圧送特性を示す。)
- ②遅延剤の添加により主剤の放置可能時間は5～6時間である。(図2に主剤のフロー値を示す。)
- ③テールボイドへの充填性に優れ止水性が良い。(写真1に充填状況を示す。)

ことなどである。また標準配合による注入材料の一軸圧縮強度については図3に示すとおりであり、高強度の急結型裏込め注入材である。

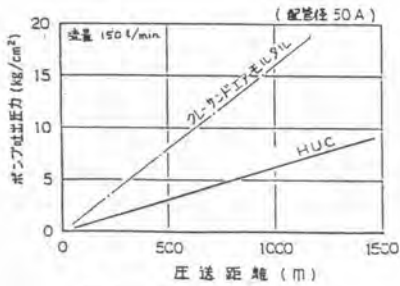


図1 主剤の圧送特性

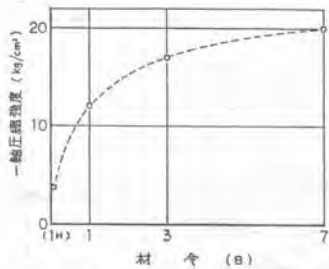


図3 注入材の一軸圧縮強度

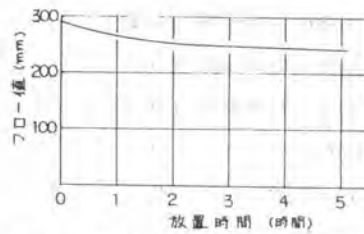


図2 主剤のフロー値経時変化



写真1 注入材の充填状況

3. 混練・注入設備の開発

3.1 概要

裏込め注入材は対象地盤の性状や経済性などから種々の注入材料が使用される場合がある。また最近では泥漿式シールド工法が増加傾向にあることから、本設備は種々の裏込め注入材料に使用することができ、かつ泥漿材を混練、注入できる裏込め・作泥兼用型のプラントとしている。また、作業地の有効利用を図るために設備の占有面積を小さくし、さらに装置の運転は省人化を図った自動運転としている。

3.2 構成および仕様

本裏込め・作泥兼用プラントのフロー図および全体図を図4、図5に、主要仕様を表2に示す。プラントは材料ストック移送装置、混練装置、圧送注入装置から構成され、混練装置、圧送注入装置は可搬、設置が容易なようにユニットとしている。以下に各装置の構成および機能について述べる。

1) 材料ストック移送装置

裏込め注入材および泥漿材に使用する粉体材料および液体材料は

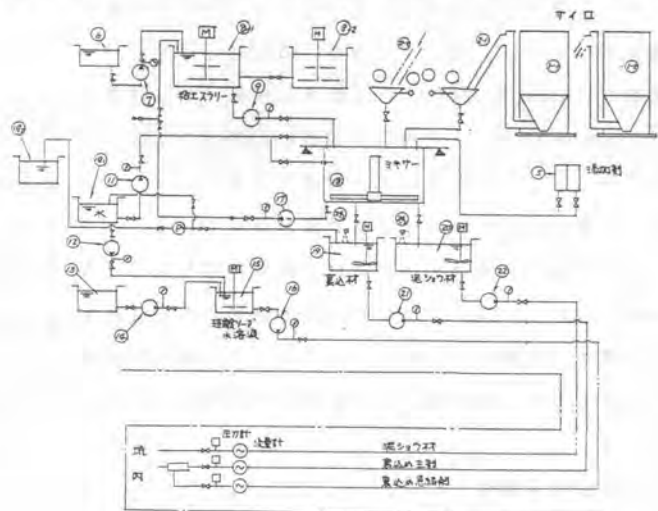


図4 裏込め・作泥プラントフロー図

混合装置，圧送注入装置周辺に必要な数配置したサイロおよびタンクにストックする。粉体材料はサイロに設置されたスクリーフイーダまたはスネークコンベヤーにより、また液体材料はポンプにより混練装置にそれぞれ移送される。この材料供給は混練装置内に設置されたシーケンスコントローラーによる運転制御で行われる。サイロおよびタンク類の数量および仕様は裏込め材，作泥材の使用材料と現場条件により設定する。

2) 混練装置

混練装置は材料投入部，ミキサー部，添加剤計量部，清水タンクおよび水供給ポンプ部，運転室から構成され裏込め材および泥漿材の混練を行う。

材料計量はミキサーを3個のロードセルで懸架し供給される各材料の累積重量を測定する方式とし、また添加剤に関しては秤量が小さいことからビーム型ロードセルを使用した計量部を設けている。さらに計量精度確保のため、計量時，混練時，放出時のミキサー回転数をインバーターにより可変させ振動による計量誤差の減少を図り、また材料供給機停止直後の材料余投入をあらかじめ設定補正する機能できるように、計量誤差は2～3%の高精度となっている。

材料混練は、裏込め，泥漿材の使用状態を圧送注入装置内のバッファタンクレベル計で検知し不足材料を設定量まで自動的に行われる。このとき混練材料が変わればミキサー洗浄運転が行われ材料の混合を防止している。

3) 圧送注入装置

注入装置には裏込め注入用のバッファタンク，主剤ポンプおよび急結剤タンク，急結剤ポンプ，泥漿材注入用バッファタンク，ポンプが設置されている。各ポンプには一軸スクリーウポンプを使用し

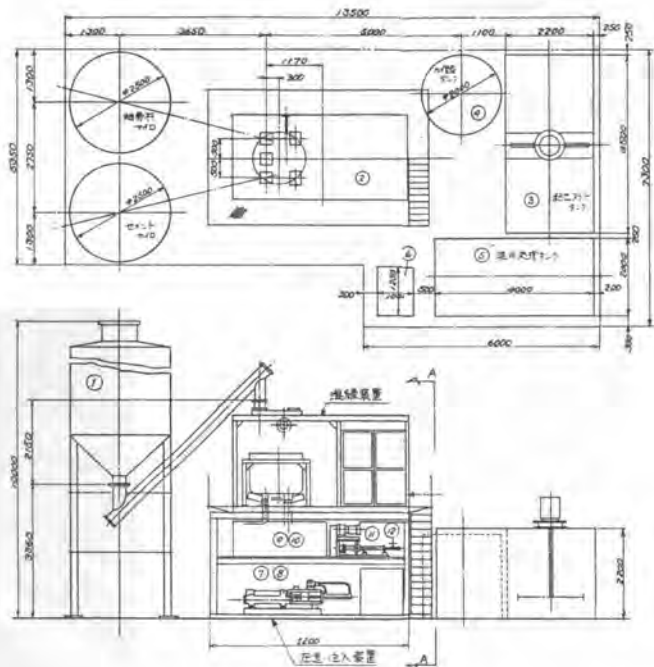


図5 裏込め・作泥プラント全体図

表2 主要機器仕様

装置名称	仕様	
ミキサー	形式 混合式 混合容量 回転数 粘度 電動機	プロベラ式 1300 ℓ 500 ℓ 90～190 rpm 6000 cp 7.5kw × 4P 1/10GM
ミキサー計量機	形式 秤検出器	吊秤方式 999 kg / 1 kg 懸架型ロードセル
添加剤計量装置	形式 秤検出器	吊秤方式 10 kg / 0.5 kg ビーム型ロードセル
添加剤計量スクリーウ	形式 能力 電動機	円筒トラフ型 1.2 T/H 0.2 kw × 4P 1/20GM
清水タンク	形式 容量	鋼板箱型 1200 ℓ
水供給ポンプ	形式 吐出量 電動機	渦巻ポンプ 900 ℓ/min 2.2kw × 4P

ポンプの回転数を設定することにより定量注入を可能にしている。裏込め用の各ポンプは主剤と急結剤の混合比が一定となるように回転数を設定し連動運転する。シールド自動運転管理システム（SDACS）による注入制御を行うことによりシールド掘進速度に連動した自動注入も実施できる。

4) 自動運転制御

運転制御は混練装置内の運転室に設けられたシーケンスコントローラーにより行われる。あらかじめ使用材料の初期設定（使用材料の配合設定、混練バッチ数設定）を行っておけば、裏込め材泥漿材のストック量により設定量に達するまで自動的に混練される。自動運転時のフローチャートを図6に示す。また操作は遠隔操作盤を使用して坑内からも材料混練、注入が可能である。注入量・注入圧力は電磁流量計および圧力センサーにより管理される。

4. 実施例

本注入材料および設備は電力関連管路新設工事における泥漿シールドに初めて適用した。工事概要を以下に示す。

- シールド外径 : 4330 mm
- セグメント外径 : 4200 mm
- トンネル延長 : 235 m
- 土質 : 洪積シルト
- 土被り : 5~12 m

その後設備関係の改良を加え、現在のプラントに至り、5現場に適用している。そのなかではSDACSにより自動注入を実施した例もあり、シールド裏込め注入作業の簡易化が図られてシールド工法の合理化に貢献している。

5. あとがき

現在、各種の優れた裏込め注入材料が開発されており、現場条件に適した材料選択が必要であると思われる。また適正な注入材料を確実にテールボイドに充填するためには機械的に同時注入ができることが望ましい。注入設備は注入材料の多様化に対応できる汎用性の高いものであり、自動化されたものが必要になる。今回紹介した開発品は満足できるものと考えている。今後さらに現場適用していくなかで改善を加えより合理的なものにしたいと思っている。なお、プラント開発にあたって御協力いただいたケイ・エム・エンジニアリング 榎松下氏をはじめ 榎日工 および関係諸氏に感謝の意を表するものである。

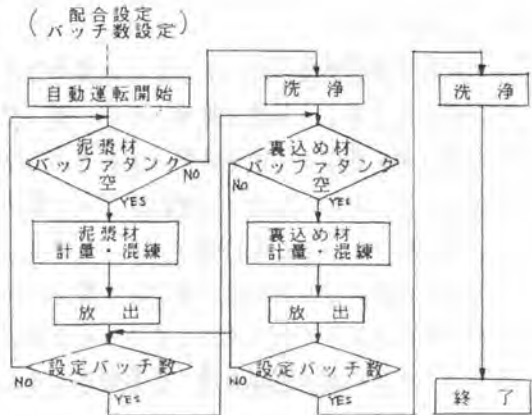


図6 自動運転制御フロー



写真2 プラント全景

15. 鉄道営業線劣化トンネルの コンクリート吹付補修機械装置

東急建設(株)：*中島 敏男・伊藤 嘉和

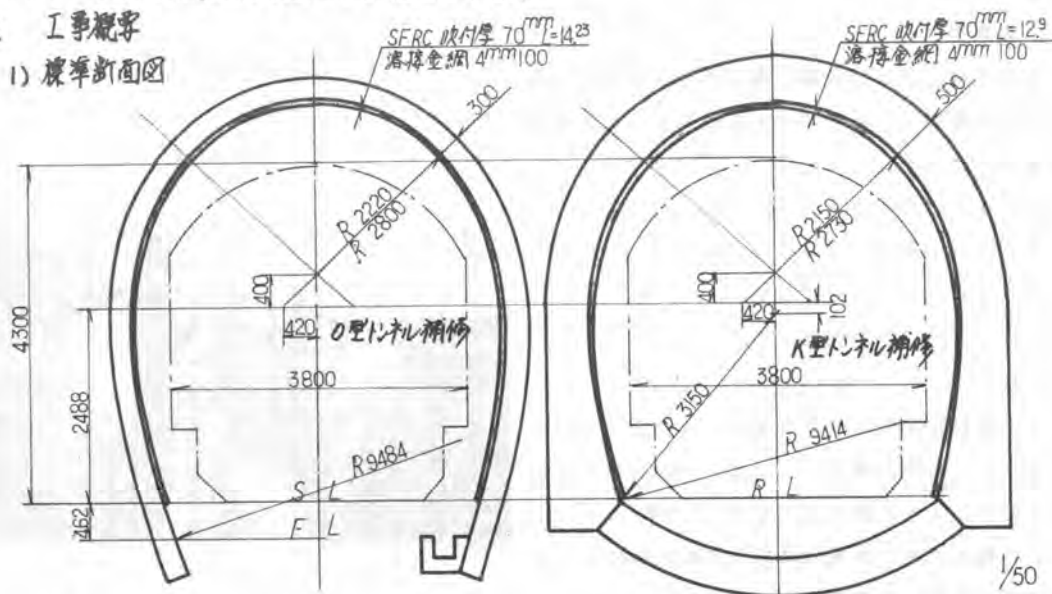
1. まえがき

この研究は鉄道営業線劣化トンネルの補修工法と機械装置についてのべるものである。

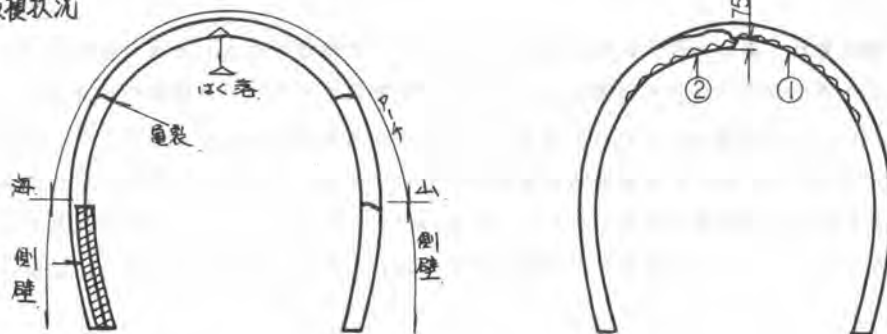
我が国の社会資本の基盤が整備されるに従い、既設構造物を解体・新設することなくそれらの補修により構造物の機能の回復や寿命の延長を図る技術が重要視されておりトンネルの分野についてもこの傾向が見られ、将来は新設に要する費用より維持補修に要する費用が上回るとの見通しもある。築造後30～50年経過したトンネルは地震の影響・土圧による変状・施工技術の拙劣さ等による劣化現象が見られ列車の運行に支障をきたしている。又、列車運行のスピード化によりトンネル内空断面の狭小も合せ検討されていくものと考えられる。以下当社で施工した劣化トンネルのコンクリート吹付補修機械装置の工事報告とする。

2. 工事概要

1) 標準断面図



2) 破壊状況



已同全般においてアーチクラウン部の亀裂および側壁の沁下によるアーチとの接合不良などで覆工コンクリート全体の一体化がなされていない状況である。アーチの亀裂は中々部~10%位で縦断方向に連続している。一部側壁が海山両方共約30%位トンネル内側に押し込められていた。

特にアーチの破損、変状がひどく①の部分では漏水によりコンクリート表面が劣化しており深さ40%位はく離しやすい状態である。③の部分では縦方向で $5\sim 6\text{mm}$ 、横方向で 2mm 位アーチ破損しており開口部のすき間が $7\sim 8\text{mm}$ 位の段差が生じていた。

3 施工概要

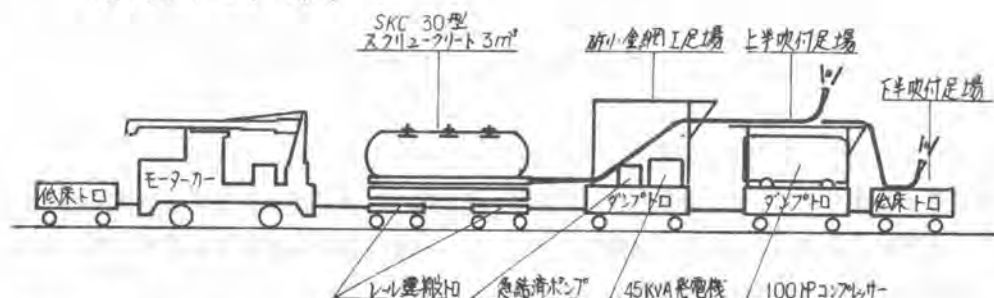
1) トンネル補修方法

- ・トンネル内面全体にSFRコンクリート 7cm の吹付とした
- ・SFRの初期強度の補強、覆工コンクリートとの一体化SFRの部分はく離の防止として 4% 開 100% の溶接金網および 99mm のアンカーピンを全面に張った
- ・亀裂に吹付コンクリートが吹込まれるようすき間をVカットした
- ・湧水箇所は湧水による荷重をさげるためビニールホースを設け水抜きとした

2) 吹付機械の選定

乾式による吹付工法は、機械規模が小さく取扱いが簡便であるため広く普及しているが吐出能力が小さい、はねかえり量が多い、粉じんが多量に発生する、両側のばらつきが大きい等の問題点がある。一方前記諸問題に対して有利である湿式工法も搬送距離が小さい、機械規模が大きい、閉塞事故が多い等の問題が有り一長一短である。沿線トンネル施工では、作業時間に厳しい制約があり吹付効率を第一に考え湿式工法を採用した。吹付機、アジテーターと設備が大きくなり経済性デメリットが発生する。そこで打設機械であるスクリューコンクリートでの打設更替を重相俵スランプ($5\sim 8\text{m}$)の打設可能であること、配管系統、吹付エアー、急結剤の添加方法の改良により吹付機械の機能を果たせることができた。又、スクリューコンクリートはアジテーターの機能も有り列車編成のコンパクト化に成功、経済性メリットも得られた。

吹付システム列車編成



3) SFR吹付材料

SFRの吹付コンクリートの施工中最も苦慮したのは、スランプの管理であった。吹付機械のワーカビリティを重視すると吹付けたコンクリートがたれによるはく落があり従って吹付直前のスランプといかに小さくするかが重要なポイントであった。

材 料

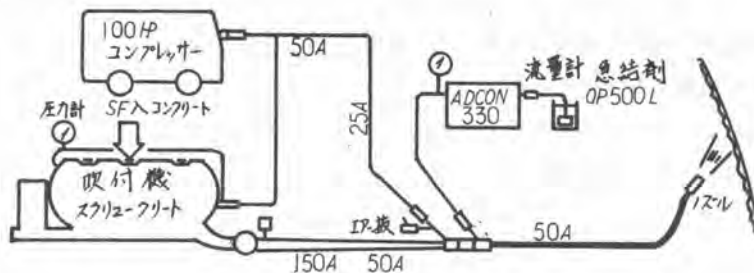
使用材料の諸元

セメント	普通ポルトランドセメント
砂(川砂)	比重 2.68 粗粒率 2.86 単位体積重量 1.62 号 吸水量 2.63%
砂利(豆砂利)	比重 2.63 吸水量 1.0% 単位体積重量 1.60 号
スチールファイバー	種類 インデント付ストレートタイプ 呼称寸法 425μ 断面積 $a^2 \times a^2 = a^{2\phi} \text{ mm}^2$ 重量 49 mg アスペクト比 48 比重 7.85
急結剤	比重 $1.44 \sim 1.46$
QP-500L	PH $11 \sim 13$

SFRC配合表

記号	W/C%	S/a%	SF kg	W kg	C kg	S kg	G kg	AD kg	スチール mm	IF-	備考
C-4	47.8	68	80	189	387	1.130	592	2.968	10.0	4.2	減水剤 使用コンクリート
C-5	47.5	80	80	202	426	1.269	325	1.065	10.0	5.0	〃

吹付配管系統図



4) 吹付コンクリートの吹付厚管理

吹付厚の管理方法として、検測ピン70%を $\phi 5$ が当り1本程度の割合で取付初期吹付の目印とし、その他の部分および仕上げの確保として75%の釘を打込み吹付厚の管理を行った。

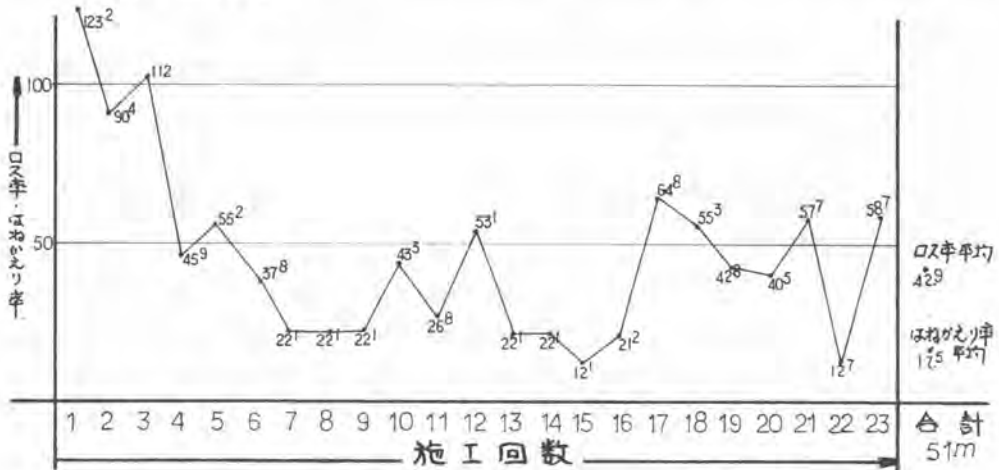
5) 吹付コンクリートのほねがえり

吹付コンクリートに必要な柱脚として、ほねがえりの少ないことが重要な問題である。特に今回の場合のように鉄道営業線工事においてはその日のうちに総べてのほねがえり材を回収せねばならず制約時間上から大きな問題であった。ほねがえりを低減すべく改良、改善を重ねほねがえり率を平均で17.5%に低減できた。

はねがえり低減対策.

方 法	内 容	効 果
ノズルの改良 ① ② ③	パイプ長さを1 ^m から50 ^{cm} とする ノズル先端をしぼり加工する ノズル内面を凸凹加工する	作業性の向上 水平吹付時のノロ分離や改善 ウェットコンフリートの分散が 非常に良くなり精度も向上
金網の張付位置	吹付厚さの中間35%を10%の位置 に変更した	余吹が解消され全体のロスが低 減された
環 境	トローリ線、高圧線、通信線の防 護方法および吹付時の移動を徹底 した	作業性が向上しノズル角度が適 正となり効果大となる
コンフリート配合	配合表のC-4、C-5に変更した	粗骨材のはねがえりが低減した

ロス率・はねがえり率



4 おわりに

今回鉄道営業線でのFRCコンフリート吹付による補修工事を施工したが簡易補修工事であり作業工程も洗浄・金網張・吹付と比較的単純で吹付コンフリートの出来形に重点を置いて施工管理をした。スクリーフリートによる吹付施工にチャレンジし最初は操作のとまどい等でトラブルも発生したが吹付専用機械以上の施工精度とロス率の低減が図れ満足の結果が得られた。

今後増大するであろう劣化トンネルの補修工事(覆工のハッチ・ロックボルトの打設・支保工の建込・覆工等)の施工に営業線下の厳しい施工条件の中で安全性・経済性・品質と追求するたためには3時間程度の作業サイクルの中で覆工のハッチ〜覆工まで一連の作業として仕上げられる施工機械開発、システム化が必要である。又、覆工の方法として従来の巻立コンフリートに変わってNATMの普及によりめざましい進歩を遂げつつある吹付コンフリートが標準工法として採用されるであろう。劣化トンネル施工機械の開発、システム化について研究中である。

16. 捨石層のある海域における基礎杭の施工実績

鹿島建設(株)：*篠原 望・水野 正彦

1. まえがき

近年、岩盤に杭基礎を構築する工事は、さほど珍しい工事ではなくなった。当社では昭和57年に硬岩地盤に斜の組杭によるシーバースを建設するなど、常に新しいニーズに対応した施工法を確立してきた。今回の報告は、既設構造物の一部である海底の捨石層を貫いて、その下の岩盤に鋼管杭を固結させ杭基礎を構築するというニーズに対応した施工事例である。

2. 工事の概要

既設の護岸捨石基礎の法面に海水ポンプ室を建築するための鋼管杭基礎を構築するものである。図-1に示すように、杭基礎はφ1,000の鋼管杭を最大径約1mの捨石層約5mを貫通させ、その下の岩盤層に5.5m以上根入れさせた後、岩盤とモルタルで固結するものである。

施工にあたり特に要求されたのは、既設護岸のL型ブロックが杭基礎を施工する捨石層上に設置されているため、捨石層を崩壊させたり、締めたりする可能性が極めて少ない工法により捨石層に杭を貫通させることである。

なお、岩盤層は砂岩で $q_u = 500 \sim 1,000 \text{ t/cm}^2$ で一部に $1,500 \text{ t/cm}^2$ を越す層が存在する。

3. 施工法と施工機械

工法としては、ケーシングパイプを捨石層を抜いて岩着させた後、ホールインセット工法により岩盤部を施工するという基本方針を立て、捨石層掘削機械、岩盤層掘削機械及びこれらを設置する作業架台に拠り、それぞれ最良と判断する機種を選定しそれらを合理的に組合せて一つの施工システムとする方向で機械計画をおこなった。

まず、捨石層の施工に関しては、捨石層を安定させた状態で掘削するためケーシングパイプを先行させ側壁を完全に押えた上で掘削が可能であること、掘削にあたっては周辺石塊のひび込みのおそれがないこと、崩壊を助長する振動ができるだけ少ないことを選定基準とし、全回転オールケーシング掘削機とハンマークラブによる組合せを計画した。

又、岩盤層の掘削にあたっては、 $q_u = 1,500 \text{ t/cm}^2$ を越える岩に対応でき、振動が少なく掘削孔の仕上がり精度が確保されることなどから、最も実績のある硬岩用ロータリー掘削機とした。

一方、上記の主施工機械を搭載する作業架台としては、施工精度の確保と稼働率の向上を目的として、当社の設計による小型SEPを使用することにした。

これらを組合せて効率よく施工できるシステムとするため、次の事項に際して特に考慮した。

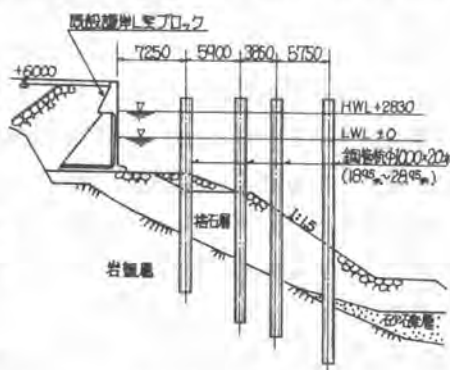


図-1 杭配置

- (1). 岸壁と直角方向の4本の杭を1組として、杭頭の仮結構までおこない順次後方へSEPを移設しながら施工する。
- (2). ケーシングパイプの歪みを保持するため、4方向にアジャスト可能なローラーを装備した導材とSEP舷側に設置する。
- (3). 全旋回オールケーシング掘削機はSEP舷側を走行する移動台車に搭載し、ケーシングパイプの位置決めと歪みの調整は台車の走行と掘削機本体の自走でおこない、スピードアップを図る。
- (4). ケーシングパイプ内の掘削はSEP上のクローラークレーンにより、ハンマークラブでおこなうが、掘削した捨石が大きすぎて掘めない場合の対処として小割用の重錘を準備する。
- (5). 硬岩用ロータリー掘削設備は、SEP上の機械の転落を避けるため、使用時以外はSEP横に係留した資材台船に搭載し、掘削に際しては全旋回オールケーシング掘削機で岩着させたケーシングパイプ上に掘削部を設置する。掘削破は同台船上の破処理設備で処理し、泥水は循環して使用する。
- (6). 鋼管杭の岩盤との固結後におけるケーシングパイプの引抜きに際しては、鋼管杭と捨石層との間に隙間が発生し捨石層を締めめる可能性があるため、ケーシングパイプと鋼管杭の間に砕石を投入しながら徐々にケーシングパイプを引抜く。

施工時の機器配置状況を図-2に、主要機械の仕様を表-1に示す。

・全旋回オールケーシング掘削機		・硬岩掘削用ロータリー掘削機		・SEP	
機 種	三菱重工・HRD-150	機 種	日立建機・S400HLB	船体寸法	305m×180m×2.3m
掘削トルク	低速:0~109t・m 高速:0~55t・m	掘削トルク	0~6t・m	レグ径・レグ長	φ1200×33m
回転数	低速:0~25rpm 高速:0~5rpm	回転数	0~22rpm	沈下力能力	1600ton
押込力/引抜き力	30ton / 118ton	ドリフト装置	(今回約26ton)	搭載クレーン	150t・絞リフッククレーン
掘削径	φ1000~1500 (今回φ1500)	掘削径	(φ1200)	搭載発電機	600KVA
自重	58ton	ビット型式	チアツトタイプローゼット		

表-1 主要機械仕様

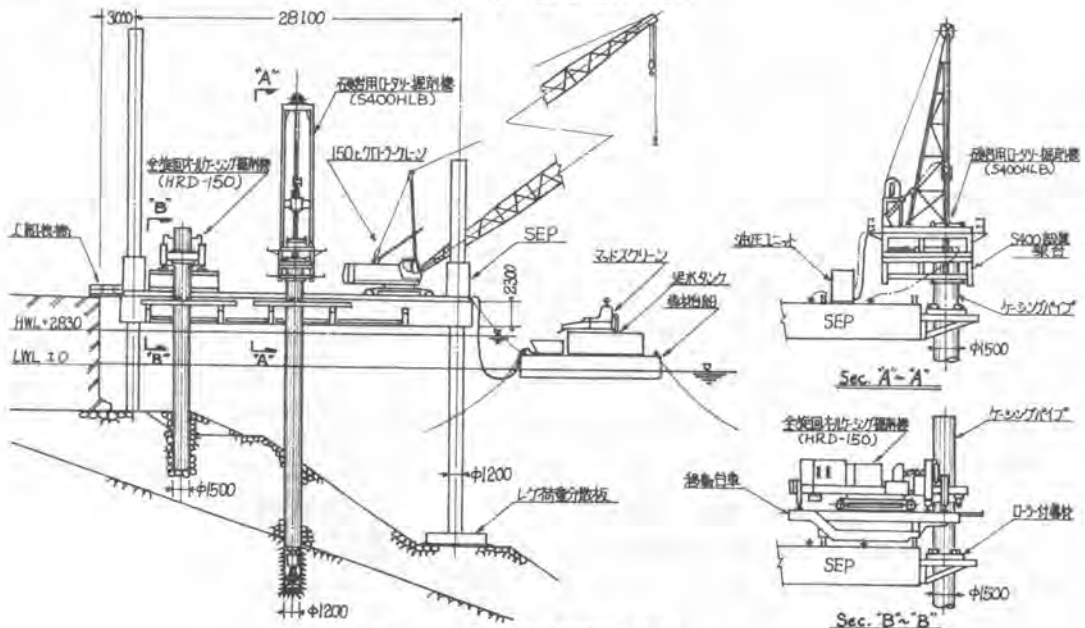


図-2 施工時機器配置状況

4. 竣工結果

図-3に示す竣工フローに基づき施工をおこなった。紙面の都合で捨石層、岩盤層の掘削について述べる。

(1). 全旋回オールケーシング掘削機による捨石層の掘削

捨石層の掘削における施工上のポイントは、①、あらかじめセットしたケーシングパイプの位置と違ちをくるわせることなく、いかにしてファーストチューブを捨石表面に口付けするか。②、ケーシングパイプが捨石層を貫いて岩着したことをどう見わけるか。とあうところにある。

特に①に関しては、ケーシングパイプの保持装置から捨石層までの距離が10m~21mと長いこと、水深-6m以深は投石管理のみで、きれいに積み上げられた捨石でないことなどから、捨石表面で偏心した掘削反力が作用すると容易にケーシングパイプの違ちがくる。てくる。このため、

- 捨石に作用する垂直力を極力おこえた状態で掘削を開始する。
- 表面の捨石をケーシングパイプ内より投入した重錘により小割し、ケーシングパイプを押し込んだ後掘削をおこなう。
- あらかじめダイバーで建込み位置を壺掘りし、ケーシングパイプを建込んだ後周囲を埋め戻し、ケーシングパイプの逃がえを防止し掘削する。
- 捨石層上面にハイドロクリートと表面が平坦となる程度まで打設し、まずハイドロクリート層に口付けし掘進する。

と試みたが(a)に於いては使用した機械は押込力の制御は可能であるが、回転装置に作用するケーシングパイプ自重の制御が出来ないことから非常に困難であった。他の(b)~(d)はそれぞれ有効であり、特に(d)の方式は口付けスピード、精度ともに勝れていた。

②に於いては、掘削時のトルクや掘削速度などの変動により推測が付き、後工程の岩掘削データから裏付けてゆくことができた。調査ボーリングのデータがある場合は容易である。

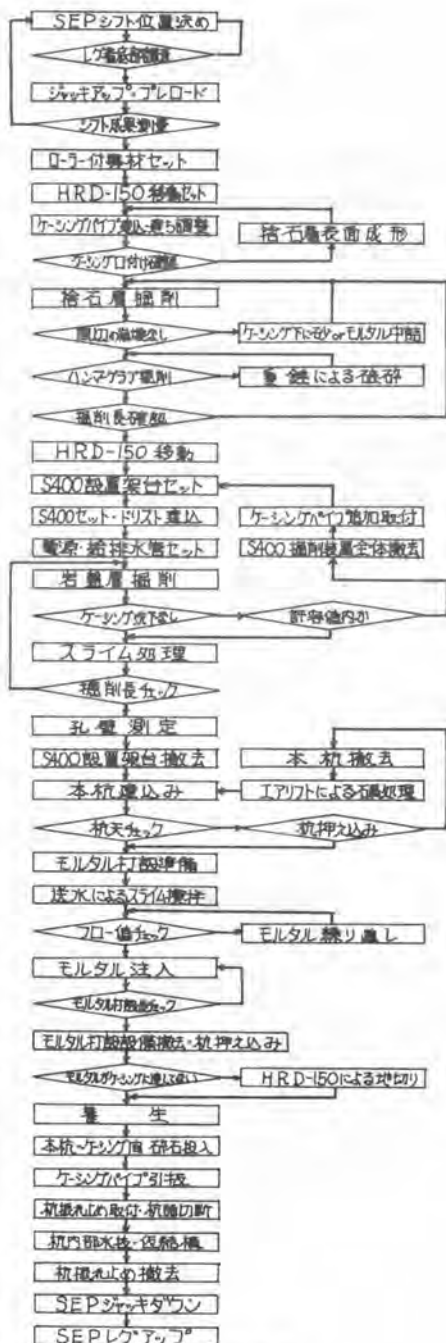


図-3 竣工フロー

(2). 硬岩用口-タリ-掘削機による岩掘削

岩掘削において特に問題となるのは、ケーシングパイプ下端での孔壁の崩壊であるが、ケーシングパイプがSEPと捨石層で完全に保持されていること、ケーシングパイプ上に掘削装置を設置しているためケーシングパイプに押込力が常時作用し安定した岩盤まで根入れされることなどから、ほとんど問題とならなかった。孔壁測定結果を図-4に示す。

捨石層の純掘削スピードは平均1.16 m/hrであり、岩盤層は0.59 m/hrであった。写真-1、2に完成時の状況を示すが、杭の精度は平面方向杭心のずれ最大65%、杭の最大傾斜0.53°であり、ハンマ-打ちによる杭基礎と同等以上の施工品質を確保した。

図-5にサイクルタイムの平均値を示す。



写真-1 法面における施工例



写真-2 ハドロクリット打設部における施工例

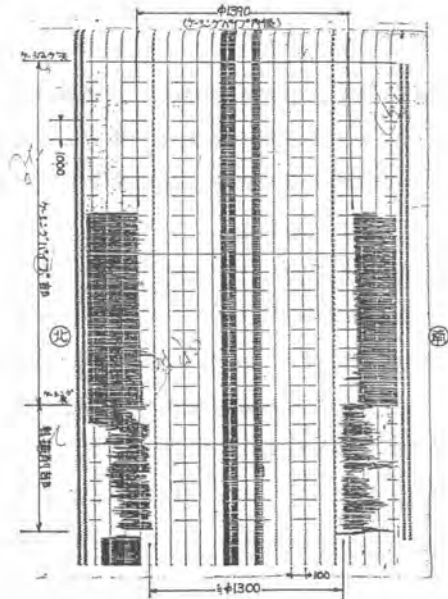


図-4 孔壁測定結果例

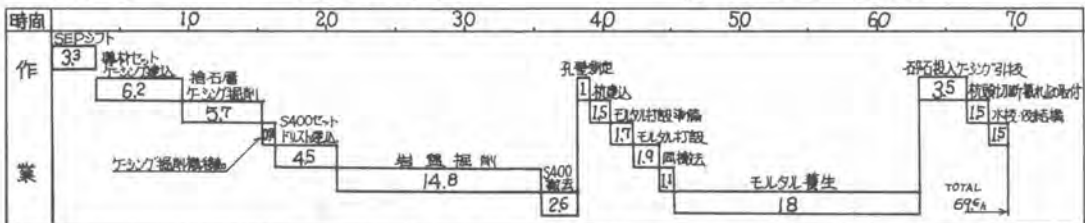


図-5 平均作業サイクル

5. おわりに

今回は2種類の目的の異なった掘削機を組合せて施工をおこなった。設置方法を工夫することにより平行作業を可能とし結果的に工期の短縮を図れたが、今後の一つの方向としては、多目的作業の可能な補助装置の開発工夫、ならびにベースマシンの標準化が必要ではないかと考える。

最後に、今回の施工にあたって御指導をいただいた当社九州支店の浜睦夫所長をはじめ関係各位に紙面をかりて心からお礼を申し上げます。

17. ドリルビット用超硬合金の 岩石に対する摩耗特性

愛媛大学：室 達朗・河原莊一郎・*渡辺 公浩

1. まえがき 従来、岩盤の爆破用穿孔やトンネル掘削のNATM工法におけるロックボルト穿孔のための穿孔機械として、回転式穿孔機および回転打撃式穿孔機が使用されてきているが、こうした中で、これら穿孔機用ドリルビットの摩耗が穿孔速度及び交換経費等経済的な問題となってきた。ここでは、これら穿孔機用ドリルビットのチップ等硬岩の掘削工具に使用されている超硬合金（タングステンカーバイド）の岩石に対するひっかき摩耗特性について自作した摩耗試験機を用い、金属の摩耗量と接触面圧の関係、摩耗量の急増する遷移接触面圧の確認、摩耗量に与える乾燥及び水浸状態からなる雰囲気の影響及び接触点の発熱温度の摩耗量に与える影響等について明らかにした。また、他の耐摩耗鋼や肉盛・溶射金属との摩耗特性についての比較も行った。

2. 金属及び岩石供試体 ドリルビットを始めアースオーガ用ビットやカッタービット等に使用されている超硬合金（タングステンカーバイド）について試験を行った。金属供試体の寸法は、直径7.35mm、長さ40mmである。その化学組成は、W（88%）、Co（12%）であり、硬度（HRA）88～90.5、抗折力280kgf/mm²及び圧縮強度480kgf/mm²である。岩石供試体には、愛媛県内より採取した安山岩、砂岩及び花崗岩を使用した。その岩石物性を、表1に示す。安山岩は高被削性岩石、砂岩及び花崗岩は低被削性岩石に分類される。

3. 摩耗試験法 図1は前報¹⁾に詳細な説明がなされた室内摩耗試験機であり、今回もこの装置を使用した。まず回転テーブル上に岩石供試体を設置し、アームに固定した金属供試体を上方のエアシリンダーによる35～600kgf/cm²の荷重のもと岩石上で半径8～14cmの円周上を摺動させる。乾燥・水浸状態の2つの状態を設定し、水浸状態としては、金属供試体と岩石供試体の接触部分に先端口径1.6mmのノズルで水道水を約30cm³/secの流量で噴射させて行った。摺動速度は、他の金属との

表1 岩石試験結果及び鉱物組成

		花崗岩	砂岩	安山岩
見かけ比重	比	2.45±0.01	2.71±0.01	2.48±0.02
真比重	比	2.74±0.05	2.72±0.01	2.60±0.04
自然含水率(%)	比	0.39±0.03	0.62±0.08	1.07±0.10
吸水率(%)	比	0.49±0.04	0.64±0.08	2.53±0.28
単軸圧縮強度(kgf/cm ²)		1670±45	2010±100	1862±249
ショア硬度		69.5±3.3	68.1±13.1	70.1±4.8
超音波伝播速度(m/sec)		3755±17	1837±211	4761±155
鉱物組成 (%)	石英	34	28	0
	斜長石	33	42	17
	カリウム長石	22	0	0
	黒雲母	10	0	0
	角閃	1	0	0
	基岩	0	18	77
	岩屑	0	12	0
輝石	0	0	3	
沸石	0	0	3	

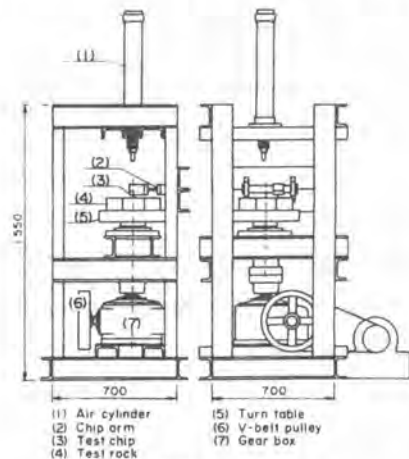


図1 室内摩耗試験機

比較のため前報と同様の5 km/hを使用した。接触面圧は、最大600kgf/cm²として、各段階における摩擦係数と金属の摩耗重量を測定した。また同時に放射温度計を使用して金属と岩石の接触点における温度の測定を行った。

4. 摩耗量と接触面圧 金属の摩耗量は金属供試体の単位滑動距離当り単位接触面積当りの摩耗量としてg/cm²なる単位で表示している。図2は、3種類の岩石に対する金属の乾燥状態における接触面圧と摩耗量の関係を示したものである。どの岩石に対するものも金属供試体の岩石との接触部分の接触面圧が、250kgf/cm²に達すると赤熱し始め、さらに約300kgf/cm²以上になると溶融し岩石に付着する。そのため、金属供試体の摩耗量は約300kgf/cm²を境に急増する。従って、タングスタンカーバイドの摩耗量の急増する遷移接触面圧は約300kgf/cm²ということになる。砂岩に対する摩耗量が最も大きく次いで花崗岩、安山岩となっている。他と比較して安山岩に対する摩耗量は非常に小さいことがわかる。図3に水浸状態におけるものを示す。摩耗量は、どの岩石に対するものも接触面圧の増大とともに直線的に増大し、遷移接触面圧以下では乾燥状態の約1/2に、それ以上では1/10程度まで減少していることがわかる。花崗岩に対する摩耗量が最も大きく砂岩に対するものがその1/2程度であり、安山岩に対するものは接触面圧約360kgf/cm²でピークに達しそれ以上では減少している。これは、安山岩が高被削性岩石であることに起因すると考えられる²⁾。つぎに、接触面圧P(kgf/cm²)と摩耗量M(g/cm²)の関係を表すと、次のような実験式が得られた。これらの間には非常に高い相関がある。

安山岩(乾燥状態)

$$0 \leq P \leq 324 \text{ kgf/cm}^2 \quad M = 2.76 \times 10^{-9} P^{1.23} \quad (r = 0.97) \quad (1)$$

$$324 \text{ kgf/cm}^2 \leq P \quad M = 3.07 \times 10^{-22} P^{6.89} \quad (r = 0.99) \quad (2)$$

(水浸状態)

$$0 \leq P \leq 359 \text{ kgf/cm}^2 \quad M = 2.64 \times 10^{-18} P^{1.48} \quad (r = 0.99) \quad (3)$$

$$359 \text{ kgf/cm}^2 \leq P \quad M = 8.90 \times 10^{-3} P^{-1.55} \quad (r = 0.99) \quad (4)$$

砂岩(乾燥状態)

$$0 \leq P \leq 319 \text{ kgf/cm}^2 \quad M = 1.80 \times 10^{-8} P^{1.22} \quad (r = 0.96) \quad (5)$$

$$319 \text{ kgf/cm}^2 \leq P \quad M = 7.94 \times 10^{-28} P^{5.75} \quad (r = 1.00) \quad (6)$$

(水浸状態)

$$0 \leq P \quad M = 4.03 \times 10^{-11} P^{2.84} \quad (r = 0.97) \quad (7)$$

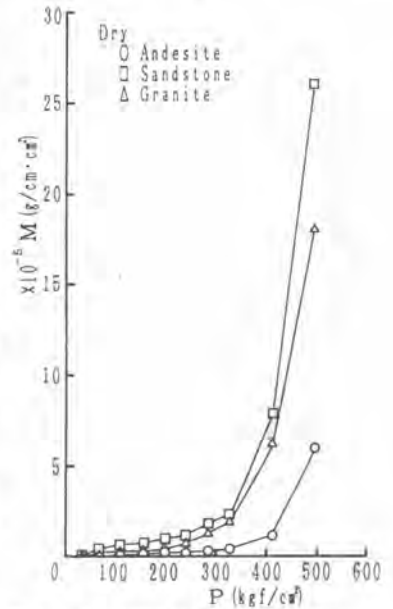


図2 種々の岩石に対する摩耗量Mと接触面圧Pの関係(乾燥状態)

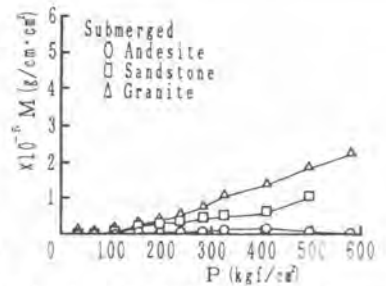


図3 種々の岩石に対する摩耗量Mと接触面圧Pの関係(水浸状態)

花崗岩（乾燥状態）

$$0 \leq P \leq 298 \text{ kgf/cm}^2 \quad M = 2.32 \times 10^{-9} P^{1.49} \quad (r = 0.97) \quad (8)$$

$$298 \text{ kgf/cm}^2 \leq P \quad M = 5.23 \times 10^{-10} P^{5.29} \quad (r = 1.00) \quad (9)$$

（水浸状態）

$$0 \leq P \quad M = 4.01 \times 10^{-11} P^{2.12} \quad (r = 0.99) \quad (10)$$

一般に使用されているドリルビットは図4に示す口径65～75mmφのクロスビット及びボタンビットが主流である。穿孔機の押付力を実測平均値の800kgf³⁾とし、新品時におけるビットと岩石の接触面積をクロスビットの場合 $S_c = 2\text{mm} \times 20\text{mm} \times 4 = 1.6\text{cm}^2$ 、ボタンビットの場合 $S_b = 2.5\text{mm} \times 2.5\text{mm} \times \pi \times 11 = 2.2\text{cm}^2$ と仮定すると接触面圧は、それぞれ500kgf/cm²、370kgf/cm²になる。また、これはビットの使用が進むに従い接触面積は増大し接触面圧は減少すると予想される。これより、多くの場合遷移接触面圧以上でドリルビットは使用されていることがわかる。また、新品時のビットの摩耗速度が大きく使用が進むに従い摩耗速度は減少する。クロスビットとボタンビットでは前者の方が摩耗速度が大きい。使用がかなり進んだ時点で押付力を増大させて使用しても摩耗はさほど大きくならないことなどが予測される。

5. 摩擦係数と接触面圧

図5、図6はそれぞれ乾燥・水浸状態における摩擦係数と接触面圧の関係について表したものである。接触面圧が増大するにしたがい摩擦係数は減少し高面圧下では0.2前後で安定している。低面圧下では岩種による差は殆どないが高面圧下では安山岩に対するものが少し大きな値を取っている。これは、安山岩が高被削性の岩石であることによると考えられる。水浸状態の場合、接触面圧100kgf/cm²前後で1つのピークがあり接触面圧の増大とともに摩擦係数は減少し、これも約0.2で安定しそうである。全体的に水浸状態の方が乾燥状態よりも大きな摩擦係数を示す。これは、乾燥状態の場合、金属や岩石の摩耗粉が両供試体間に入り込みそれらが転がるか目詰まりし岩石面を滑らかにすることにより摩擦係数を小さくしているのに対し、水浸状態の場合、噴流水により摩耗粉が洗い流され金属が常に新しい岩石面と接するためと考えられる。

6. 摩耗量と接触点温度

測温範囲600～3000℃の放射温度計を使用し、摩耗試験中の各接触面圧における岩石と金属供試体間の接触点温度を測定した。乾燥状態における結果を図7に示す。水浸状態に対するものは接触面圧500kgf/cm²においても、600℃以下であるため測定不可能であった。接触面圧の増大にともない接触点温度は緩やかに増大する。岩石による差は殆どない。遷移接触面圧の300kgf/cm²での接触点温度は約950℃であるがC₀及び

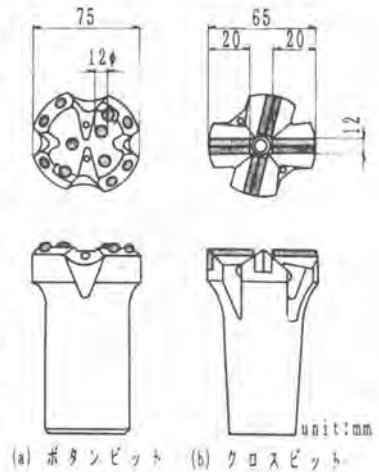


図4 ドリルビット



図5 種々の岩石に対する摩擦係数μと接触面圧Pの関係（乾燥状態）

Wの融点がそれぞれ1494℃、3387℃であることにより測定箇所の真実接触面における温度はそれ以上であり、溶融が生じているものと考えられる。

7. 他の耐摩耗鋼との比較

他の耐摩耗金属として鍛造鋼、鑄造鋼⁴⁾、肉盛金属、溶射金属¹⁾をあげ、タングステンカーバイドとそれらの摩耗量、遷移接触面圧及び摩擦係数について比較した。接触面圧200kgf/cm²における各金属の摩耗量を表2に示す。但し、()内の数字は乾燥状態における安山岩に対するタングステンカーバイドの摩耗量を1とした場合の倍数である。水浸状態におけるタングステンカーバイドの耐摩耗性が最も優れており、次いで肉盛金属、溶射金属の順である。岩石別にみると花崗岩に対する摩耗量が最も大きい。これは、花崗岩の石英類含有量の多さによるものと考えられる。遷移接触面圧を比較すると、鍛造鋼・鑄造鋼は75~150kgf/cm²、肉盛金属は100~200kgf/cm²及び溶射金属は60~120kgf/cm²であることより、タングステンカーバイドの高面圧下における耐摩耗性の優れた点が伺える。摩擦係数については、他の金属は乾燥状態において平均0.43±0.10、水浸状態において0.50±0.15で安定する。これもタングステンカーバイドと比べ大きな値となっている。金属の硬さによると考えられる。

8. 結論

今回用いた超硬合金(タングステンカーバイド)は、乾燥状態の接触面圧約300kgf/cm²以下において優れた耐摩耗性を示した。しかし、それ以上の高面圧下においてはタングステンカーバイド粒子の溶融による岩石への付着のため摩耗量は急増する。また、水浸状態においては、乾燥状態の1/10程度に摩耗量を抑えることが可能である。他の耐摩耗金属との比較においては、特に高面圧下並びに水浸状態下においてその耐摩耗性が優れていることが判明した。

参考文献

1)室 達朗, 井尻博之, 平川広海: 肉盛・溶射金属の砂岩に対する摩耗特性, 建設機械と施工法シンポジウム論文集, pp.71-74, 1984.

2)Tatsuro Muro: CHARACTERISTICS OF SHAPE VARIATION OF RIPPERTIP BY WEAR AND ABRASIVENESS OF ROCK, PROC. OF JSCE, No. 274, PP. 119-130, 1978.

3)室 達朗, 深川良一, 渡邊公浩: 打撃式ドリルの穿孔速度と岩盤特性, 愛媛大学工学部紀要, 第11巻第2号, pp.381-392, 1987.

4) 島 昭治郎: 建設機械学, 鹿島出版会, PP.102-113, 1987.



図6 種々の岩石に対する摩擦係数 μ と接触面圧Pの関係(水浸状態)

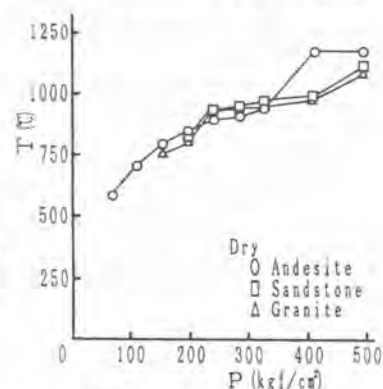


図7 種々の岩石に対する接触点温度Tと接触面圧Pの関係(乾燥状態)

表2 他の耐摩耗金属との摩耗量の比較

(単位: $\times 10^{-5}$ g/cm²・cm)

	安山岩	砂岩	花崗岩	
乾燥状態	タングステンカーバイド	0.16 (1)	1.00 (6)	0.45 (3)
	鍛造鋼	10.7 (67)	10.3 (64)	17.2 (108)
	鑄造鋼	9.89 (62)	11.3 (71)	19.6 (123)
	肉盛金属	4.29 (27)	0.91 (6)	1.85 (12)
	溶射金属	3.30 (21)	1.71 (11)	2.73 (17)
水浸状態	タングステンカーバイド	0.04 (0.2)	0.33 (2)	0.37 (2)
	鍛造鋼	21.1 (132)	14.8 (93)	13.6 (85)
	鑄造鋼	32.9 (206)	12.8 (80)	12.8 (80)
	肉盛金属	0.74 (5)	0.76 (5)	0.67 (4)
	溶射金属	1.65 (10)	1.68 (11)	2.25 (14)

※ ()内の数字は乾燥状態における安山岩に対するタングステンカーバイドの摩耗量を1とした場合の倍数

18. 騒音対策型大型ブレーカの開発

建設省淀川工事事務所：野口 弘一

建設省近畿技術事務所：*横江 重行

日立建機(株)：秋谷 英雄

1. はじめに.

瀬田川では、琵琶湖総合開発事業の一環として、浚渫工事を行ない、浚渫土量約90万 m^3 の内、約4.2万 m^3 の河床岩盤浚渫工事を実施している。この水中岩盤掘削工事に対する現地の環境保全対策等の理由から、「バックホウ船」と「大型ブレーカによる水中研岩工法」の組合せが最適工法としたが、研岩時に発生する「騒音」が高いため、騒音対策を講じる必要が生じた。

この対策として調査試験を行ない「騒音対策型大型ブレーカ」を開発し、現地に導入した。その結果は、大きな成果をあげている。本報告は、これらの調査結果についてとりまとめられたものである。

2. 大型ブレーカ工法導入の経緯について.

2. 1. 施工場所 滋賀県大津市田上黒津町地先(瀬田川洗堰・上流500m附近)

2. 2. 河床掘削断面 (図-1 参照)

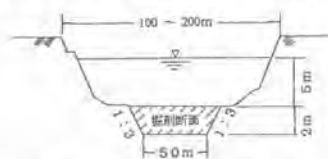


図-1 河床掘削標準断面図

2. 3. 浚渫対象岩種 瀬田川花崗閃緑岩

一軸圧縮強度 500~1,700 kg/cm^2

2. 4. 大型ブレーカ工法について.

台船に「バックホウ」を搭載して「バケット」

を取外し、「エア式大型ブレーカ(5.4 t)」を装着して、研岩する工法である。研岩後は、「バケット」に取替えて、掘削・積込みの作業を行なう。(図-2. 参照)

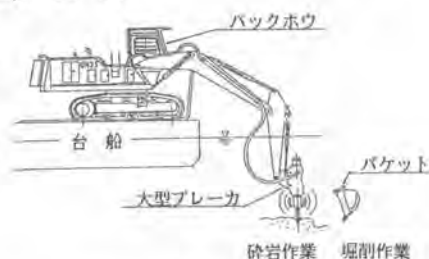


図-2 大型ブレーカによる浚渫工法

3. 現地適応性試験(水中試験施工)について.

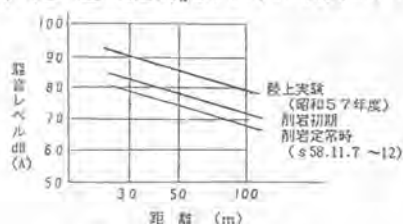


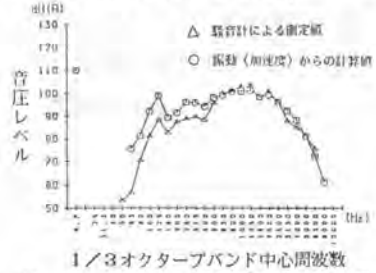
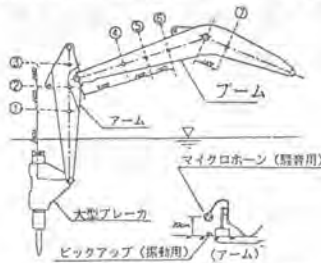
図-3 騒音レベル減衰

現地での適応性確認のため、水中試験施工を実施した。その結果、騒音は、図-3に示すとおりであり、施工位置によっては、「大津市条例」による「工事の敷地境界から30mにおける騒音レベル75dB(A)」の規制値を超えており「騒音対策」が必要となった。また、振動レベルについては、問題となる値ではなかった。

4. 大型ブレーカ騒音対策設計について.

4. 1. 騒音源の調査

発生源を確認するため「砕岩作業時の面体伝播音測定」を図-4の方法で実施した結果、「ベースマシン」の「アーム・ブーム」の表面では、振動とそこから放射される騒音が、周波数分析の結果、図-5に示すように関係づけられている。



4. 2. 騒音発生原因

砕岩作業時に発生する騒音の原因は、前項の調査結果から、「大型ブレイカ」が発生する「騒音及び振動」が、「ブレイカ本体」から、「ベースマシンのブーム・アーム」及び「台船の甲板」の表面に伝播され、気中に放射されることが原因であることが判明した。

4. 3. 対策目標値の設定

目標値の設定にあたっては、現地の環境保全対策から「大津市条例の規制基準値」を上回る、「自主規制値」を設け「施工

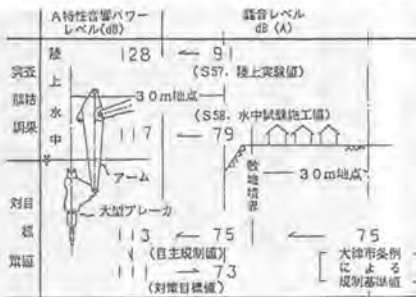


表-1 騒音の音源別A特性音響パワーレベル(dB)

	陸上実稼働	水中試験機	対策目標値
大型ブレイカ工法	128	117	111
アーム・ブーム等	-	117	106
ヘッド・コックアップ等	-	107	103
30m地点の騒音レベル	91	79	79

主規制値」を設け「施工地点から30mの地点で75dB(A)を超えないこと

にする。また、対策目標値は、ブレイカ作業音が、準定常的で周波数の高い衝撃音であるため、同じレベルでも聴感上は、耳につく「うるさい音」と認識されることから「ISO/R1996」を参考にし、図-6及び表-1に示すように「施工地点から30m

の地点で75dB(A)を超えないこと」と設定する。

4. 4. 騒音対策設計(案)

策設計(案)の概要
騒音防止のための対策設計(案)の概要は、表-2に示すとおりである。

表-2 騒音対策設計(案)

項目	1	2	3	備考
対策の内容	<p>▲アラケット対策：ブレイカのアラケットとシヨベルアームの結合部分を防振ゴムで囲い、底面と騒音を遮断。</p> <p>ロックブレイカ防振支持断面</p>	<p>▲アーム・ブーム対策：シヨベルのアーム・ブーム外周と機体基部のアラケット排気口を樹脂板で覆う。</p> <p>樹脂板固定によるアーム・ブームの設置</p>	<p>▲台船対策：台船の上面にゴムやアスファルト系制振材を全面貼付け、但し実用上、船体全長の約2/3に対し全船員を確保になる制振材の台船甲板への貼付</p>	<p>制振(ダンピング)効果</p> <p>2) 自由振動の共振現象を抑えること。</p>
対策の効果	-18dB(A)以上 【ブレイカが完全に水没して稼働するとき】	-7dB(A)以上	-5dB(A)程度	
記 考	1) クッションゴムの耐老化性は、使用中の変形量が1mm以下なので、天然ゴムでも100kg/m ² (約6,000N)に安全率3として2,000Hは使える。	1 制振効果は、ダンブレイ(神戸製鋼所)パイブレイ(新日本製鉄)などがある。 2 制振効果は下部の構造をもつ。	制振材は、イーデーケAMS, 000(厚4mm)とシマク板(厚4.5mm)を貼る。	

5. 大型ブレーカ騒音対策の導入

現地に導入した「対策」は、表-2の「騒音対策設計(案)」より、①案の「大型ブレーカ騒音対策型防振ブラケット」を採用し、60年度に製作して、現地に導入した。

5. 1. 騒音対策型防振ブラケットの概要

5. 1. 1. 基本的機構

「大型ブレーカ」と「ベースマシンのアーム」の各ブラケットを結合させる「ピン」に「防振ゴム」を取付け、「大型ブレーカ」から発生する「振動伝播」を遮断する構造である。

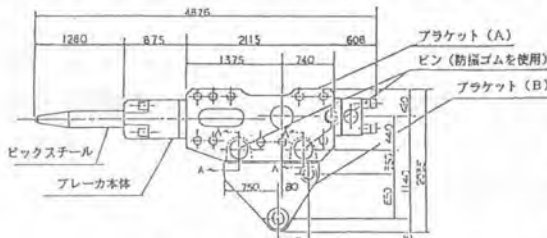


図-7 大型ブレーカ構造図



写真-1 防振ブラケット取付状況

5. 1. 2.

防振ブラケットの特長(採用の理由)

防振ゴムによる対策が、「減音効果」、「経年性」及び「取扱い易さ」がすぐれている等の特長がある。



写真-2 カラーブッシング



写真-3 防振ゴム

5. 1. 3. 構造

①. 大型ブレーカ

図-7及び写真-1に示すとおりである。

②. 防振ブラケット

写真-1及び詳細図、図-8、写真-2、3、4、表-3に示すとおりである。

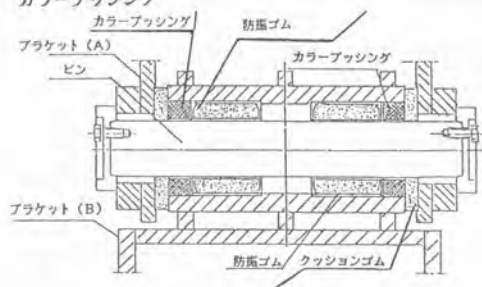


図-8 詳細図 (防振ゴム等取付部)



写真-4 クッションゴム

表-3 防振ゴム等の仕様概要

組合せ	UH35ショベル・TB30ブレーカ	
	防振ブラケット	
	防振ゴム	クッションゴム
材質	天然ゴム60°HS	ウレタンゴム90°HS
形状	ブッシュ型 4個	環状型 4個
寸法	φ200×φ120×150	φ270×φ130×28
バネ定数	41600KG/CM	—
共振時変位	5mm(MAX)	—
固有振動数	21.1Hz	—

6. 騒音対策効果の確認

「防振ブラケット」による、対策効果を確認するため昭和61年度実施した。「防振ブラケット」の装着時の測定値と、「現地適応性試験及び騒音源の調査」の結果とを比較し、効果を確認する。

6. 1. 調査の内容及び結果

6. 1. 1. 水中碎岩時の騒音レベル(図-9. 参照)

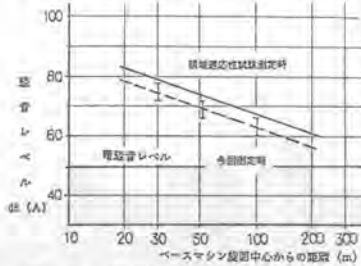


図-9 騒音レベルの距離減衰比較図

①. 1~8 dB(A) 平均的には、5 dB(A)程度減音している。

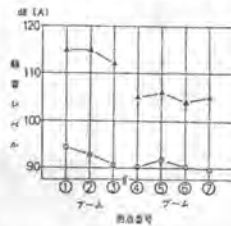


図-10 アーム、ブーム表面の騒音レベル

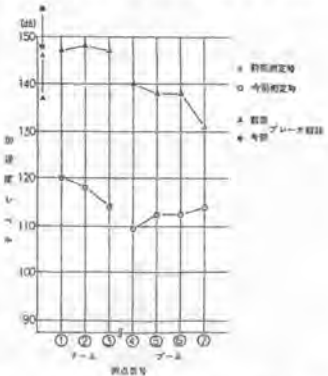


図-11 アーム、ブーム表面の加速度レベル

6. 1. 2. 水中碎岩時の固体伝播音(図-10・11, 参照)

碎岩作業時のアーム・ブーム表面の騒音レベルと振動加速度レベルを測定した。その結果は、①、両レベルとも大きく低減している。

②、「ブレイカ頭部」と「アームの測点1」を加速度レベルで比較すると前回は、両測定の差がほとんどなかったのに対して、今回は、28~36 dBも低減している。このことから「防振ブラケット」による振動遮断効果は、非常に大きく、固体伝播音の防止に有効であることが明らかになった。

6. 2. 騒音対策目標値及び対策前との比較(表-4及び図-12 参照)

1. 大型ブレイカ工法としての騒音レベルは、目標値で2

表-4 対策効果測定結果比較表(A特性音響パワーレベル(dB))

	陸上実験値	水中試験値	対策目標値	対策後
大型ブレイカ工法	128	117	111	109
アーム・ブーム等	-	117	106	108
ブレイカ・ブーム等	-	107	109	103
30m地点の騒音レベル	91	79	73	71

dB(A)の余裕をもって達成し、対策前とは、8 dB(A)低減した。

2. 音源別に見た場合、「アーム・ブーム等」から発生する打撃に伴う音は、目標値より2 dB(A)大きかった。対策前とは、9 dB(A)低減した。



図-12 騒音対策目標と効果比較図

7. あとがき

岩盤炭素用大型ブレイカ工法に、「騒音対策型防振ブラケット」を導入し、対策前と対策後を比較した。その結果、「防振ブラケット」の効果は、期待どおりであり、本工法に伴う騒音は、条例等の規制値より厳しい値として掲げた「対策目標値」を達成し、成果をあげたことが確認できた。

最後に、本調査の実施にあたって、(株)日本建設機械化協会、建設機械化研究所及び大成製岩(株)をはじめとする関係各位に、多大な協力を得ましたことに対し、お礼を申し上げますと共に感謝致します。

19. インパクトリッパの開発について

新キャタピラー三菱㈱：益弘 昌幸

1. はじめに

近年、住宅地、病院、学校周辺の宅地造成や道路建設、あるいは原子力発電所の増設工事等公害規則の厳しい硬岩破碎工事が増加している。このようなニーズに対応するために、1)リッパ工法、2)予備発破+リッパ工法、3)ブレーカ+リッパ工法、4)スプリッター+リッパ工法および5)静的膨張剤+リッパ工法などがとられてきた。しなしながらいづれも一長一短あり、さらに効率が高く安全な工法が求められてきた。この要望に対応するために、リッパとブレーカの両者を組合せ、弾性波速度4000m/s程度迄の硬岩で高い効率を発揮するD9Lインパクトリッパを開発したので紹介する。本機は昨年末キャタピラー社が開発し、本年より国内に導入した機械である。



写真0 D9Lインパクトリッパ

2. 構造及び機能

本機はD9Lリッパ付車両をベースに、油圧ポンプ、油圧ラインなどの変更に加えて、リッパシャックを打撃するブレーカを組合せたものである。

従来のリッパでは、破碎力は自重による押付力とけん引力の合成されたものであったが、本機では、自重による押付力に加え、ブレーカの打撃力が付加され、飛躍的な破碎力を生みだしている。

基本の作動システムは図2のとおりであり、トラクタのポンプで圧油を発生し、電気スイッチでソレノイドバルブを作動させてディレクショナルコントロールバルブを動かし、圧油をブ

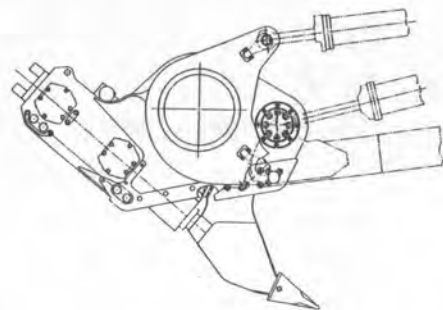


図1. インパクトリッパ外観図

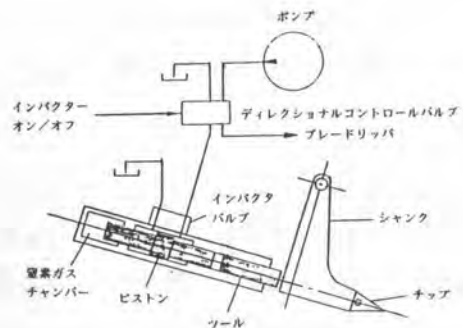


図2. 作動システム

レード又はリップ用からブレーカシリンダへ流す。これによってシャックを打撃する。

作動モードには、マニュアルとオートモードがある。オートモードでは2つの油圧センサーが負荷及びリップ作動状況を検知しブレーカの作動をコントロールする。1つはリップのチップシリンダの油圧をセンスし、圧が一定以上となるとブレーカシリンダに圧油を送る。もう1つはリップコントロール用パイロットラインの圧をセンスし、圧が上るとブレーカに圧油を送る働きをする。

<主な仕様>

運転整備重量	67700kg
エンジン出力	466ps
全長	9645mm
全巾(車体)	3110mm
全高	4310mm
インバクトリップ	
掘削深さ	610mm
打撃数	約510bpm
打撃力(チップ押付力)	約136ton
ブレーカ形式	H-16×R
油圧	164kg/cm ²
油量	493 /min
ブレード巾	4545mm
高さ	1990mm



写真1

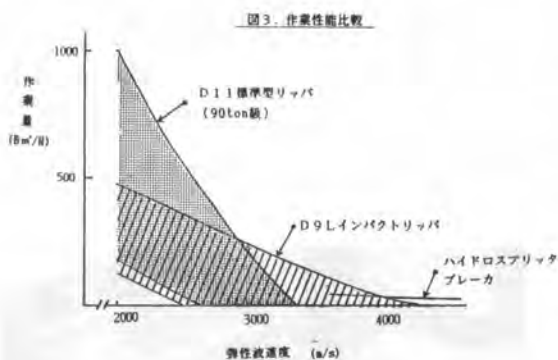
3. 作業性能



写真2

国内では現在迄に玄海、泊、大飯などの原子力発電所、敦賀火力、山陽自動車道、その他宅造工事に使用されており、それらでの実績をまとめ、D9Lインバクトリップの位置付けを岩盤の弾性波速度で分類すると図3のように表現できる。

例えば、玄海原子力発電所増設工事では、90トン級ブルドーザD110ではリッピング困難で、ハイドロスプリッターを使用していた弾性波速度3500~4000m/sの玄武岩をD9Lインバクトリップは率々と破碎し、ハイドロスプリッターの5~7倍の作業量をこなしたと報告されている。尚当現場の岩(試料片)の物性は、弾性波速度5400~5800m/s



一軸圧縮強度 $1800 \sim 3200 \text{ kg/cm}^2$ であつた。

山陽自動車道西条工区では、弾性波速度が $3 \sim 4000 \text{ m/s}$ の花崗岩において、ハイドロスプリッタの $3 \sim 5$ 倍の起砕実績を示している。短時間での標準型リップのD9Lとの比較テストでは弾性波速度 3350 m/s の石灰岩において、インパクトリップは標準型リップの 2.5 倍の作業量を産出している。

	D9L インパクトリップ	D9L 標準型リップ
時間当り掘削量	478 t o n / h r	133 t o n / h r
平均掘削深さ	30 cm	11 cm

これらの実績にもみるように弾性波速度 $3000 \sim 4000 \text{ m/s}$ において非常に高い効率を発揮する機械であるといえる。

標準型リップでは90t級のD11でもリップ刃先押付力は 40300 kg 、D9L (60t級) で 27700 kg であるのに対し、D9Lインパクトリップは 136 t o n のリップ刃先での打撃力を持つ。このはるかに大きい刃先力により標準型リップでは破碎できない岩を砕き、そこから連続的に標準リップとしてゆるめられた岩の破碎を拡げていくというプロセスをたどることにより非常に高い破碎効率を発揮する。またブルドーザに装着されているので機動性に優れ、交互にドーピング作業も行なえるので、現場内での転石処理あるいは、浮石の多い現場等での作業効率をも高めている。

消耗品についても、この高い破碎力により標準型リップにくらべ、リップチップの摩耗は著しく少なくなっている。標準型では硬くなるとしばしばチップが岩の上を滑り摩耗が促進されるが、インパクトリップでは、破碎してから進む形をとるため、滑りが減少する。標準型に比べて、 $2 \sim 3$ 倍チップの寿命が伸びたと報告されている。

安全性の面でも破碎岩の飛散がなく、オペレータはブルドーザのキャブ内にて操作を行なう為、安全性の面でも特に問題はない。

各種の無公害工法を比較すると現状ではリップ工法が最も経済的であるが、リップ可能範囲がせいぜい弾性波速度 3000 m/s 内外までに制限されることから、この可能範囲を広げるために、各種の工法はリップ工法に予備発破、スプリッタ、ブレイカ及び膨張剤工法などでその欠点をおぎなうようになってきた。予備発破は経済的にも優れたものであるが、破碎岩の飛散ならびに振動を伴うという問題がある。その他の工法はいずれも破碎可能範囲が拡大し、安全性も高いが、生産性が低く、経済的にも問題がある。これらに対し、インパクトリップは施工可能範囲も拡大し、同時に生産性、安全性についてもすぐれた工法であるといえることができる。それらの対比を次表に示す。

工法		適用範囲	生産性	経済性	振動	騒音	安全性
リッパ		△	◎	◎	◎	◎	◎
インバクトリッパ		○	◎	○	◎	△	◎
リ ッ 併 用 バ 用	予備発破	◎	◎	○	○	○	△
	スプリッタ	◎	△	△	◎	○	◎
	ブレーカ	◎	△	△	◎	△	◎
	膨張剤	◎	△	△	◎	◎	○

4. 今後の課題

前項に述べるとおり、製品面ではD9Lインバクトリッパも万能という訳にはいかない。1)騒音が大きすぎる。2)破砕可能範囲がまだ制約されるといふ2つの課題を有している。

1)に対しては、現在ブレーカハンマから発生する騒音を減少させる技術として有効なものがなく、工法によって解決する必要がある。例えば騒音の問題の少ないスプリッタ等と併用する、インバクトリッパを使用する時間帯を制限する、又は騒音壁、土盛などを構築する等が考えられる。

2)の問題については、さらに大型で打撃力の大きいブレーカの実着が可能な大型ブルドーザにインバクトリッパを開発することや、スプリッタ等より破砕力の大きい機械と組合せ施工を行なうことなどが解決策である。

右の写真はハイドロスプリッタと併用施工を行なっている例である。



写真3

5. あとがき

以上、特に硬岩帯での土木工事において、D9Lインバクトリッパの出現は、より安全で、環境の制約を受けにくく、飛躍的に高い生産性をもたらす有効な機械であることが実証され、今後の活躍が期待されている。

20. トラックタイプロード多機能車の開発

新キャタピラー三菱(株)：小田部喜三郎・森田 出

*佐藤 孝行

1. まえがき

キャタピラー 953, 963, 973, トラック タイプトラックはハイドロスタティックドライブシステムを搭載、そして新設計で注目を集めている新しいトラック タイプローダである。新キャタピラー三菱(株)では以前より種々のアタッチメントを開発し、これらのアプリケーション拡大をはかっている。例えば船内荷役用としてツウウェイドーザ装置、圃場整備や林業、ダム工事用としてパワーアングルチルトドーザ装置、雪寒用のアングルドーザ装置等が上げられる。ここで紹介する船内荷役多機能車は輸入鉄鉱原料である石炭や鉄石の荷揚げ作業におけるあらゆる工程に対応させる複数のアタッチメント、石炭用ブレード、鉄石用ブレード、水噴射式棚落し装置、そしてロータリー式底ごらい装置が用意され各アタッチメントをクイックカプラーによって瞬時に車面本体に着脱可能としたところが特長である。船内荷役作業の完全な機械化による安全性の向上、作業能率の向上、省コストを目的とし、新日鉄(株)との共同により開発されたものである。



963多機能車(棚落し装置付)

2. 石炭用ブレードおよび鉄石用ブレード

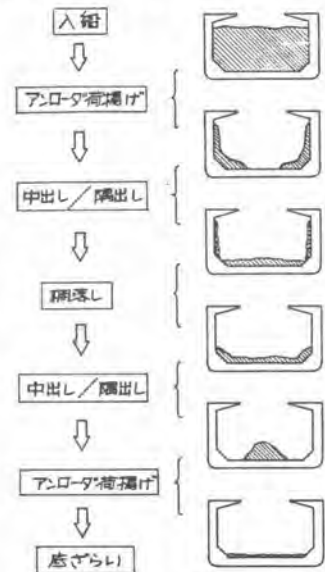
アンローダが荷揚げしやすいようにデッキ下の石炭または鉄石を船倉中央部のハッチ下まで掻き出す中出し作業や船倉のコーナおよびホッパー部の隅出し作業に使用される。現在、中出し作業や隅出し作業に使用されているツウウェイドーザはトラック タイプトラック



973多機能車(鉄石用ブレード付)

をベースとした専用機が主流であるが、これと比較した場合本多機能車はハイドロスタティックドライブシステム搭載により作業に応じた

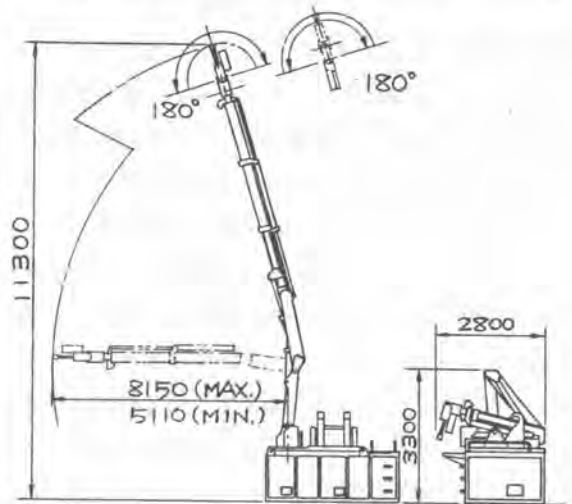
任意のスピードが選択できる。足場をいためずに



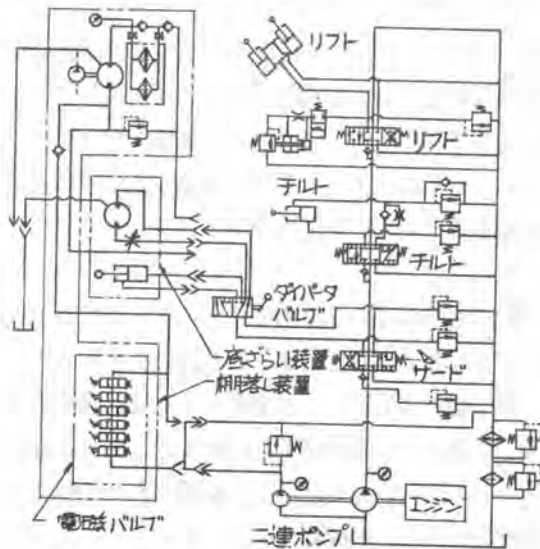
スピードが旋回や芝の場旋回ができる。さらに足回りヒブレードにかかる負荷に応じマスピードとけん引力が自動調整され、はんばいシフト操作をしなくてもよいこと等、機動性と操作性の面において利点が多い。またエンジンが車体後方に搭載されているため必然的にマフラーやエアクリーナも後方となり前方視界を妨げるものがなく、前方視界が良好である。さらにエンジン後方搭載はブレードがかかえ込んだ石炭や鉱石がエンジンルーム内に侵入する心配がなく、冷却ファンの風がかかえ込んだ石炭や鉱石を舞い上げる心配もない。したがってマラジエータの目話りやファンベルトの切断が防げるとともに粉塵による前方視界の悪化も防ぐことができる。もう一つの利点としてはリフトアームのリーチが長いので高所の石炭や鉱石の切りくずしが容易に行なえることである。また石炭用ブレードと鉱石用ブレードが用意されていることが本多機能車の特長でもある。これは鉱石 約2.5 ton/m³、石炭 約0.9 ton/m³という比重の差を考慮し各々のブレード容量を設定している。さらに鉱石用ブレードはカッチングエッジの摩耗が早く進行するため、芝の交換が容易に行なえるようボルトオンカッチングエッジが採用されている。

3. 排落し装置

ブレードによる中出し作業、隔出し作業の後に船内へ投入され、サイドフレーム間やゴルゲート、ラダー、配管等にこびり付いた落にくいものを除去するために使用される。本装置は水タンク、水ポンプ、水ポンプ駆動用の油圧モータが内蔵された箱形フレームと芝の箱形フレーム上に設置された屈折形ブームとブームコントロール用の電磁バルブを芝の屈折形ブーム先端に設置された水噴射ノズルとノズル旋回用マクチュエータによって構成されている。



排落し装置



油圧系統は水噴射のための水ポンプ駆動用と屈折ブームおよびマクチュエータ駆動用とシフト系統の油圧が供給されている。芝の操作はともに運転席内で行なわれる。前者はサードバルブによって、後者は専用のコントローラにより箱形フレーム上に設置された電磁バルブに電気信号が送られ行なわれる。排落し作業においては、ノズル先端のねらいの適確さと、ねらいが定まった所で即水を噴射させることが作業効率を良くする要因である。ノズルの操作と水噴射の二つの操作を容易にするための工夫とし、水噴射のサードバルブの操作を

足動式としている。本装置はブーム旋回角度 270° 、1ズルの首振り角 180° 、そしてブーム最伸長時地上から1ズル先端まで $11,300\text{mm}$ のリーチがあるため広範囲にわたって船内作業が行なえる。またハッチ内での車面移動をひんぱんに行なう必要がない。性能面では1ズル先端から 3m 離れた目標地点における反力が 30kg 以上と強力であるため作業が容易に行なえる。水の消費量については 100l/min 以下であり、この装置に搭載されている水タンクの容量が 3.2m^3 なので、約 30 分の水噴射が可能である。水タンクの容量は1ハッチ分の作業量に合わせ設定されたものであるが、船の構造によっては落ちにくいものがあり水の消費量が多くなる場合がある。このようなケースではスベアが投入され換装し作業が続けられる。この時の着脱時間は 3 分以内で行なえるため大忙し作業が遅れるということはない。この実施例の場合、定量的水タンクが使用されているが港湾設備で岸壁よりホースによって水が常時補給できるならばスベアを用意する必要はなくなる。

4. 底ざらい装置

ブレードによる中出し作業、隅出し作業、そして船内作業による船壁の付着物の取り除きが終了、再びブレードに換装され、ほとんどの石炭または鉱石は荷降される。この装置は船底の凹凸部に導く残された石炭または鉱石を完全に除去するための投入される。いわゆる底ざらい作業に使用されるもので、 1.9m^2 のバケットと前オカパー、前オカパーに装着された回転ガラス、回転ガラス駆動用の油圧モータ、そしてバケットと前オカパーの開閉用油圧シリンダによって構成されている。油圧モータを駆動する油圧は船内作業装置の油圧モータ駆動用と同じ系統のものを兼用で使用し、さらにこの回路を切換バルブによって切換バケット開閉用のシリンダに使用される。この装置は幅が $3,000\text{mm}$ のガラスの回転によって残された石炭や鉱石をバケットの中にはききながら底ざらいを行なう。車速は 4km/hr でハッチ面積が $1,000\text{m}^2$ ($40\text{m} \times 25\text{m}$)とした場合、ハッチ当たり作業時間は 8 分という計算となる。しかし、実際には段取り時間や車面移動の時間があるため $15\sim 20$ 分の作業時間を要する。この装置の特長としては鋼製ガラスが使用されていること、そしてこのガラスは左右上下にスイングすることができ点が上げられる。鋼製ガラスは剛性が強いので比重が大きい鉱石にも適用することができ、また左右上下のスイング機構は船底への順応性が良いのでガラスの切損を防ぐとともに、石炭や鉱石を取り残すことがない。



底ざらい装置

5. クイックカブラ

これは車面本体と各アタッチメントを連結するこの船内の機能車のためのものである。クイックカブラはこれらの技術は新しいものではないが、船内荷役車にとり入れられたのはこれが初めてのケースである。船内用クイックカブラとして考慮された点は、まず船内は普通の土工現場に比べ土場や周辺環境が悪いのでその条件下での迅速な着脱性能、過酷な作業に対する強度および耐久性、そして着脱機構部分への石炭や鉱石の侵入による不具合等が上げられるが、これらはテストを通じすべて解決されている。そして各アタッチメントとも 3 分以内で着脱できることが確認されている。

6. 主要諸元



〈ブレード装着車〉



〈棚落し装着車〉



〈底ざらい装着車〉

機 種		873	883	953	
重	トラクタ本体(Q/C件)	kg	25,900	18,350	13,800
	ブレード(単体)	kg	1,600-1,650	1,500-1,550	1,400-1,450
	棚落し装置(単体含水)	kg	7,000	7,000	5,000
量	底ざらい装置(単体)	kg	1,850	1,850	1,400
	フライホイール出力(定格出力)	PS	213	152	112
全長	ブレード装備	mm	7,320-7,355	6,450-6,480	5,915-5,945
	棚落し装備	mm	6,540	7,420	6,610
	底ざらい装備	mm	8,060	7,340	6,745
全幅	ブレード装備	mm	3,450-3,500	3,200-3,250	3,000-3,100
	棚落し装備	mm	3,360	3,260	3,100
	底ざらい装備	mm	3,200	3,200	3,000
全高	キャブ上端(ROPS)	mm	3,465	3,200-3,240	3,000-3,100
	ブレード最上昇点	mm	4,450-4,500	4,250	4,000
	棚落し装置最上昇点	mm	11,300	11,300	10,000
	燃料タンク容量(補助タンク付)	ℓ	476	381	212

この仕様は新日鉄(株)名古屋製鉄所向に製作されたものである。(953を除く)

ここでは973, 963 クラスが導入されるためブレードを除く棚落し装置と底ざらい装置が共用ができるように設定されている。963, 953 クラスが導入されるユーザーであれば963, 953 共用の棚落し装置, 底ざらい装置の設定が可能であり, その他仕様面でも柔軟性をもつ対応することができ, またブレードもスライド式あるいはパワーアングルフリット式に置き換えることもできる。

7. あとがき

バラ積み船のハッチ内の荷役作業は1ハッチ当たりツイーウェイドーザのオペレーターら6名と, 中出し, 隅出し, 棚落し, 底ざらい要員のスコップ作業員8~10名で行なわれている。この多機能車の導入は手作業に比べていたものが完全に機械化されるため作業効率の向上, 安全性の向上がはかれる。また省カ化による荷役コストの低減もはかれる。この多機能車は新日鉄(株)名古屋製鉄所に2セット導入されているが他の製鉄所でも導入を検討している。新キヤタピラー三菱(株)ではこの多機能車をさらに使いやすいためユーザーと共に新しい技術の研究を進め導入していく所存である。また棚落し装置はビル清掃や豪雪地帯での高所雪落し等に応用できるものと考えられ, 今後他業種への需要開拓にも力を入れていきたい。

21. リーチローダの開発

小松メック(株)：*矢野 武久・滝田 幸

1. まえがき

当社では四輪駆動ホイールローダを生産している。近年、特に小形ホイールローダは、優れた作業性と共に、汎用性を要求され、様々なユーザに使用され、合理化、省力化に役立てられているが、一般土木、産業廃棄物、スクラップ処理等を扱うユーザからは、

(1) 四輪駆動ホイールローダの作業範囲を拡大したい。即ち小さな車で大きなダンピングクリアランス、ダンピングリーチが欲しい。

(2) 場所を選ばない荷役機械が欲しい。

また、木材、チップ等を扱うユーザからは、

(3) 角度変化のない作業機が欲しい。

という、小型ホイールローダの作業性、汎用性を更に高める市場ニーズが潜在化していた。

この様な背景から、「パラレルリンク」+「リーチ機構」をもったWR11リーチローダを開発したので、その構造と特長について、以下に紹介する。

2. 開発のねらい

(2-1) リーチローダの開発に当り市場情報の収集により、ユーザの要求品質を抽出し図1に示す要求品質展開及び機能構造展開手法を活用し、品質コストを満足しつつ、品質目標を設定した。

また、品質目標設定に当り、リーチローダとしての要求品質を明確にした。これらの実現のため、試作および各種品質確認の実施と、その評価ステップを経て、性能、信頼性、耐久性各々の、目標を達成したので、商品化を行った。

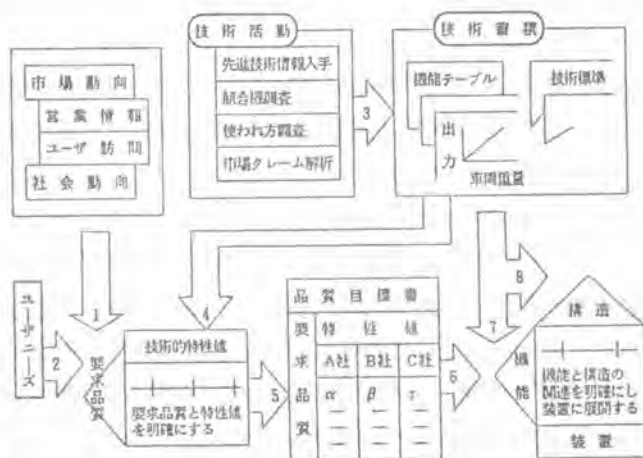


図1 要求品質展開と品質目標の設定

(2-2) なお、在来機で実績のある車体主要構造は、そのまま継承し、部品の共通化を図るとともに在来機の居住性、運転操作性、走行性能等の機能は落さずに、「パラレルリンク」リーチ機構を付加し、大型機並のダンピングクリアランス、ダンピングリーチを確保し作業の合理化、省力化を図ることとした。

3. 特長

以下に本機の特長と、その達成手段について紹介する。

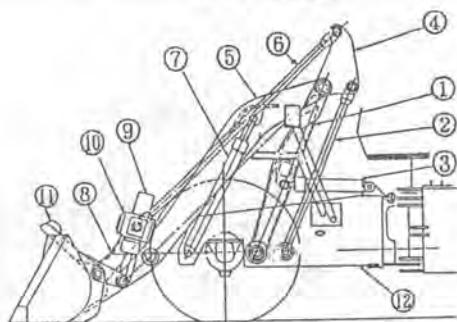
☆印は、従来の二駆リーチショベルに対しての特長を示す。

	特長	達成手段・方法
(3-1) 作業用途が広い。どんな作業にも使える	☆ 11トンダンプへの片側積込み、荷切り	大きなクリアランスリーチ
	作業機の角度変化がなく荷役機械として使用可能	バラレルリンケージ
	作業範囲が大きい	大きなクリアランス、リーチ
	生コンなど液状のものも運搬可能	ティルト角大、角度変化0
	☆ 掘削、すくい込み、押土、かさ上げ作業	ケン引力大、リーチ力
(3-2) 現場を選ばない。どこでも使える。	☆ 作業機を簡単に交換し更に多様な作業が可能	マルチカブラ装置(OPT)
	☆ 軟弱地走行性が良くタイヤスリップが少ない	四輪駆動トルクプロポーション
	☆ 雪道での走行可能で除雪作業ができる	コングレガ、ワイドベースタイヤ
	☆ 軟弱地、泥水中でも確実に作動するブレーキ	密閉湿式ディスクブレーキ
	☆ 現場の稼働自走、運搬がスピーディ	車速大
(3-3) 誰でも運転できる。人を選ばない	☆ 市街地稼働、夜間作業ができる	低騒音設計(周囲30m 68dB(A))
	☆ 操向時尻ふりしない	ステアリングアーティキュレート式
	☆ 走行時、作業時の安定性が良い	ロングホイールベース
	☆ 容易な変速操作	コラム式変速レバー

4. 構造・機能

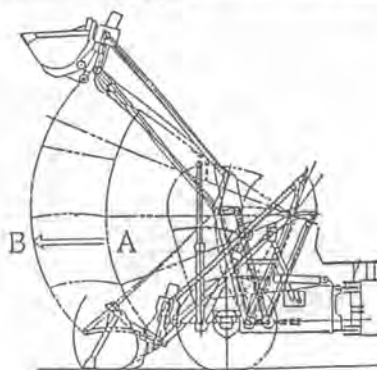
(4-1) 各部の名称

- | | |
|------------|------------|
| ①リーチアーム | ⑦リフトシリンダ |
| ②リーチアームロッド | ⑧リフトブラケット |
| ③リーチシリンダ | ⑨ダンプシリンダ |
| ④ベルクランク | ⑩トラニオンフレーム |
| ⑤リフトアーム | ⑪バケット |
| ⑥リフトアームロッド | ⑫フロントフレーム |



(4-2) リーチ機構付バラレルリンケージの作動

- ・リーチアーム①とリーチアームロッド②により構成する平行四辺形とリフトアーム⑤とリフトアームロッド⑥により構成する平行四辺形の組合せにより、アタッチメントの角度変化が全域で全くないリンケージである。(リーチ作動でA→Bへ平行移動する)
- ・ダンプシリンダ⑨は、リンクを介さず直接アタッチメントを作動させるので、ダンプシリンダによりアタッチメントが発揮する力は、位置に関係なく一定である。

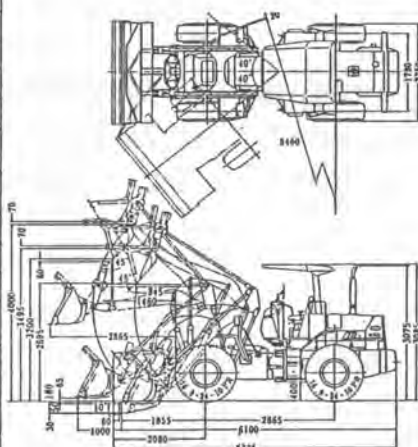


(図 2)

5. 仕様・外観

主要仕様を以下に示す。

項目	単位	開拓機 WR11	WA100	A社	B社
バケット容量	m ³	1.0	1.2	1.0	1.0
エンジン出力	PS/rpm	74/2400	←	82/2150	66/2400
エンジン型式	—	小松6D95L	←	小松6D95L	3204
運転室重量	kg	8220	6500	6390	6950
ホイールベース/トレッド	mm	2265/1780	2550/1780	2300/1780.R1575	2335/1780
タイヤサイズ	—	16.9-24-10	←	F 8.25-20-12 P/R R 7.50-16-B	13.00-24-10
ダンプリニアランス	mm	9-1 MAX, 9-1 MIN 3200 / 2595	2680	9-1 MAX, 9-1 MIN 2900 / 2575	2840
ダンプリーチ	mm	1460/845	980	1300/795	875
リーチ量 (地上)	mm	1000	0	960	0
ブレークアウト力	kg	6800	←	4300	6700
総荷重 (直進)	kg	9-1 MAX, 9-1 MIN 3500 / 6100	4850	9-1 MAX, 9-1 MIN 2180 / —	4200
最高速度 (直進時)	km/h	30.0/33.5 (F3/R3)	34.5/35.0 (F3/R3)	23.0/15.0 (F2/R1)	25.1/11.3 (F3/R1)
最大駆動力 (牽動方式)	kg	7700 (4WD)	6750 (4WD)	5200 (前2駆)	6300 (4WD)
直角旋回旋回角 (最小)	mm	3540	3390	3360	—
周回 CD値 (騒音)	dB (A)	68.0	69.0	—	68.0
ブレーキ形式	—	湿式履式ディスク	←	前2輪、ドラム	乾式ディスク
角度変化 リンケージ形式	(0) リーチ付パラレル	(0)	Zバー	(0)	(5)

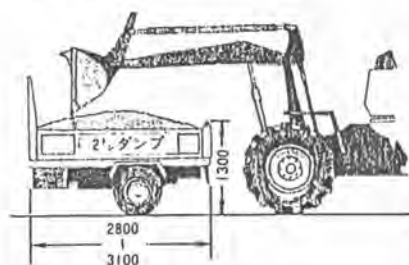
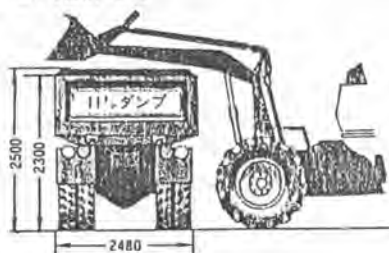


(図 3)

6. 使用事例

(6-1) ダンプトラックへの積込み

- ・リーチ機構により11トンドンプでの荷切りがベッセル端まで可
- ・リーチ機構により2トンドンプの荷台後方からの積込可



(6-2) かき上げ・ホッパ投入作業

(6-3) 木材選別・積込み

- ・パラレルリンク、リーチ機構で原木の積込みより高く
- ・パラレルリンクで角度変化が全くなくフォーク作業が容易



項目	機種	小松 WR11	小松 WA100
最大持ち高さ	mm	3,620	3,170
フォークリフト (30°前傾)	mm	2,725	2,260
フォークリフト (30°前傾)	mm	2,645	1,900

*ダンプトラックフォーク仕様



(6-4) 荷役作業



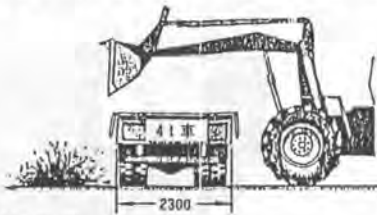
(6-5) よう壁の裏込め

項目	機種	小松	
		WR11	WA100
作業可	0.5 勾配	3.1	2.3
能高	0.3 勾配	3.2	2.6
角度変化	度	0	-10~22

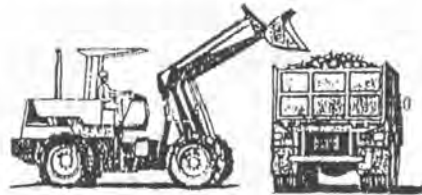


(6-6) スクラップ・産業廃棄物の積込・積下ろし

・4トン平ボディトラックの積下ろし (甲出し)



・かさ上げ10トンダンプへの積込み



(6-7) 除雪作業

- ・雪堤のつきくずし
- ・除雪ブレードによる除雪作業

・かさ上げダンプへの積込み

7. あとがき

以上WR11リーチローダの開発について述べた。御使用頂いたユーザから、4駆ローダと2駆リーチショベルの2台で実施していた作業が1台で可 (産業廃棄物処理) 多目的に使える (建材) 等の評価を頂き、開発のねらいであるユーザのニーズ、合理化省力化への寄与について、ほぼ達成したと考えられる。もう一廻り小さい車があると良い、等々使用されているユーザの率直なご意見、評価も頂き、更により良いリーチローダにするべく努力していく所存である。尚、上記御意見に基づき、WR11より一廻り小さいリーチローダWR8を引続き開発したので、その仕様を右に示す。

項目	単位	開発機 WR8	WA70	A 社	
主要諸元	バケット容量	m ³	0.8	←	0.9
	エンジン出力	PS/rpm	56 / 2200	←	82 / 2150
	エンジン型式	—	小松4D95L	←	小松6D95L
	運転総重量	kg	5640	4500	6125
	ホイールベース/トレッド	mm	2450 / 1470	2200 / 1470	2300 / 1790, R1575
作業性能	タイヤサイズ	—	17.5/65-20-10	←	F 8.25-20-12 77R R 7.50-16-8
	ダンピングリアランス	mm	リフ MAX, リフMIN 2900 / 2645	2505	リフ MAX, リフMIN 2900 / 2675
	ダンピングリーチ	mm	1310 / 855	830	1300 / 795
	リーチ高 (地上)	mm	850	0	960
	ブレークアウト力	kg	4300	4230	4300
走行性能	転倒荷重 (直進)	kg	リフ MAX, リフMIN 2600 / 4050	3200	リフ MAX, リフMIN 2000 / —
	最高速度 (直進)	km/h	29/30 (F3/R3)	32/33 (F3/R3)	23/15 (F3/R3)
	最大牽動力 (駆動方式)	kg	4800 (4駆)	4200 (4駆)	3130 (前2駆)
	直角旋回半径 (最小)	mm	3040	2980	3360
その他	周回 CO ₂ 騒音	dB (A)	65	←	66
	ブレーキ形式	—	密閉湿式ディスク	←	前2輪、ドラム
	リネージ形式	(0)	リネージ付パラレル	Zバー (23)	(0) リネージ付パラレル
マルチカブ装置	—	オプション (標準)	オプション (標準)	無	

22. コンクリート製品据付機の開発

小松ゼノア(株)：*土井 初治・福田 正次

1 まえがき

近年、建設業界では、人夫作業の省力化・合理化のニーズが強く、また就業者の高齢化が進んでいることから機械化が進められ、最近ではバケット容量0.02m³のミニパワーショベルのような、いわばスコップ代りの機械まで市場導入されている。

しかし、道路の縁石・側溝等のコンクリート二次製品の据付作業は、適当な機械がなく、また据付精度が要求されることから、石工・ブロック工が、100kg程もあるコンクリート製品を人力で据付けているのが現状である。

今回これらの苦渋作業を解消し、作業の効率化を計るために真空により吸着し、独特の機構で吊り上げ荷重を常に自動的にバランスさせて無重力状態にすることによって、手をそえるだけで軽く移動し、精度よく据付できる自走式の据付機(商品名プロセッタ)を開発したので報告する。

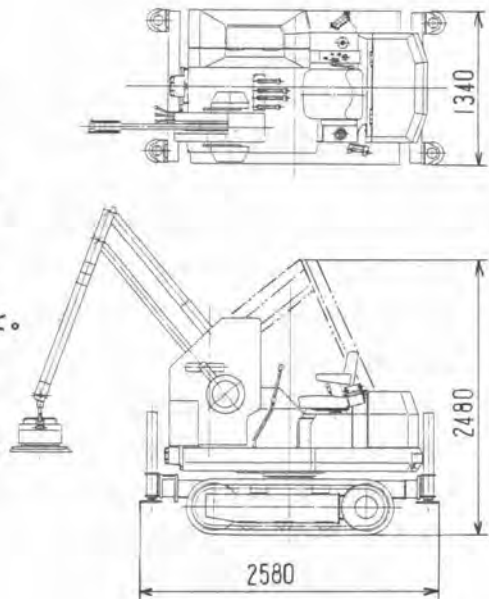


(図-1) 全体外観図

2 本機の開発のねらい

本機を開発するに当たり、次の目標を設定した

- ① 1人で作業でき、かつ操作が容易で特殊技能が不要な機械とする。
- ② 5m道路で片側車線を解放して作業できるようなコンパクトな機械とする。
- ③ 舗装道路上の作業の比率が高いと考えられるので舗装路および建設現場ともに簡単に移動できること。
- ④ 真空による吸着により製品を吊り上げているので特に安全確保に留意する。
- ⑤ 短工期の仕事が多いので、現場間の移動が容易で、建設業者所有のトラックで輸送できること。
- ⑥ 都市部での使用を考慮し、低騒音化を計る。



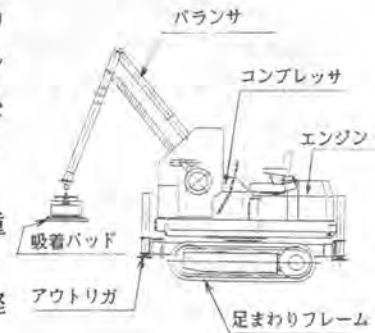
(図-2) 全体図

3 「プロセッタ」の構造・機能

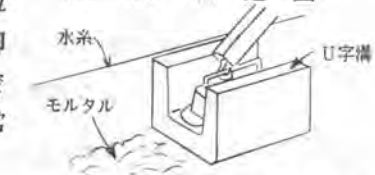
信頼性・耐久性で実績のある当社ミニパワーショベルPC10のゴムシュー仕様の足まわりフレームの上にエンジン、コンプレッサ、バランスを設置した360°旋回可能な、旋回フレームを載せている。また坂道でもバランスを水平に設置できるように、前後左右に各々独立に動かせるアウトリガを装備している。

バランス先端には吸着パッドがあり、コンクリート製品等の重量物を真空吸引力により吊り上げる。

バランスは、水平方向は独特な機構により手をそえるだけで軽く動き、上下方向はエアシリンダの空気圧で動かす。コンクリート製品の据付けにはモルタルの上に製品を下ろし、上下左右の位置精度を確保しながら作業するが、手元に配置したシリンダ制御ボタンにより、荷重のかけ具合を制御しながら、効率よく作業できる。この微調整が可能な事が、本機の大きな特長であり、通常のクレーンやパワーショベルでは、作業が困難である。



(図-3) 構造図



モルタルの山をU字溝の自重の一部をかけてつぶしながら水糸を基準に精度調整する

(図-4) 据付作業概念図

4 本機の特長および構造

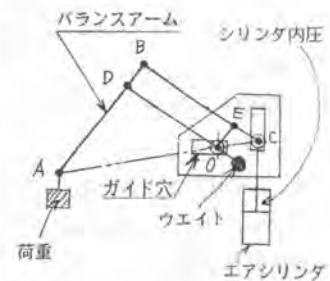
本機の特長および構造は次の通りである。

1) 手元で上下左右ハンドリング可能なワンマンコントロール

アーム部が図-5のような構造になっているので、重量物を吊った場合でも常にバランスして無重力状態になり、手で軽く移動でき、据付作業も手で調整しながら簡単にできる。

〔バランス機構の原理〕

図-5においてAOC点が一直線上にあるように、またBD OEが平行四辺形になるように構成してあるので、A点を動かしても、 $\overline{AO}/\overline{OC}$ の比は常に一定になる。したがって、荷重を一度持ち上げると、その後移動してもエアシリンダ内圧は変化せず常にバランス状態を保つ。



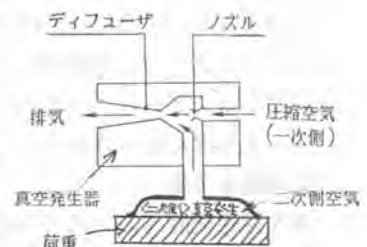
(図-5) バランス構造図

2) 表面が滑らかなものはバキュームで、それ以外はフックで吊り作業が簡単でスピーディにできる。

バランス先端はクィックカブラとフックにより簡単に脱着可能な構造になっており、荷物に応じてアタッチメントを交換する

〔吸着パッドの原理〕

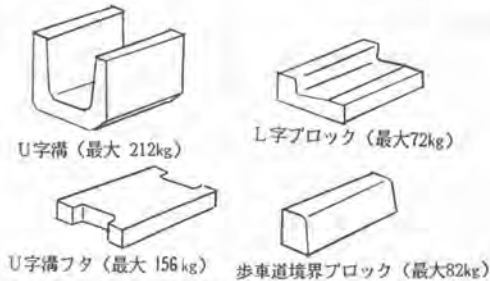
圧縮空気を一次側より供給すると、ノズルを通して圧縮空気は膨張し、速度エネルギーに変換されて、付近の圧力を低下させる。その低圧部へ二次側の空気が流れ込み、一次側空気と共にディフューザを経て外部へ排出されて、真空状態になる。



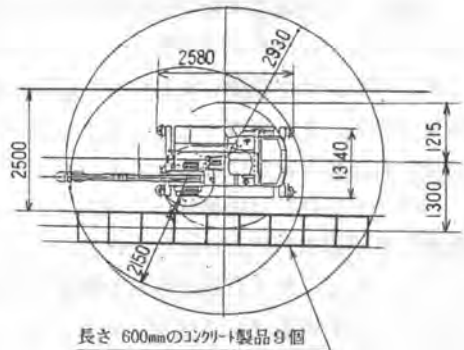
(図-6) 吸着パッド構造図

3) 広い作業範囲で作業効率がよい。

2. 5mの幅の道路に車体をセットして、JISで規定されている600mm長さのコンクリート二次製品を、車体を移動せずにより一度に9個セットできる。



(図-7) 主な対象品



(図-8) 作業範囲図

4) 誰でも安心して操作できる安全装置完備

図-9 にエア回路図を示す。この回路図を基にして、FTA手法により、発生しうる不具合について解析し、次のような種々の安全に対する配慮をした。

① 適正な作動状態の維持に対する配慮

- ・油圧モータの故障、Vベルトの破断等によりコンプレッサのエアタンク圧力が規定値以下になった場合に、警報ブザーを鳴らす。
- ・荷重計・真空ゲージ等の目盛盤は、危険域を色分けして表示した。
- ・エア回路のドレン抜きが十分実施されない場合を想定して、オートドレン装置を設置した。

② 誤動作の防止

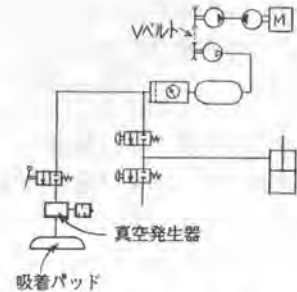
- ・計器類は作業に必要な最小限のもののみ外部から見える様にし、調整・整備用の機器類はカバー内に設置した。

③ 誤動作をした場合の安全確保

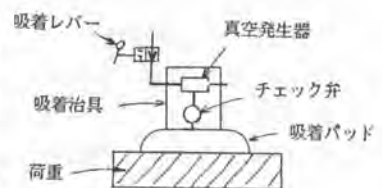
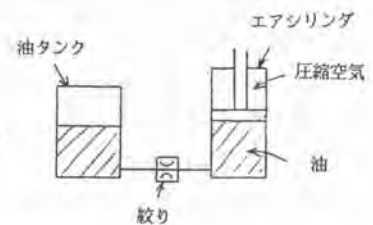
- ・吸着して吊上げ中に、吸着レバーを「OFF」にしても吊荷(図-10) オイルダンパ式安全装置が落下しないように、冗長回路を設けた。

④ エアホースの万一の破損に対する安全確保

- ・エアシリンダへの、エア回路が破損した場合に、バランスアームがはね上るのを防止するために、オイルダンパ式の安全装置を設置した。
- ・真空発生装置へのエア供給が断たれた場合にも、一定時間荷物を保持して、安全を確保するために、吸着パッドと真空発生装置の間にチェック弁を設置した。



(図-9) エア回路図



(図-11) チェック弁配置図

5) 独特の油圧回路で操作が簡単

コントロールバルブは走行モータ用とコンプレッサ用とをシリーズに結合する構造となっているので、稼働時はコンプレッサ用レバーを常に「ON」にしておけば、エアーを消費しない車両の走行時は、自動的にコンプレッサが停止し、めんどろな「ON」「OFF」の操作は不要である。

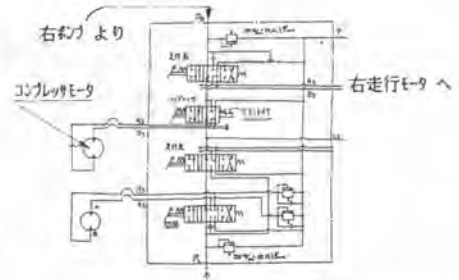


図12 油圧回路図

6) 2トントラックに積載でき移動が簡単

ゴムクローラ標準装備で自走可能であり、図2および表1に示すように2トントラックに積載できる仕様になっているので、移動が簡単にこなせる。

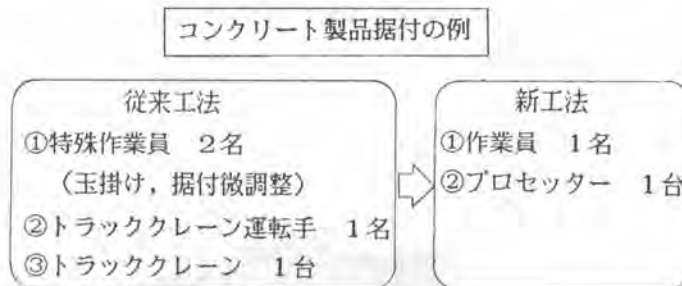
7) 建設省低騒音指定車レベルをクリアする低騒音設計

エンジンゴムマウント、防遮音材内装のキャブ、コンプレッサの油圧駆動等により、騒音は標準車で建設省低騒音指定車基準（周囲7mで70dB(A))をクリアしており、オペレータ耳元で80dB(A)周囲30mで59dB(A)と低く、住宅地や市街地での作業に適している。

6 従来工法との比較

図9に示すように、従来2~3人でトラッククレーンを使っていた作業が、プロセッタを使うことにより、1人で簡単にできる。

作業時間は現場の状況により異なるが、平坦な道路での側溝の設置では、一個当たり数分で設置することが出来る。



(図-13) 従来工法との比較

(表-1) 主な仕様

No	項目	単位	仕様値
1	運転整備重量	kg	2,000
2	エンジン出力	PS/rpm	15.5/2,400
3	全長	mm	2,580
4	全高	mm	2,480
5	全幅	mm	1,340
6	最大吊上高さ	mm	700
7	最大吊上深さ	mm	900
8	作業機	mm	500
	最小作業半径	mm	2,150
9	作業機	mm	2,150
	最小作業半径	mm	2,150
10	作業機	度	360/360
	本体	度	360/360
11	走行速度	Km/h	1.8
12	旋回速度(本体)	r p m	9
13	最大吊上荷重 ()は吸着バットの割合	kg	250(220)
14	吊上方式	—	170mmφ +吸着バット
15	車体固定方式	—	アクリル支持
16	走行形式	—	ゴムクローラ式

7 主な仕様

主な仕様は表1の通りである。

8 おわりに

本機はコンクリート製品据付工事の効率化、苦渋作業の解消に大いに貢献するものと考えているが全く新しい機械なので、今後ユーザの意見、要望をお聞きして改良することにより、さらに優れた機械に育てあげていく所存である。

23. 低スランプ生コン用コンクリートポンプの開発

石川島建機(株)：大村 高慶・*安間 孝之

1. まえがき

コンクリートポンプは、代表的な生コンクリート打設機械として幅広く土木建築工事現場で使用されており、多くのコンクリート構造物がポンプ工法にて建造されている。一方で、近年、コンクリート構造物には耐久性向上の観点から高度強化、品質向上が要求されつつあり、生コンクリートのスランプは低くなり、またその粘性も増大する傾向にある。こうした時代要請は現場でのコンクリート打設工法にも影響をおよぼし始め、ポンプ工法においては低スランプに強いピストン式ポンプの採用頻度が高まりつつある。

しかし、従来のピストン式ポンプでは低スランプ生コンクリートに対し容積効率が急激に低下するため種々の問題点がある。すなわち、

- (1) スランプ 5 cm が実用的な限界である。
- (2) 施工能率が容積効率に左右されるため、工期に制約がある場合、軟練りコンクリートを使用せざるを得ない。
- (3) ホッパ吸入口からの圧縮空気の吹き返しのためコンクリートが飛散して周囲を汚す。
- (4) 配管先端のコンクリートが間欠吐出となるため施工性が悪い。

以上の点を考慮して、石川島建機(株)では新構造のピストン式コンクリートポンプ I P K 4 0 S A 形を製作し、種々生コンクリートにつき圧送試験を実施し初期の性能が得られた。本報は本機の仕様、構造および各種生コンクリートに対する試験結果を紹介するものである。

2. 仕様および構造

本機の外観を写真-1に示す。

2-1 仕様

本機の主要諸元を表-1に、ポンプブロック外形寸法を図-1にそれぞれ示す。

2-2 構造

本機はホッパに受けた生コンクリートを鋼製配管により打設箇所まで圧送するもので、生コンクリートを吸入吐出するポンプブロック、油圧を供給する油圧ユニットより成る。ポンプブロックは輸送シリンダ、吐出弁、ホッパ、油圧シリンダ、および油圧弁から、また、油圧ユニットは電動機、油ポンプおよび電磁制御盤より構成される。

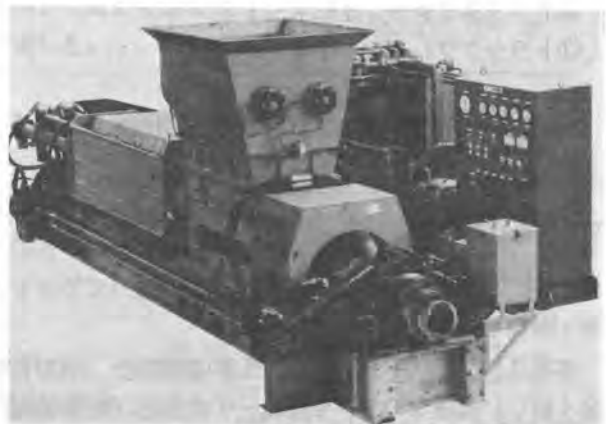


写真-1 全 景

以下に主要構成要素の概要につき説明する。

(1) ポンプブロック

ポンプブロックの縦断面を図-2に示す。

(a) 輸送シリンダ

輸送シリンダは内部に充填された生コンクリートをコンタリートピストンにより吐出するもので、専用の油圧シリンダでホッパ低部を往復作動可能なように2本並列に配列されている。本シリンダのホッパグランド側端部は往復運動が円滑に行なえるよう堅牢な3点支持式ガイド装置により支持されている。また、本シリンダ先端部は、ホッパ前面壁の穴に貫入するため、苛酷な噛み込み摩擦にさらされ早期に摩耗する。このため、先端部は単独で交換可能なようにしてある。輸送シリンダ内外面は摺動摩耗となるため硬質クロムメッキを施し寿命向上を計ると共に、ホッパグランド部の摺動面を摩擦抵抗および摩耗の低減のためグリスにて強制潤滑している。

(b) 吐出弁

吐出弁には外部水平揺動式を採用している。本弁は扇形の弁板、輸送シリンダ側開口部のシールリング、生コンクリートの通路となるS字形の曲り管、および両端の支持軸受により構成される。弁板は摺動摩耗が激しいため硬化肉盛処理を施した薄板をライラ方式で交換可能なようにしてある。また、摩擦抵抗および摩耗を低減するため、弁板摺動面をグリスにて強制潤滑している。開口部のシールリングには、生コンクリートを剪断する際の衝撃摩耗に耐えられるよう、超硬リングを埋設してある。S字管の内面は、生コンクリートが流れる際の管壁摩耗に

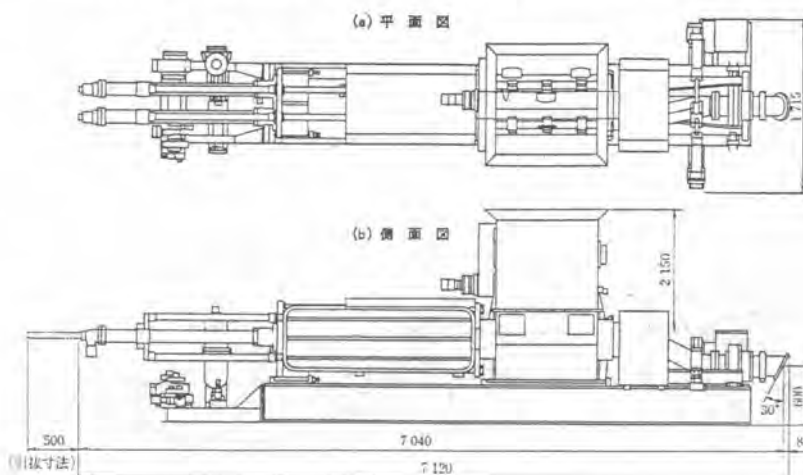


図-1 ポンプブロック外観図

ポンプブロック

形 式	横形複列貫入シリンダ式
理論吐出量	10~43 m ³ /h
理論吐出圧力	40.1 kgf/cm ² [3.9 MPa]
輸送シリンダ内径	180 mm
ストローク長	1 000
シリンダ数	2本
ホッパ容量	1 m ³
重 量	5 600 kg

油圧ユニット

電動機 形式	3相かご形誘導電動機
出力	90+22 kW
寸法 全長	4 280 mm
全幅	1 600 "
全高	1 800 "
作動油量	800 l
重 量	3 300 kg

表-1 仕様

さらされるため、ユーザーセラムックスを内張りして寿命向上を計っている。両端軸受部はグリスにて強制潤滑しており、滑らかな回転運動を維持できるようにしてある。以上示したとおり、本弁には種々摩耗形態が存在し、それぞれの摩耗特性に適した材料を採用している。また、弁板摺動面のシール機構には、シールリン

グ先端の超硬リングによる一次シール、および、輸送シリンダの2つの開口部周囲の特殊グラントパッキンによる二次シールを採用して、外部へのセメントペースト漏れに対処した。

(c) ホッパ

ホッパは上部、下部分割形を採用しており、下部ホッパには輸送シリンダのグラント部および掃除口等が設けられ、上部ホッパにはホッパ内生コンクリートの流動性を保つため攪拌装置が設けられている。下部ホッパ低面は輸送シリンダとの摺動摩擦にさらされるためライナ方式として交換可能のようにしてある。また、上部ホッパが分割形となっているため、適用コンクリートの性状に応じて最適な構造のものを採用することができる。

(d) 油圧シリンダ

生コンクリート押し用油圧シリンダ（主シリンダ）は左右並列に2本、輸送シリンダ往復作用油圧シリンダ（貫入シリンダ）は輸送シリンダ1本当たり2本計4本、さらに、吐出弁切換用油圧シリンダ（弁シリンダ）は2本それぞれ装備されている。

主シリンダは、安定作動を確保するためピストンロッド露出部に中間支持軸受を設けると共に、コンクリートピストンの交換を容易にするためヘッド側端部に抜きストロークを設けてある。

貫入シリンダは輸送シリンダ支持具に上下対称の位置に取付けられており、輸送シリンダを均等に往復作動させることができる。

弁シリンダは吐出弁のS字管に2本対向して取付けられており、摺動弁の切換を両方向共同等の力でこなすことができる。

(2) 油圧ユニット

本ユニットはポンプブロックの各油圧アクチュエータへ圧油を供給する装置である。特に、コンクリートポンプの誤作動を防止し、また、電動機の過負荷運転を未然に防ぐため、各油ポンプの吐出口に設けられた圧力スイッチの信号をプログラマブルコントローラ（シーケンサ）で制御し、安全運転が維持できるよう配慮してある。

(a) 制御装置

3群5系統の油圧シリンダを効率的かつ正確に作動させるため、本機独自の油圧回路を採用すると共に、各油圧シリンダのストロークエンド部には防水構造の近接センサを装着してある。

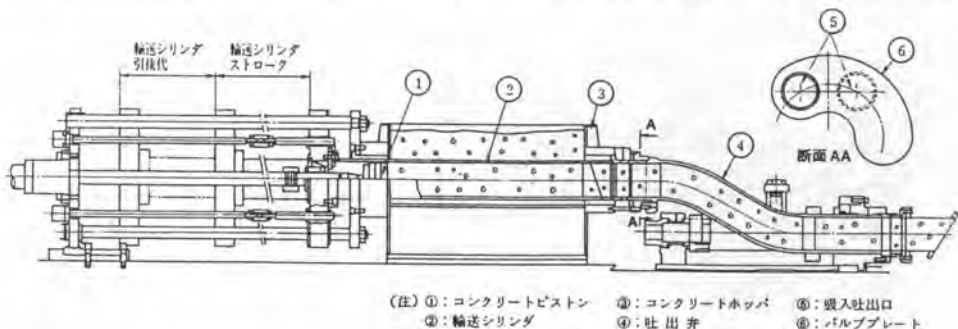


図-2 ポンプブロック断面図

これらをシーケンサによりシーケンス制御し、コンクリートポンプの手動運転および正転逆転それぞれの自動運転を行なえるようにしてある。

3. 本機の特徴

- (1) 輸送シリンダとコンタリートピストンが同時にホッパ内から後退するため生コンクリートの落下性が良好で、低スランプおよび高粘性生コンクリートに対しても高い容積効率が得られる。
- (2) 吐出弁に揺動弁を採用したため弁内の圧力損失が小さく、特に圧送抵抗の大きい生コンクリートに対して有利である。
- (3) 輸送シリンダが複列であるためコンタリートの吐出は途切れることなく、配管先端の作業も円滑にできる。
- (4) コンクリート吐出中の動力変動が少なく原動機の出力を最大限に活用できる。

4. 打設実績および適用範囲

本機は従来のコンクリートポンプに比し全く新しい構造であるため、社内で種々生コンクリートにつき圧送試験を実施すると共に、今後の本機の適用範囲を以下のように位置づけた。

4-1 試験結果

低スランプ普通コンタリート（スランプ 2～3 cm、最大骨材径 40 mm）、水中コンタリート（スランプ 25 cm、スランブフロー 4 30 mm×4 15 mm、最大骨材径 40 mm）、および、A E 剤入り低スランプコンタリート（スランプ 6 cm、最大骨材径 20 mm）を 85～92 % 程度の容積効率で圧送した。従来のピストン式コンタリートポンプでは、水中コンタリートを容積効率 50 % で圧送できるだけで他のコンタリートはポンプ工法による実績はない。

4-2 適用範囲

社内試験の結果、本機の適用範囲は大旨図-4 のように考えられる。被圧送流体も生コンタリートのみならずシールド土砂等への展開も期待でき、その応用分野は広いものと予想される。

今後、本機の改良改善を計り完成度の高い機械にすると共に、ニーズに応じた性能を有する本構造のポンプの開発に注力する所存である。

最後に本機の開発にあたり社内外関係者各位の適切なる御助言に対し感謝の意を表したい。

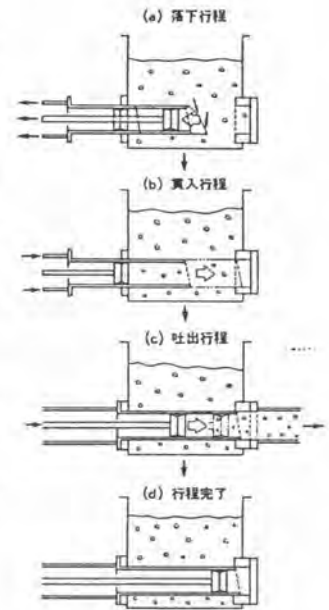
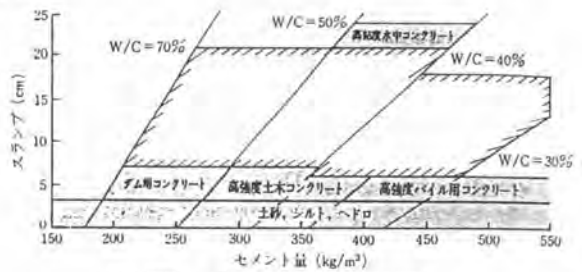


図-3 作動原理



(注) 斜線：従来のコンクリートポンプの適用範囲
 □：本機の適用範囲
 W/C：水/セメント比

図-4 適用範囲

24. 橋梁塗装の自動化

建設省関東技術事務所：*唐沢 則次・高山 和法

1. まえがき

現状の橋梁塗替作業は、大掛りな吊り足場や防護工を架設し、閉鎖空間内で人力により施工されている。作業は高所作業のため危険を伴い、粉塵等が発生する中での汚れ作業で労働環境が非常に厳しく、さらに特殊技能と熟練を要し、作業員の確保など多くの問題をかかえている。

一方、昨今のメカトロニクス分野に代表されるように、建設技術に関しても近年の技術躍進は目覚ましいものがあることから、建設省でも安全性向上や苦渋作業の解消と施工の合理化を目的に、橋梁塗装の自動化システムの調査開発を行ったものである。

2. 現 況

2-1 橋 梁

塗装の自動化を推し進めるにあたり、対象とする橋梁の指標を得るため、関東地方建設局管内の道路橋を対象に実態調査を行った。

これによると図-1に示すように塗装の塗替を要する鋼橋が約70%を占め、さらに構造形式では図-2のように鉄桁構造のものが約80%を占めている。



図-1 橋梁材質分類表



図-2 鋼橋構造形式分類表

これらの橋梁は、橋長20~100m、径間は30m前後で3~4径間のものが多く、架設場所は渡河橋が約70%で、このうち歩道付が半数であった。

2-2 塗替作業

塗装作業の実態は6~7年の周期で、関東地方建設局管内の塗替件数は年間約70橋前後である。作業はあらかじめ橋桁下に単管吊足場等、作業員の足場を架設し、清掃・素地調整による周辺への飛散や塗料・工具等の滴下及び落下を防止するためのシート囲いを主体とした防護

を架設する。次に7～8人パーティの塗装工が、先づディスクサンダを主体とした素地調整（ケレン作業）を行ない、次にハケ塗りによる下塗、中塗、上塗を行っている。図-3に作業手順を、図-4、図-5に素地調整作業と塗装作業状況を示す。

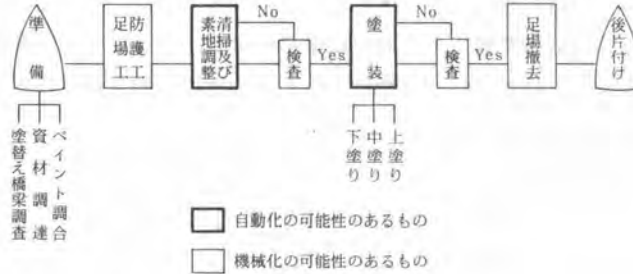


図-3 塗替作業手順



図-4 素地調整作業



図-5 塗装作業

2-3 橋梁の維持管理関係の自動化

塗装作業をはじめとする橋梁の維持管理に関する自動化の現況は、大規模な橋梁で常備用の検査車が多くなってきたが、一般橋梁では橋梁点検車などが数台しかなく、汎用性の高い機械足場は未開発であり、これらは諸外国でも同様である。



図-6 常備用検査車（英国、ハンバー橋）

2-4 産業用ロボット

塗替作業を人手に代って自動化するという見地から、技術躍進が著しい産業用ロボットの現況を調査した。その結果、人間に代り単純作業や危険作業、汚れ作業、重労働的な作業などにロボットは活躍しているが、これらのロボットはあらかじめ人間が動作パターンを教示し、単純にそれを繰り返す行うティーチング・プレイバックロボットが主流であり、作業内容やその手順などを理解し、作業対象物の現況を的確に判断し自ら適所、適法による作業を行える知能ロボットの開発には至っておらず、現状では作業の順序、位置決め、動作速度などの作業情報

を、計算機により数値化し与え、指令された作業を行う数値制御（NC）ロボットが最も高性能なロボットといえる。

3. 自動化のための基本方針

既設橋梁や塗替えの実態等を踏まえ、対象橋梁や作業方法などについて関東地方建設局管内の「橋梁塗装自動化委員会」に答申し、自動化する上での指導、助言を受けるとともに、表-1に示す基本方針を設定し、開発を推し進めた。

項目	基本方針
自動化への必要性	高所作業による危険からの回避 ……安全性 ダーク作業による若年労働力不足 ……省力化 足場仮設による資材労力軽減 ……省力化 新技術導入による技術開発と活性化 ……効率化
対象橋梁	建設省標準設計にもとづく钣桁及び箱桁とし、径間長30m、径間数3～4、歩道付の2車線で渡河橋とする。
素地調整	現行の3種ケレンを目標とし、防塵対策を施す。
塗装	飛散防止対策を十分に施したスプレー塗装とする。

表-1 橋梁塗装の自動化基本方針

4. 自動塗装システム

産業用及び建設用ロボットの現状、動向並びに適応性などを基に、基本方針に既応しかつ、現状で実用可能な先端技術を導入すること、及び周辺環境への影響度の低減などを前提とし、基礎実験等を実施してシステムの検討を行った。

4-1 素地調整と塗装方法

素地調整の方法には、手工具、動力工具、プラストに大別できるが、周辺環境に及ぼす影響、装置の大型化等と施工性に関する諸試験の結果、現状では動力工具をロボットが持ち作業を行うことを基本とした。

また、塗装の方法は現状ではハケ塗りで行われているが、ロボットによる自動塗装の場合、複雑、微妙で熟練性の極度に高いこの方法で行うことが現状では難しいことから、吹き付け方法とし、かつ環境面を重視し、溶着効率のよいホットエアレス方式とした。

4-2 橋梁への装置装着と移動方式

塗替作業は橋下の主桁、横桁、対傾構等橋の主構造部分の作業のため、ロボットが作業するための移動足場を設けなければならない。橋上、橋下などからの方法を検討した結果、橋上の交通障害、橋下移動の容易性と精度面などから、当面钣桁橋の主桁下フランジに4組（8個）のクランプで懸架し、このクランプで橋軸方向へ尺取虫のように移動するものとした。

4-3 自動塗装システム

各種の実験及び検討等の結果、図-7に示す橋梁自動塗装システムを開発した。

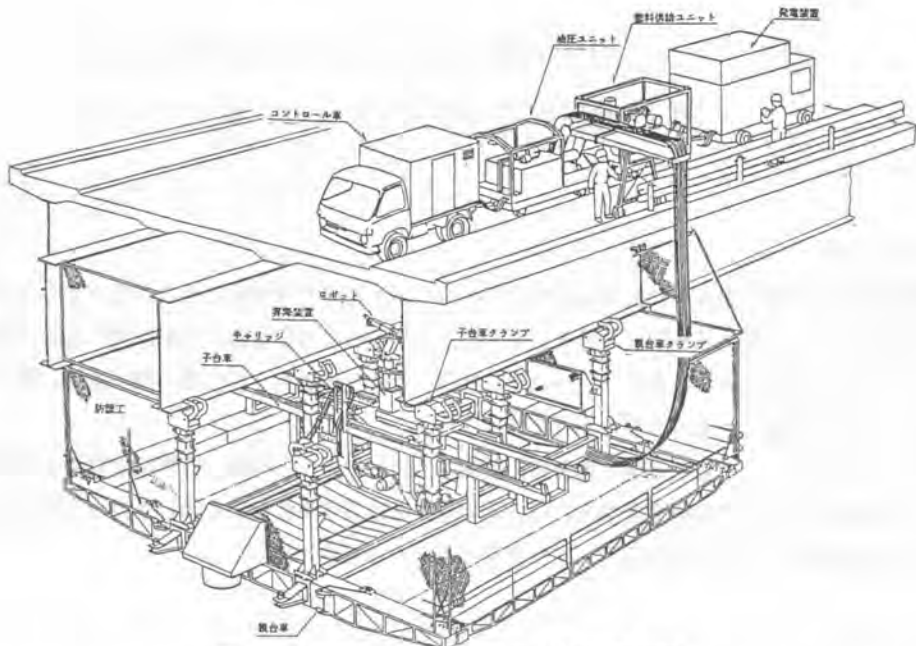


図-7 橋梁自動塗装システム全体装置図

本システムは(1)素地調整・塗装作業用ロボット(6軸多関節型、油圧式)と、(2)ロボットの基台となり橋下を自在に移動可能な懸架装置、(3)作業時に発生する粉塵、塗装霧の周辺への飛散を防止する防護工装置、(4)ロボットや懸架装置、塗装機器などの動力・制御などを行う支援装置から構成される。

システムによる塗替作業は、あらかじめ対象橋梁の構造・寸法などを基にNCによる作業プログラムを作成し計算機に収納する。次に鉸桁の下フランジに懸架装置をクランプにより架設し、ロボットを搭載し組立てる。また、支援装置を橋上等に置き、懸架装置・ロボット等を結束し、防護工装置などを組立て、NCの作業プログラムにより素地調整と下塗作業を対傾構間を1ブロックとし、繰り返し全面施工した後、順次中・上塗作業を行う。なお前述したように、本システムは素地調整をディスクサンダー方式を、塗装はホットエアレススプレー方式とし、主桁下フランジを尺取虫のようにクランプ掴み替えながら移動し、ロボットが作業を行うものである。当面自動作業は素地調整と塗布作業であり、装置の設置、施工ブロック間の移動、防護工装置の展開・収納などは人力が主体となる。

5. あとがき

現状の技術を踏まえ、効果的と思われる方法・装置等を各検討し、橋梁自動塗装システムの開発のため、調査・試験を実施して、システムを浮き彫りにしてきた。しかし、全自動化を今後推し進めるためには、知能ロボットの開発などこれからの技術躍進に期待する要素が大きい。また、橋梁の形状は個性化、多様化の方向にあるが、塗装システム等維持管理用設備が容易に橋下へ懸垂できるレールの設置や、橋梁添架物の集合化など橋梁側でも考慮していくことも必要と思われる。

25. レーザーポジショナーを用いた 建設機械の自動化・ロボット化

鹿島建設(株)：三尾 興平・*越智 達之

1. まえがき

建設工事では作業対象が広い範囲に配置されており、位置の管理が常に必要となってくる。建設業での自動化のニーズ調査結果などを分析してみると、実現のために位置の自動計測の必要があるテーマは20~30%にものぼる。しかし、これまでこれらのテーマの要求する仕様、測定距離、精度、計測速度、コスト等を満足するものがなかった。

レーザーポジショナーは、平面上の位置を計測する新しい方法である。実験により最大誤差4mm/26m、(計測速度 0.1秒)の結果を得ており、その他にも建設工事に適した特性を持っていることから、いくつかの自動化、ロボット化のテーマを実現することが可能と思われる。

2. 概要

レーザーポジショナーは、レーザー光を水平面内に旋回照射するレーザー燈台(レーザー発振側の装置)を2台設置し、計測したいポイントにセンサーを置くだけで、自動的にその位置を計測するものである。

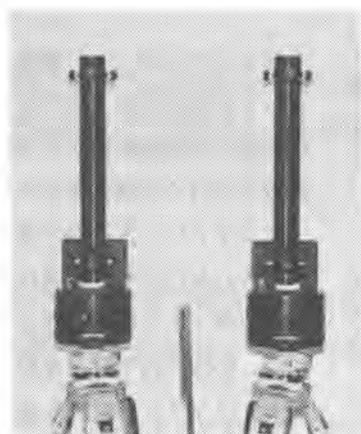
計測は高速でおこなわれ、移動中のものでも測定可能であるため、距離・位置等の測量をはじめ、建設機械やロボットの走行・位置決め制御装置、CADの入力装置、移動物体の走行軌跡のトレース等の装置としても利用できる。

レーザー燈台はレーザー発振器、プリズム、ミラー、回転台、モーターから構成され、互いに逆回転する2本のレーザービームを照射する装置である。また、センサー部は、レーザー光を受光

するフォトセンサー、時間を計測する回路、位置を計算・表示する装置からなる

計測においては、まず2つの基準点に各々燈台を設置する。次に、測定したい点にセンサーを置いてレーザー光を受光し、2本のレーザー光の受光時間間隔を精密な電子時計で計る。

この受光時間間隔はレーザー光の基準線(2本のレーザー光が重なる線)からの角度に比例しており、計測された2つ



装置写真

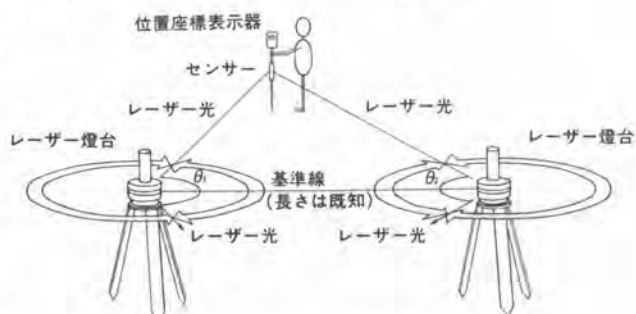


図1 システム配置図

の角度と既知の燈台間の距離から、その地点の位置（平面座標）がわかるものである。

3. 特 徴

- ① 非接触で、広いエリアを測定可能で、建設工事に適している。（作業船位置決めシステムの測定範囲は 300m。）
- ② 計測精度が高い。（計測精度は基線長の 0.015% である。）
- ③ 測定は自動で速く、動いているものでも測定可能である。（レーザー光は 1 秒間に 10 回転しており、測定は 0.1 秒で可能であるので移動中のものでも計測可能である。）
- ④ センサー部は半導体素子のみで構成され、可動部がなく、小型、軽量かつ破損しにくい。
- ⑤ コンピュータに直接入力可能で、データの処理が簡単である。
- ⑥ 操作には熟練不要で、だれでもできる。
- ⑦ 安価である。また、センサ部を増やすだけで同時多点計測も可能である。

4. 原 理

(1) レーザー燈台の構造

図 2 はレーザー燈台の内部の構造を示したものである。ペンタプリズムと複合プリズムは回転台上に設置されており、固定鏡はハウジングに固定されている。

図の光学構成により、下方より発射されたレーザービームは 2 方に分けられ、回転台を回すことにより互いに逆方向に回転される。

複合プリズムが固定鏡の正面に来たとき 2 本のレーザービームの方向は一致する。これはレーザービームの対称軸となっており、回転台が回転してもこれを軸として、レーザービームは常に線対称な関係にある。

(2) 角度の検知

ここで回転台を一定速度で回せば基準線に対し線対称な反時計回りレーザー光 (CCW) と時計回りレーザー光 (CW) の 2 光線が旋回照射される。

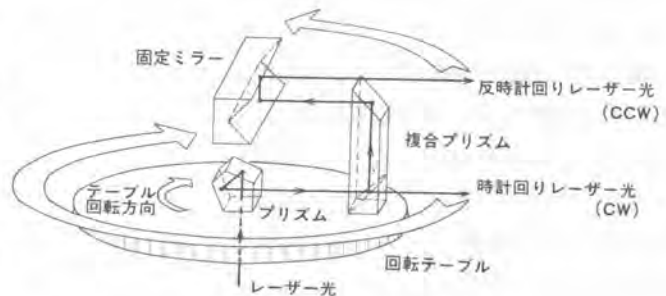


図 2 レーザー燈台の構造

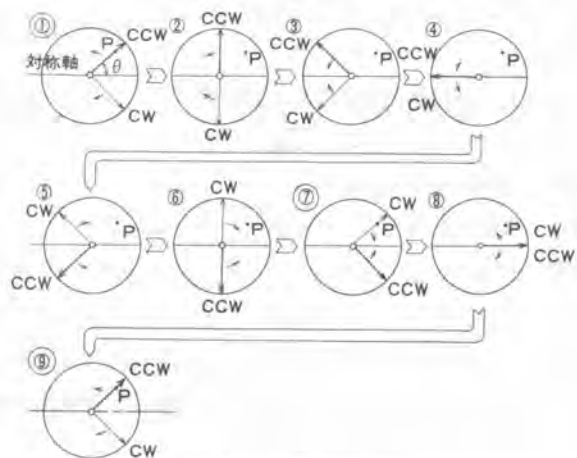


図 3 時系列図

測定点にはレーザー光を検知するフォトセンサが置かれ、CCW、CW光の通過タイミングを検知する。これを精度の高い時計で計れば、この受光時間間隔と測定点が基準線となす角度は比例している。従って、測定点でレーザー光を観測するだけでその点の角度がわかる。

図3に時系列図を示すが、測定点にレーザー光が当るのは①、⑦、⑨である。①と⑨は同じ状態で、CCWレーザー光が当り、⑦はCWレーザー光が当たっている。①～⑦間の時間を t_1 、⑦～⑨間の時間を t_2 とすれば、測定点Pと基準線とのなす角 θ は

$$\theta = \frac{t_2}{t_1 + t_2} \times 180^\circ$$

で表せる。

(3) 位置の検出

基準点上にレーザー燈台を設置し、燈台の対称軸を互いに他方の基準点の方向に合せれば、2台のレーザーポジショナーと測定点とのなす角度 θ_1 、 θ_2 （図1参照）が計測される。この角度と既知の基線長から、瞬時に平面位置座標を算出することができる。

5. レーザーポジショナーを用いた作業船の位置決めシステム

海上での位置の計測はマーキングが出来ないので困難である。例えば現状の杭打工事では、杭の建込みを行いながら、位置を監視しなければならない。このため海中に槽を立て人員を配置して、トランシットで視準するなどの方法がとられている。しかし対象物が波浪などにより動揺することから正確な位置決めが困難であり自動化のニーズは高い。

本システムは杭打船の位置決め用に開発し、本年5月から8月にかけて実証テストが行われ良好な結果が得られた。

システム構成は2台のレーザー燈台、2台のセンサ、ホストコンピューターからなっている。船の位置と姿勢を検出し、ホストコンピューターにグラフィック表示する。従来から大型の作業船では光波距離計などを用いたシステムが用いられているが、レーザーポジショナーを用いたシステムは、①装置が小型であるので小型船に設置出来る。②近距離から計測した場合の作業船の大きな動きに追従出来る。③夜間でも使用出来る。④複数の作業船の位置制御が同時にできる。などの特徴がある。

6. 重機類の自動運転への応用。

レーザーポジショナーを用いて重機の自動運転、位置決めを行えば、施工品質の向上、省力化、

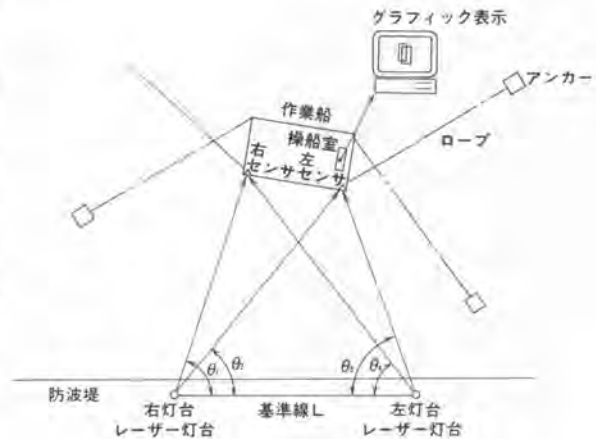


図4 作業船位置決めシステム

工程の短縮、コストダウンなどの効果がある。次に、転圧ローラ、アースオーガ、ブルドーザについて応用例をあげる。

(1) 転圧ローラ

転圧作業は転圧回数で管理されており、転圧むらの少ない施工を実施するために位置制御が必要である。特に広い現場では人的管理がむづかしく、レーザーポジショナーを用いた自動走行位置制御により、施工品質の向上、省力化が期待できる。また、転圧ローラの運転は単調で、アスファルトの熱気、あるいは振動ローラでは不快な振動などがあり、作業環境の面からも自動化が望まれている。

(2) アースオーガ

アースオーガを用いて地盤改良、建築物基礎などの工事をする場合、頻繁な位置決めが必要である。この場合地盤が悪く墨出しが困難であることが作業工程を複雑にしている。

現状の方法は、あらかじめトランシットを用いて測定した位置に粗を付けた鉄筋などを埋込み、施工時にこれを掘出し鉄筋を抜いてからアースオーガをセットする作業を行なっている。レーザーポジショナーを用いた自動位置決めを行なえば、この一連の作業がなくなり大幅な能率向上が計られる。

(3) ブルドーザ

整地作業は、一定の高さに仕上げる作業、水勾配などを付けた傾斜面に仕上げる作業などがある。現在ブレード制御の自動化により能率の向上が計られているが、レーザーポジショナーを用いた自動走行制御により無人運転が可能である。

また例えば、運動場など中央部の盛上がった水勾配を付ける作業では、位置とレベルの管理が煩わしいものであるが、本システムを用いる事により自動的に正確でむだのない施工を行なうことができる。

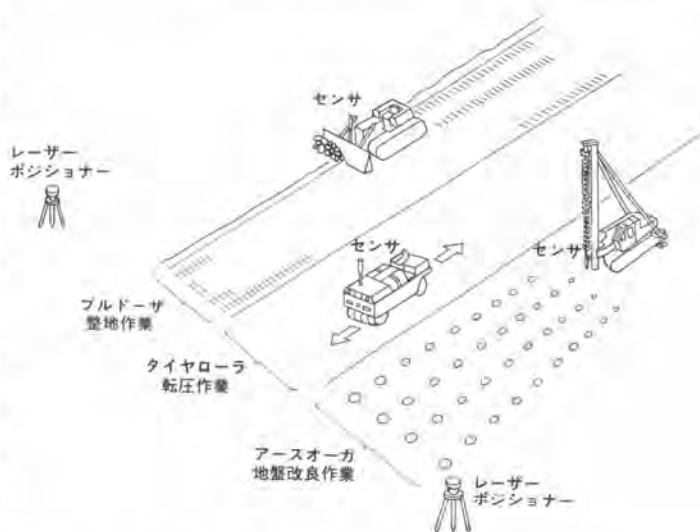


図5 レーザーポジショナーを用いた重機の自動運転

7. 墨出しロボット

土工事の墨出し、ビルの床面上の墨出しなどでは自走式の墨出しロボットが可能である。

CADで設計されたデータを墨出しロボットに転送すれば、建設する前に現物大の図面を現地に描くことができる。また、夜間の作業が可能となり工事工程の短縮にも繋がる。

このロボットの能力は曲線をプロットするときにも最大限に発揮できる。現在行なわれているトランシットと巻尺による測量は直角と直線を基本としたもので、曲線の測量には多大の労力が必要とされているが、本墨出しロボットによれば曲線も直線も同様に測量できる。

26. 遠隔脱索吊り金具の開発

吉永機械(株)：池永 憲明

1. まえがき

現在、鉄骨建て方の大部分をしめる鉄骨柱と梁の建て方は、次のような方法を取っている。

鉄骨柱は柱の頂部に玉掛けを行い所定の位置に仮固定した後、作業員が鉄骨柱付の梯子を柱頂部まで登り玉掛けを外す。また梁については梁の長さに合わせ梁の端部より離れたところに玉掛けを行い所定の位置に仮固定した後、作業員が梁の上を渡り玉掛けを外す。

このような玉掛けを外す作業は鉄骨建て方中、頻繁にありながら足場も十分でなく作業環境としては問題があった。そこで、

- ・作業員の危険な作業をなくす
- ・能率のよい建て方を目指す
- ・玉掛けを外すための付帯設備をなくす

ことを目標に、遠隔脱索吊具を開発、実用化した。

2. 開発の経緯

本機を開発するにあたり特に次の点に主眼を置き、以下の成果を得た。

1) 今までのシャックルと同じ使い方ができること

→ シャックルを使用するところには、すべて適用できるように基本的な形状をシャックルと同じにした。

2) 軽量であること

→ 本体には低マンガン鋼鋳鋼品SCMn2をピンにはSCM435の高張力鋼を使用し軽量化を計ることにより本体重量を11kgにすることができた。

3) 安全であること

→ 玉掛け中ピンにはピンを外す方向の荷重は基本的には働かないが、万一のことを考えピン抜け防止機構を備え誤操作を防止した。

4) 強固であること

→ 作業中铁骨との衝突を考え、機構部はすべて本体の中に内蔵し、突起物をなくした。いろいろな吊り荷に対する吊り状態を解析し必要と思われる強度アップをはかった。

5) 手軽で安全な動力を使う

→ コンプレッサーによりボンベに蓄圧させた圧縮空気を使用した。

使用圧は9.5kg/cm²としボンベには安全弁を備え万全を期した。

3. 本機の概要

3. 1 構造

本機の構造を図-1に示す

本体

吊り金具本体にエアシリンダーを内蔵し、エアポンペからエアーを供給することによりピンを抜く。またエアーを大気中に放出するとエアシリンダーに内蔵されているスプリングによりピンを再挿入できる。

安全装置として、ピンを抜く方向の力が働いても抜けないピン抜け防止機構を内蔵している。レバーを引くことにより初めてピンが抜ける。

エアポンペ

玉掛けを外す作業員が保護ザックに入れて背負う。ザックのまわりには発泡ウレタンを入れポンペを保護している。ポンペには安全弁を備える。また操作押しボタンは手元操作できるようエアホースを介して作業員の腰に位置する。操作押しボタンにはポンペの残圧力を表示する圧力計が付けられ常に圧力を確認できる。操作押しボタンには吊り金具1組2個を接続可能で、同時または単独に操作できる。

エアホース

材質は変形が少なく回復性に優れるナイロン11を使用した。

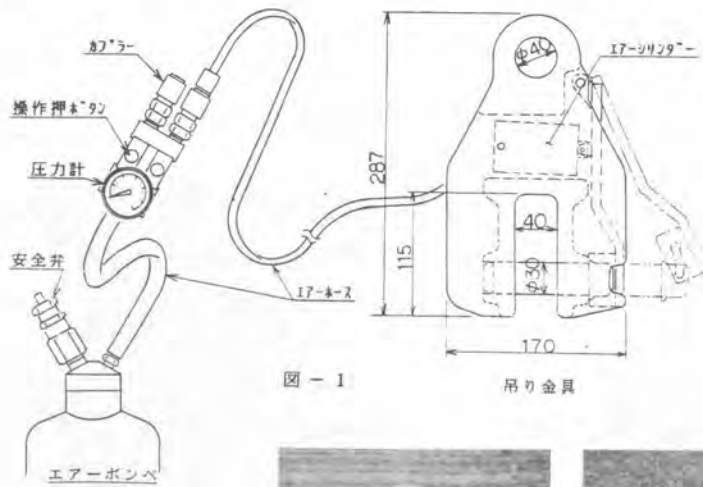


図-1

吊り金具



脱索前



脱索後

3. 2 本機の構成

吊り金具 1 組の構成を写真 - 1 に示す

吊り金具	使用荷重 17-シフター	5 t 小形単鋼スプリングリターン式 最大押力 103 kg 使用圧力 9.8 kg/cm ² 最低作動圧力 3 kg/cm ² 安全装置 ビン抜け防止機構 自重 11 kg
エアポンベ	容量 ホース接続口 脱着ボタン 使用圧力 試験圧力 安全装置	2.2 2口 2個 9.8 kg/cm ² 19.6 kg/cm ² 圧力計、安全弁
エアホース	サイズ 使用圧力	φ4×φ2×20m 9.8 kg/cm ²
コンプレッサー	電動機 使用圧力 電源	0.4 kw 9.5 kg/cm ² 100 v

表 - 1



写真 - 1

3. 3 操作方法

用意

- 1) エアポンベにコンプレッサーでエアーを充填する。
- 2) エアポンベは玉掛けを外す操作員が背負う。
- 3) 所定の長さのエアホースを吊り金具本体に取り付ける。

取付

- 1) 吊り金具を玉掛け者が吊りピースに取り付ける。
(レバーを横に引きピンを抜く。手を離すとピンはセットされる。)
- 2) エアホースの端部を付属の紐で適当な位置にとめる。
- 3) 荷を吊り上げ、所定の位置に移動する。

取外し

- 1) 荷を降ろし固定したら、ワイヤーを緩める。
- 2) エアホースをホース接続口にセットする。
- 3) 操作押しボタンを押すと、吊り金具のピンが抜け、吊りピースから外れる。
- 4) 操作押しボタンを離すとシリンダー内のエアーが放出され、ピンは元に戻る。
- 5) エアホースを外し、吊り荷から離れる。

4. 施工

4. 1 施工能力

まず、当社工場で模擬鉄骨柱及び梁を使用した作動テスト、強度の確認を十分に行なった。次いで実際の建て方工事において使用し、取り扱いを中心に施工実験を行なった。作業時間内での短い時間ではあったが次の結果を得た。

1) 建て方データ

鉄骨柱長さ、重量 約10m, 5t
吊り金具 5t吊り×2台

2) 結果

形状が従来のシャクルに近いため取り扱いについて違和感はなく、すぐに慣れ使用できた。玉掛け後クレーンによる鉄骨柱の引き起こし及び移動中にも強度の不安はまったく感じられなかった。玉掛け、脱索も確実に作動し、至ってスムーズに実験を行えた。従来の作業時間との比較では作業員が脱索のために梯子を上りシャクルをアイブレートから外し、また梯子を降りる必要がないことから約5分の作業短縮となる。

4. 2 機械的性能の確認

本機5t吊り用を「東京都立工業技術センター」に持込み引張テストを実施したところ

本体上部アイの切断荷重 77.3t
本体下部及びピンの切断荷重 68.3t

の結果を得た。

これは使用荷重の安全係数13.6倍の強度を持つことを意味し、「クレーン等安全規則」の玉掛け用具に定められている安全係数5以上を十分に満足する値である。



あとがき

鉄骨建て方の安全作業のために開発された本機は実際の施工にも十分に性能を発揮することを確認できた。また本機の特徴でもある小型軽重であることも作業中の取り扱いを通して作業員の高い評価を得られた。さらにこの吊り金具の使用範囲は鉄骨建て方のみならず広い分野での使用が考えられるため、現在大型機種の実用化を検討している。

27. ダムコンクリート用骨材生産プラントの自動運転

(株)間 組：*志野 和巳・畠山 修・長谷 幸一

1. はじめに

コンクリートダムの施工は、RCD工法、ベルトコンベア工法等を除けば一般にバケットとクレーンを用いたコンクリート打設方法が主流である。この打設方法は、比較的単純な繰返し作業が多く、従来より機械化・自動化が強く望まれていた。

現在わが社では、このニーズに応えるために、マイクロコンピュータ等のエレクトロニクス技術を従来の施工機械に適用し、骨材の生産からコンクリートの製造、運搬および打設に至る一貫した施工自動化システムを開発中である。ここでは、そのうち骨材生産プラントの自動運転について述べるものである。

2. 骨材プラント自動化のねらい

コンクリートダムの施工等に伴って仮設備される骨材生産プラントは、図-1に示すようにクラッシャ、フィーダ、ロッドミル、ベルトコンベア等、多数の機械が広いエリアに分散しているため、現状では作業員による経験や判断によって運転されており管理や保守に多大な労力と時間を要している。そこで、同プラントの生産性向上を目指し、集中管理による省力化、効率的な運転等を目的とした自動化を進めている。

本システムは、制御用コンピュータ、データ処理用コンピュータ、センサー類を用いてプラント内の各機械の運転情報、骨材の生産量等を適宜サンプリングし、これらをプラントの運転管理用および運転制御用としてフィードバックするものである。

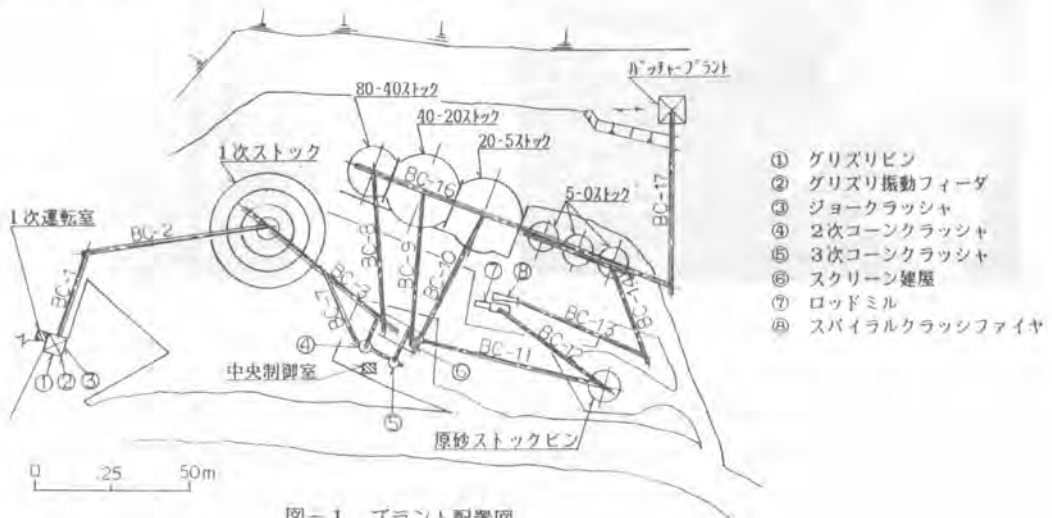


図-1 プラント配置図

3. 運転管理システム

骨材プラントの生産性の向上を図るためには、それぞれの機械を効率よく運転し機械全体の稼働状況と碎石の流れを総合的に管理する必要がある。そこで集中管理方式による本システムを開発した。

表-1に骨材プラントに設置してあるセンサー類を、図-2に運転管理システムの概要を示す。本システムは写真-1に示すように制御用およびデータ処理用のコンピュータから構成されており、制御用コンピュータではプラントの運転と各センサー情報の取り込みを行い、データ処理用コンピュータでは制御用コンピュータからのセンサー信号および機器の運転信号を取り込み処理し、画面上に運転状況をグラフィック表示してプラント全体の監視を行うと伴にデータの記録を行っている。写真-2に監視中の画面の表示例を示す。

原石の投入量や製品の生産量は、これまで搬入・搬出トラックの重量を基に算出しているため稼働日ごとや製品ごとの生産量の把握が不十分であった。これに対して、プラントの主要なベルトコンベ

表-1 センサー一覧

センサー	1次破碎	2, 3次破碎製	砂	計
超音波レベル計	2	0	0	2
閉塞検出器	0	4	6	10
変流器+変換器	2	2	1	5
油温センサー	0	1	0	1
タコジェネレータ	1	0	0	1
間隙検出器	0	1	0	1
ベルトスケール	0	2	0	2
サーマルリレー	4	16	7	27
リミットスイッチ	0	0	2	2
合計	9	26	16	51



写真-1 データ処理用、制御用コンピュータ

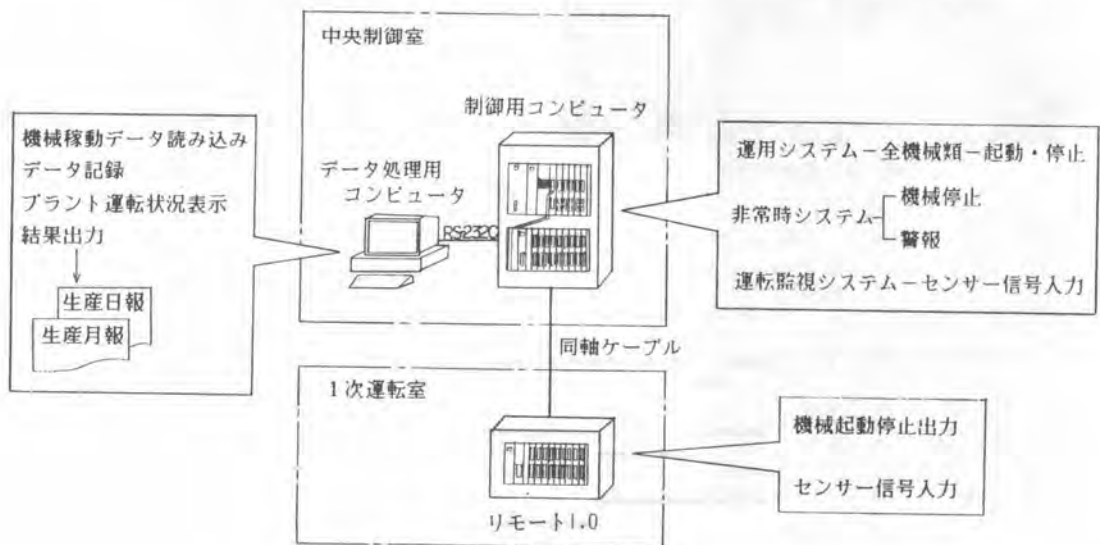


図-2 運転管理システム概要図

ア（図-1に示すベルトコンベアBC-1, BC-3, BC-7等）に、原石量や生産量を把握するためのベルトスケール（単位時間当りの通過重量検出装置、写真-3）を設置し、運転状況を詳細に監視できるようにした。さらに、ベルトスケールで検出した量やその運転時間を集計し日報としてまとめ即時に管理用データとして出力できるようにしたものである。表-2に帳票の出力一覧を、図-3に稼動日報の例を示す。

また、過負荷や閉塞等の現象に対しては、クラッシャ等の機械に取り付けた電気系統の負荷検出器や微弱電流の導通を利用した閉塞検出器（写真-4）によって状況をいち早くとらえ異常発生として機械を自動的に停止させ、データ処理用コンピュータの画面上に異常発生箇所を表示して制御室に状況を伝達できるようにしている。



写真-4 閉塞検出器

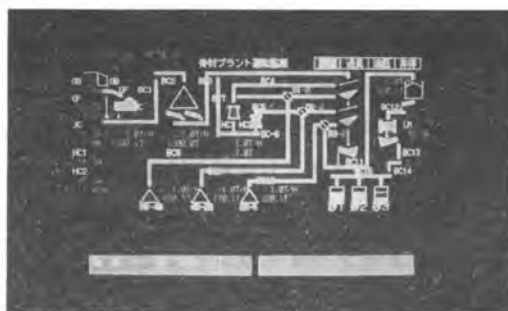


写真-2 監視中の画面表示例



写真-3 ベルトスケール

表-2 出力帳表一覧

- ① 骨材生産量日報
- ② 骨材プラント稼動日報
- ③ 主要機械稼動状況
- ④ 骨材生産月報
- ⑤ 骨材プラント稼動月報
- ⑥ 機械故障状況表

1986年10月02日 骨材プラント稼動日報 PRINT-P NEXT-N? P

		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	当日計 (h)	稼動率 (%)	当月累計 (h)
1次破碎	運転			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7.92	87.96	15.8
	休止				■										1.08		2.2
2,3次破碎	運転		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.65	68.90	11.3
	休止					■	■	■	■	■	■	■	■	■	2.55		5.1
製砂	運転		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.68	63.15	11.4
	休止								■	■	■	■	■	■	3.32		6.6

図-3 稼動日報の例

4. 1次破碎設備の自動化

一般に1次破碎用のクラッシャとしては構造が簡単で大塊の破碎に適したジョークラッシャが採用される例が多い。これは、原石をグリズリビンに一旦受けてからフィーダで引き出しクラッシャに投入する構造となっている。従来はこれらを作業員が目視で判断し原石の引き出し量の操作を行っていたが、1次破碎設備は1次ストック以降の2次破碎設備とは運転系統が独立しており、単独の自動化が可能である。このことを利用して、図-4に示す1次破碎設備の自動化システムを開発した。

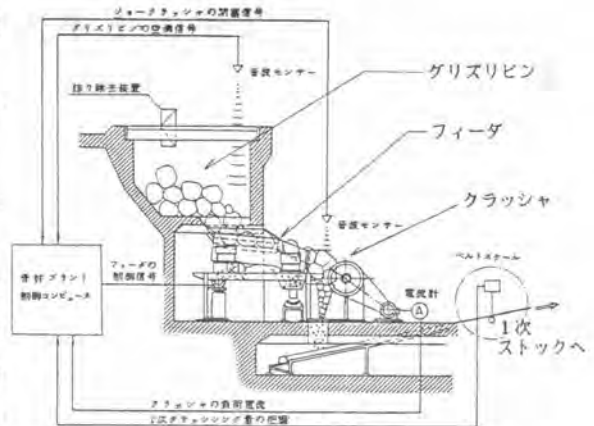


図-4 自動運転システムの概念図

このシステムは、運転状況を検出する情報として、グリズリビン内の原石量（超音波レベル計）、クラッシャ内の原石量（超音波レベル計、写真-5）ならびに負荷電流（変流器）、原石の破碎量（ベルトスケール）をとらえ、これらを制御用コンピュータに取り込み判断することによりフィーダの運転制御すなわち原石の引き出し量の調整を自動的に行うものである。その制御フローを図-5に示す。

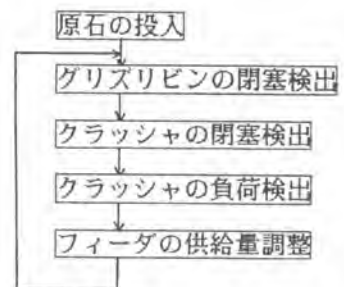


図-5 制御フロー

5. これまでの実績

本システムは、現在施工中のM現場において稼動中であり、昭和62年9月までに運転管理システムについては約5カ月間のデータが得られている。また、1次破碎設備についても自動運転により最大約100T/Hの骨材生産ができ、省力化および機械の効率的な運転につながる要素技術の一部が確立できた。

6. おわりに

以上、骨材生産プラントの自動運転として運転管理システムと1次破碎設備の自動化について概要を紹介した。

現在は、さらに2次、3次破碎設備について骨材の粒度別生産量の自動調整、製砂設備については砂の粒度調整機能の自動化を進めており、これらすべての技術が完成し結ばれば骨材プラントの生産性は大いに向上するものと考えている。



写真-5 超音波レベル計

28. 鉄骨建方工事の自動化の研究開発

(株)大林組：中村 俊男・*国本 勇

1. まえがき

近年、建設業界での施工のロボット化・自動化のニーズが高く、各方面で研究開発が進められており、当社でも鉄骨工事の自動化をテーマの一つに取り上げ、研究開発に取り組んできた。特に鉄骨部材の建方作業は、高所でしかも不十分な足場や安全設備の上での作業となるため、危険性が高く、作業能率も限られている。そこで、鉄骨建方工事の安全性・生産性の向上を図って、作業の分析・要素技術の研究開発を進め、最終的には作業の無人化を目指している。今回はその中間報告として、すでに開発し実用化している自動玉掛け外し装置（オートクランプ・オートクロー）について紹介する。

2. 鉄骨建方工事の現状

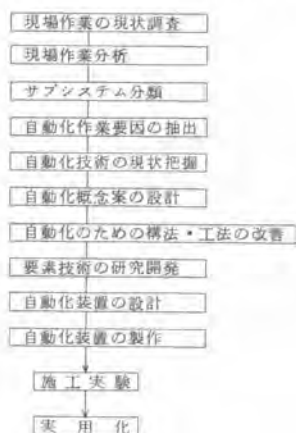
一般の建物の鉄骨建方工事の流れは、現場に搬入され仕分けされた鉄骨部材を玉掛けし、揚重機により所定の位置へ揚重し、ジョイント部を仮接合して取付けた後、吊治具を取外す。そして、建入れ精度を測定し、所要の精度を確保するため建入れ直し（歪直し）を行う。その後各ジョイント部をボルトや溶接で本接合し、骨組みとして強固なものとする。また、これらの作業と並行して各作業に必要な足場や安全設備の架設やジョイント部の各種検査が行われる。これらの作業は蒸工や鍛冶工などの高い生産技術を持つ技能労働者によって行われている。

鉄骨建方作業の大きな特徴は、一度に3～4階の骨組みを建方するため、不十分な足場上での高所作業が避けられない点が上げられる。はしごによる柱の昇降、狭い梁上の歩行や接合作業、資機材の運搬、設備の架設などの危険作業が多い。一方、鉄骨は建物の骨組みとして高い精度やジョイント部の高品質の確保が要求されるが、足場が不十分のため作業員の高い技術や経験に負うところが大きい。しかし、現状では熟練工の高齢化や不足、墜落などの重大災害の発生などの問題をかかえており、他の工事に比べて規模の割に省力化や機械化、工期短縮が進んでいないが、さらに無人化への要求は高いものがある。

3. 鉄骨建方工事の自動化の研究開発

鉄骨建方工事の自動化の研究開発は図-1のフローで進めており、現在は作業分析を行い、各作業ごとの概念設計を終え、それぞれに必要な要素技術の研究開発に取り組んでいる。最終的には各サブシステムを一体化し、鉄骨建方工事の無人化を目指している。しかし、現状の鉄骨構造の仕様では、作業性を考慮した納まりになっている部分が多く、自動化の障害になるため、構法などの設計上の仕様も含めて改良していく必要がある。

図-1 研究開発のフロー



6 梁建方用自動玉掛け外し装置（オートクロー）の開発

(1) 開発目的

鉄骨構造の梁は主にH形鋼が用いられており、その建方作業は柱途中にいる作業員がジョイント部を仮接合した後、梁上を歩行して吊治具を外しているのが現状で、最近では着脱の容易なクランプも広く利用され能率は向上しているが、逆に外れやすいという危険性があり、さらに安全性確保のため親綱の架設や安全帯の使用が義務付けられており、安全性や作業能率の上で問題がある。

そこで、柱用オートクランプと同様に無線操作による玉掛け外しのできる梁用の自動玉掛け外し装置（オートクロー）を開発した。この装置は将来の梁建方作業の無人化のために必要な要素技術で、単独でも長大梁や細い梁の場合その利用効果が高く、すでに大スパンの工場やビルで採用している。

(2) 装置の概要

この装置の構成は、図-3に示すように、2個のクランプ部とその制御部からなり、梁部材を2点で吊るようになっている。

クランプ部は水ばさみの原理で、先端に爪のついた4本のアームが中央で交差してH形鋼の上フランジをつかむようになっており、中央に内蔵された油圧シリンダーが上下することによりアームが開閉する。この装置の特徴は、梁玉掛け後荷重がかかるとアームにさらに閉じようとする力が働くため、吊り上げ移動中や建方中に誤って外れるという危険が全くないという点と吊りピースが不要であるという点にある。さらにシリンダーの先端に付いた押圧板がアームが閉じると同時にフランジ上面を強く押え付けるため、万一吊荷重が0になっても横ずれや外れを防止する。

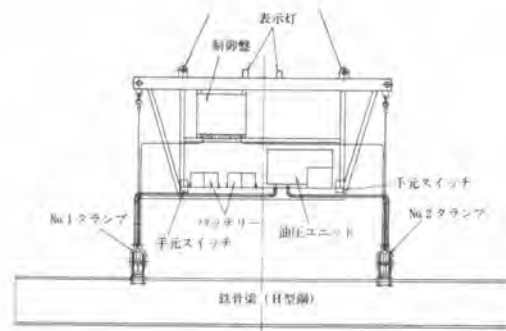
制御部には油圧ユニットやバッテリー、無線受信機などが内蔵されており、クランプの開閉状態を表示するランプやブザーも装備されている。

(3) 仕様

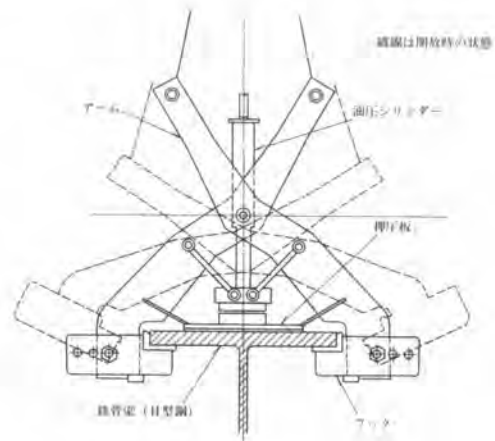
この装置の主な仕様は、表-2のとおり、吊荷重はクランプ1台あたり2tで最大4tの梁まで吊ることができる。また爪部をスライドさせることにより異なる幅のH形鋼にも適応できるようになっている。

図-3 梁建方用オートクロー

全体図



クランプ部



(4) 操作

この装置の操作は、玉掛け時には押ボタンによりクランプ部のアームを開き、梁上に押圧板をセットした後アームを閉じ、玉掛けを完了する。そして揚重建方後、今度は無線操作によりアームを開き、装置を引上げて終了するというように非常に簡単なもので、玉掛けと玉掛け外し作業が瞬時に行える。

また、無線誤操作のないように電源スイッチと開閉スイッチにダブルスイッチ方式を採用し、一定時間で電源が切れるようになっている。さらに妨害電波による誤動作の起こらないよう電波に多重変調方式を採用している。

この装置の使用により、玉掛け外しのために梁上を移動する必要がなく、足場や安全設備の架設も必要ないため、安全性や作業能率の向上が図れる。

写真-1 オートクランプ



表-2 梁建方用オートクローの仕様

項目	仕様
全体	吊り荷重量 最大 : 4t (片側 2t) クランプ部 : 35kg/個 全体 : 430kg
	操作方法 玉掛け時 : 手元スイッチ操作 玉掛け外し時:無線操作
クランプ装置	アーム部 安全率 : 5以上 材質 : ウェルテン 60 適応寸法 : H-300, 250, 200
	シリンダー部 油圧制御 推力:約 500kg (100~140 kg/cm ²) ストローク : 70mm 出・入完了確認リミット装置付き
制御装置	無線 高周波多重変調方式 5ch 使用電源: DC-24V
	油圧ユニット 小型電動油圧ユニット モーター出力: 700W
	バッテリー 24V × 2台(12V × 4台) メンテナンスフリー
	表示方法 電源 ON・OFF } バッテリー容量減 } :プザー・ランプ クランプ開閉 }

写真-2 オートクロー



写真-3 オートクロー

(クランプ部)



7. あとがき

この2つの装置の使用により、鉄骨建方作業での危険・苦渋作業からの解放や作業能率の向上が図れ、今後広い分野での採用が期待される。鉄骨工事の特徴として、重量やサイズの非常に大きい部材をハンドリングしなければならない点や装置のトラブルにより重大災害を引き起こす点などがあり、多くの制約条件を受ける。そのため、汎用性のある装置の開発は難しく、各作業サブシステムごとにその形態や仕様が異なる。また、現状の鉄骨構造仕様により装置の設計を行わなければならない、その研究開発には問題が多いが、今後は構造上の改善も含めて各作業の自動化を図っていく予定である。

建設機械と施工法シンポジウム論文集（昭和62年度版）

昭和62年9月25日 印刷

昭和62年9月30日 発行

不許

複製

編集
発行所

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8
（機械振興会館内）

電話 (03) 433-1501

FAX (03) 432-0289

振替口座 東京 7-71122番

印刷所 株式会社 東神堂

東京都千代田区神田司町2-14