

講 座

建設の機械化について〔I〕

正 員 片 平 信 貴*

目 次

- | | |
|--------------------|-------------------|
| I. 機械化施工の組織 | III. 機械化施工の経済的諸問題 |
| II. 二種別機械化施工計画及び実績 | IV. 文献解説 |

まえがき 第二次大戦後土木工事の顕著な傾向は、その施工に各種の機械が導入され、それが施工法はもちろん、工事の質にまで大きな影響をもたらしていることである。戦災の復興や戦時中急つた建設工事にとりあえず米軍の私下機械を使用して、その威力を体験するに及び、建設機械の需要は高まり同時にその国産化も進められた。従来の 機関車、トロ、コンプレッサー、ラダーエクスカベータ等による施工のほか、ブルドーザー、ショベル、ダンプトラック等による施工が相当普及し、現業官庁はもちろんのこと、土建業者も相当台数を保有する状態となつた。そこで本講座においては、工事の機械化施工計画及びその実績等に重点をおき、土木技術者として重要ではあるが、比較的閑視されやすくかつ不得意とする 機械の取扱いの組織、すなわち整備機構や賃貸料、償却等の経済的問題等の主要点に触れて述べることにした。すなわち教科書的な建設機械の機種や性能などは一応既刊文献その他にゆづつて、施工や整備の問題のうちでも特に問題視されている点や斬新なものなどについていわゆる特論的に取り上げることにした。

機械化施工は、工事量、工程及び材料等により千変万化であつて、一律に規定することは困難であるから、一応各種の問題のうちのおもなものについて、最近の考え方を述べて今後の検討にまつ方針である。

最後に、いわゆる機械化施工の歴史が浅いせいか文献のまとまつたものが少ないから、一応既刊の主な文献について、簡単に系統的な説明を付することとした。

1. 機械化施工の組織

正 員	工学博士	斎 藤 義 治**	
正 員		石 上 立 夫***	
正 員		小 林 元 椽****	

1. 組織の考え方

機械化施工を実施するに当りその組織は機械化施工の目標である工事を速く、安く、良質に施工することを常に念頭において決定しなければならない。その組織体の機構はつぎの3部門により構成される。

組織体 { 管理部門
 施工部門
 整備部門

管理部門は事務、技術を一体としたもの、あるいは事務だけの場合がある。施工部門は工事施工の計画、設計、実施を担当し、整備部門は機械の整備に関する計画、実施、検査を担当する。また各部門の関係及びさらにこれらの下部組織を細分するに当つてはつぎの事項に注意しなければならない。

1. 組織体の機構はできるだけ簡素であること。
2. 各部門の指揮、命令系統を明らかにすること。
3. 各部門は必要以上に細分しないこと。
4. 管理部門は最小とすること。

また組織体の機構は業種（機械化施工か、機械貸与か、

* 建設省大臣官房建設機械課長
 ** 建設省土木研究所沼津支所長
 *** 国土開発株式会社社務部長
 **** 建設省大臣官房建設機械課

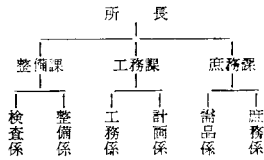
または両者), 機種 (いかなる機種か), 規模 (何台程度
の機械か) 等の基本条件に構成人員の技術, 社会環
境等あらゆる条件を考えて決めなければならない。

2. 施工体系の二, 三の例

日本では 1000 台近い機械を 1カ所で運営するよ
うな大規模な例はないので, 最も普通である 100 台前
後の中規模の実例につき官庁, 公社, 民間に区分して
述べ, さらに 10~20 台程度の小規模のものについて
も述べよう。

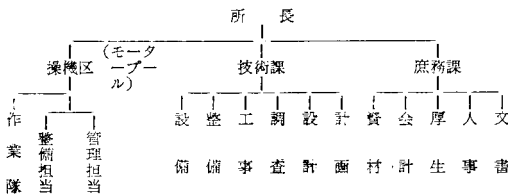
(1) 官庁 官庁の例としてモータープールの標準
組織について述べる。

官庁のモータープール組織の一例



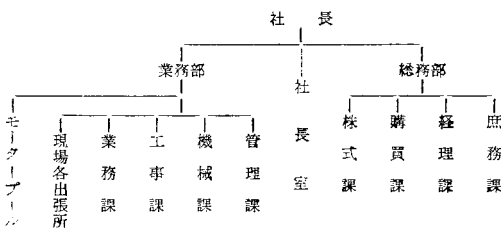
(2) 公社 公社を例とし国有鉄道の組織を示す。

国有鉄道の組織

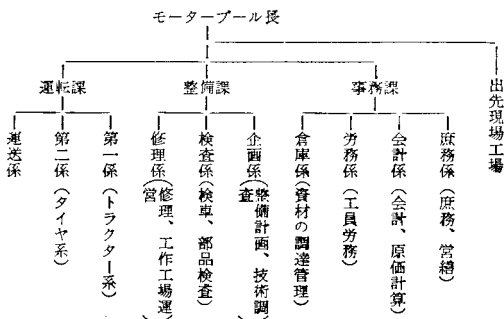


(3) 民間 民間では施工を主体とするもの, 貸与
を主とするもの, 両者を行うものとあるが, 一例として
施工, 貸与の両者を実施している K 社の組織を示す。

K 社の本社組織

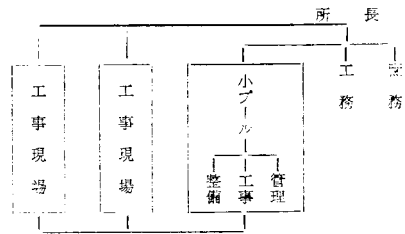


K 社のモータープール組織



(4) 小規模の組織例

小規模の組織例



(5) モータープールの機能 以上いろいろの組織
例を述べたが機械化施工においてはモータープールの
機能が完全に果されないと成果はあがらない。

モータープールの機能の向上が成功への本道であり,
これなくしてはとてい機械化施工は実施できな
いと考える。

モータープールの機能は規模の大小, 機種, 施工内
容その他の条件によりいろいろ異なるが, つぎの内容
を具備することが必要である。

管理部門: 組織全体の管理, 統制で機械については
保有建設機械を常に稼働しうろ状態にしておくとも
に人員もいつでも出勤しうろごとく備えておくこと。

工事部門: 所有建設機械による工事の施工で, 工事
が機械以外を必要とするときは, 機械面だけで協力す
る。この工事施工がこの組織の主力があるからあらゆる
部門は工事施工に支障ないように協力する体制が必要
である。

整備部門: 工事が円滑に実施できるかどうかはこの
整備面の協力いかに関係する。従つて整備部門は設
備, 優秀な修理工, 部品の管理再生, 機械の整備及び
定期検査等の機能が十分に果されなければならない。
整備については特に重要であるので項を改めて後述す
る。また必要な設備内容は「土木学会発行『建設の機
械化』」 p. 153~160 に記述してあるので参照されたい。

(6) モータープール適正規模の検討 モータープ
ールの規模は建設機械台数, 所要整備量等の条件より
決まってくるが, プールに対する全投資金額と建設機
械の購入金額との間にはつぎの関係を考慮して機械運
営全体としての経費を最小にすることが大切である。

a) 考え方: モータープールを有しないときの工事
施工単価とモータープールを建設したときの工事施工
単価が等しいときの関係がモータープール建設費の限
度と考える。

b) モータープールのない場合の単価:

$$\text{工事単価} = \frac{\frac{C}{n} + R + WN}{AN}$$

- ただし C : 所有建設機械の価格 (万円)
 n : 同上耐用年数 (年)
 R : 年間修理費 (外註) (万円)
 W : 1日作業経費 (外註修理費を除く) (万円)
 N : 年間作業日数 (日)
 A : 1日作業量 (m³)

c) モータープールのある場合の単価:

$$\text{工事単価} = \frac{\frac{C}{n} + \frac{S}{n'} + K + R' + (1+a)WN}{(1+a)AN}$$

- ただし S : モータープール建設費 (万円)
 n' : 同上耐用年数 (年)
 K : モータープール年維持費 (万円)
 R' : 外註修理費 (万円)
 a : 作業日数増加係数

d) C と S の関係: モータープールの建設により外註修理費は減少し, 作業日数は増加するはずである。いま n=10, n'=20, R=0.2C, a=0.1 とし R'=(0.1~0.15)R として, 上記2式を等しくする条件より, C と S の関係を求めてみると S=(0.2~0.4)C となる。

これよりモータープールは建設機械購入費の 0.2~0.4 程度まで投資できることを示しており, モータープールにかなりの投資を行うことが経済的であることを示している。

もちろん, この考え方はあくまで設備投資の検討をするのであり, モータープールの設備内容は前述のごとく整備等の必要程度より決めるべきである。

3. モータープールの実績

モータープールは日本では官民ともに機械台数 100 台前後であるので規模はつぎのようである。

機 械 台 数	100~ 150 (台)
敷 地 面 積	7 500~15 000 (坪)
建 物 坪 数	1 000~ 2 000 (坪)
人 員	100~ 300 (人)
機械 1 台当り敷地面積	75~ 100 (坪)
機械 1 台当り建坪	15 (坪)
機械 1 台当り人員	3~ 4 (人)

(1) 作業実績 作業実績としてつぎの項目により検討する。資料は 28 年度実績を参考にした。

年間作業実績比較表

区 分	建設省	公 社	民 間
年間稼働時間 (ブロードキャストシヨベル系)	1 000	1 100	1 700~2 200
稼働率 (%)	900~1 400	1 050	2 000~2 500
1日作業時間 (時間)	35~45	30~40	55~80
1時間当り作業量 (m ³)	6~8	7~9	8~10
	15~23	18~20	18~25

比較表を見てわかることは

a) 年間の稼働状況は民間がきわめて優れており, 官庁公社は民間の約半分程度である。これの原因は高能率を目的とする機械化施工に対し官庁は幾多の隘路があり民間組織が最も能率的なことを実証している。

b) 官庁, 公社においても 1日作業時間では現在の勤務時間制度において十分よく働らいていることがわかる。

(2) 実績目標 機械化施工として日本の経済状況より年間平均少なくとも次ぎの実績をうることを目標にしなければならない。

年 間 稼 働 時 間	1 500 時間以上
平 均 稼 働 率	60 % 以上
1 日 作 業 時 間	8~10 時間
1 時 間 当 り 作 業 量	20 m ³ 以上

もちろんこの値は機械の大小, 工事の難易により異なる。しかし一般につぎの関係式を満足させることが経済上のバランスより必要である。

$$\alpha C > S \mu (12 + \beta)$$

ただし C : 年間の総収入 (作業車 1 台平均)

α : 総収入中に占める全人件費の割合

S : 1 人当り 1 ヶ月平均賃金

μ : 人員係数, 全人員/作業収入のともなう稼働車数

β : 年間における手当月数

4. 整備体系

(1) 土木技術者と整備 機械化施工が経済的に施工されるかどうかは機械の良否, 施工技術に係るものはもちろんであるが, 特に機械の取扱い, 整備技術に大きく支配される。土木技術者はややもすると機械の運転には重点をおくが整備を軽視する傾向がある。整備時間を切りつめ作業を強行させたり, 定期整備の時期がきているのに整備時間を惜しんだりすることがある。本当に長期にわたり機械の稼働を良好に保つには整備を予定に入れた正しい工事計画をたてて, 施工をしなければならない。これは土木技術者の責務であり, 整備に正しい理解のある土木技術者のみが機械化施工の担当者となりうるものである。しかして整備は地味な仕事で縁の下の力持ちであるからその作業内容には常々積極的に注意を払い, よき協力者となる心がけが大切である。

(2) 整備の分類及び分担 整備はつぎのように大別され, これを実施する担当者は運転員と整備員に区分される。

整備名称	内 容	担当者	実施箇所
毎日整備	給油脂, 点検	運転員	現場プール
毎週 "	"	"	"
毎月 "	特に念を入れて行う	"	モータープール
定期整備	全分解する	整備員	モータープール

(3) 整備の実施 整備はメーカーの指示どおり正確に、規則正しく行うこと、整備については日本建設機械化協会より「整備基準」が出版されているので参考にするとよい。ごまかしは絶対に禁物である。

毎週、毎月整備には半日または1日をかけて入念に行い、その結果をチェックシートに記入して責任者に提出し機械の状況を明らかにしなければならない。

毎週の整備の結果を参考にして、モータープールにより少なくとも月1回定期検査を行う。検査員は整備担当者とは別に検査専門とし厳正に行わなければならない。検査に当っては機械の状況のみならず運転員の取扱いの状態もよく検査しなければならない。

定期整備（現在1000～2000時間間隔）基地プールで全分解し不良品を交換する。これによりつぎの1000～2000時間の稼働を保証するものでなければならない。

現場における故障の修理は原則として不足部品をモータープールより送ることにより運転員で行うが、修理内容により修理員を派遣して修理させる。

(4) 設備 モータープールの設備の内容については「土木学会刊“建設の機械化”」p. 158～160に記述してあるが、現地修理の内容において現場の機動性を考え自動車に修理設備を装置した工作自動車（旋盤、ボール盤、コンプレッサー、発電機、電気溶接器、ガス溶接器、その他修理工具等を保有する）で特殊部品さえ入手できればほとんどの修理が可能である。ただこの場合の修理員として工作機械及び溶接のできる人を配置しなければならない。

(5) 部品対策 整備が円滑に行われるかどうかは部品の入手いかんによる。現在部品の入手は数年前と比較するとかなり改善されてきたが、しかし必要最小限度の部品はモータープールに保有するのが原則で、従って部品係はきわめて重要な役目を担当しており、部品係は単なる部品の保管係と異なりつぎの事項について処理できる有能な人を配置しなければならない。

- a) 所有機械につき必要部品を常備しておくこと。
- b) 部品の不足状況によりただちに補充入手について処置すること。
- c) 部品の使用状況より使用頻度を調査する。
- d) 部品の使用状況よりその耐久度を知ること。
- e) 使用済部品を見て機械取扱いの可否を判断する

こと。

f) 再生部品について処理すること。

以上のごとくきわめて重要な任務を帯びているが、これを漠然と処理されるとばう大な経費が固定するので現実に合わせて必要最小限度にしなければならない。特に使用済部品も極力再生して使用すること、再生により新しく購入する経費の半分程度で復元できる場合が多い。

(6) 定期整備間隔 国産機械の定期整備間隔は現在1200時間を標準にしてあるが、日本建設機械化協会の調査によると国産機械について現状は耐久性は向上していることが明らかになった。その結果だけを参考までに記述するとつぎのとおりである。

エンジン：ブルドーザ系では2000～2500時間、ショベル系では3000～4000時間、ラダーエキスカベータでは4000～5000時間程度まで使用可能である。

ブルドーザ：ブルドーザの定期整備間隔を支配するものはベアリングである。従って現在はベアリングの寿命によりその間隔は1200時間であるが、ベアリングさえ改良されれば数千時間にまで拡大可能である。

ショベル系：1500時間程度、今後ベアリング、ライニングの材質向上の必要がある。

以上のごとく定期整備の間隔は次第に向上してきていることは喜ばしい現象である。

5. 調査、報告及び諸記録

機械化施工は施工の能率化であり、このため施工者が保有の能力を明確に把握してなければならない。従って実態を分析し、改善すべき点を求めそれをただちに実行するのが進歩への定跡である。この役目を果すものが調査、報告及び諸記録である。従ってこの調査、報告及び諸記録はきわめて重要なものであり担当全員によくその主旨を徹底せしめ正確に実施のごとく指導しなければならない。

(1) 主要なもの

管理関係

履歴簿：機械の購入以来の移動、作業、整備等一切の経歴を記入しておくもの。

運転関係

運転日報：毎日の運転状況を報告するもの。

運転月報：日報を整理したもの。

運転年報：月報を整理したもの。

整備関係

整備報告：整備のたびに報告するもの。

チェックシート：毎週、毎月の整備の結果を示す報告書。

整備月報：1カ月の整備内容を取まとめたもの。

整備年報：1カ年の整備内容を取まとめたもの。
 大別すると以上のごとくである

(2) 取扱い方法 日報がすべての根本をなすものである。日報は運転員、整備員が正確に必ず毎日自分で書いて提出しなければならない。これらの報告はただちに各係で整理の上その結果を必ず上司に提出すること、また責任者はおのおのの報告書について細大の注意を払い、現状を正確に把握するとともに向上への手段を求めなければならない。

(3) 着眼項目 管理者の立場により着眼項目は異なるがつぎの項目について常に明確にしておかなければならない。

- 稼働時間：各車両ごと（月及び年間）
- 稼働率：同上
- 1日平均作業時間：月及び年間平均
- 1時間当り平均作業量：月及び年間平均
- 作業1時間当り修理費：各車あるいは機種平均
- 修理費増大状況：各車の購入以来の状況
- 定期整備時間間隔：各車の状況
- 各種歩掛り：運転、修理等の歩掛り

- 単価：経費内訳を含めた単価
- さらに整備上の調査，着眼について記すと
- 定期整備後の故障の時間間隔ごとの内訳
- 故障の原因及びその頻度表
- 使用部品名，数量
- 定期整備工数，日数
- 部品毎耐用時間
- 外註修理費（全修理費に占める状況）
- 再生部品の状況

以上のような諸項目について、常に着眼，調査をしておくと機械施工の運営を最も能率的に実施できると考える。

さらにもう一つ調査を忘れてはならない項目は、施工した工事がどのような内容にできているか、工事そのものの質を把握しておくことである。

以上機械施工の組織，整備の問題について述べたがいづれも根本は担当者のいかんによる。優れた最小の編成が理想である。常に担当する全員を訓練し技術の向上，組織が有機的にその機能を十分発揮するように心がけることがきわめて大切である。

新講座について

本号より数回にわたり“建設の機械化について”と題し斯界の権威者を網羅して新しい講座を執筆していただくことになりました。すでにいろいろな機会にわたりとり上げられている問題ですが、建設機械化に対する会員各位の関心と要望にこたえて、ここに改めて新しい面から種々の問題を検討してみたいと存じます。皆様の御支援をお願い申し上げますとともに、講座のあり方について御意見や御希望があればどしどしお寄せ下さい。

(編集部)

(27 ページより)

$2\sigma_{rr} - \sigma_{\theta\theta} - \sigma_{\phi\phi} = 0$ のとき (5) の第2式から積分して、

$$\sigma_{r\theta} = -k \sin \alpha \operatorname{cosec} \theta \dots \dots \dots (7)$$

ただし特性面で $|\sigma_{r\theta}| = k$ であるから積分常数は $\theta = \alpha$ が特性面なるごとく撰ばれている。降伏条件は

$$\sigma_{\phi\phi} - \sigma_{\theta\theta} = 2k (1 - \sin^2 \alpha \operatorname{cosec}^2 \theta)^{1/2} \dots \dots (8)$$

で、また (5) の第1式は

$$\frac{v' + u}{\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{\phi\phi}} = \frac{u + v \cot \theta}{\sigma_{\phi\phi} - \sigma_{\theta\theta}} = \frac{u' - v}{4\sigma_{r\theta}} \dots \dots (9)$$

(7), (8) を (9) と結びつけ u, v を求めると

$$\left. \begin{aligned} 2u &= -(v' + v \cot \theta) \\ v &= \{A + B V(\theta)\} \sin \theta \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

のごとく与えられる。ゆえに A, B は積分常数であり $V(\theta)$ も

$$\log \frac{dV}{d\theta} = - \int_{\alpha}^{\theta} \left\{ 3 \cot \theta + \frac{2 \sin \alpha}{\sin \theta \sqrt{1 - \sin^2 \alpha \operatorname{cosec}^2 \theta}} \right\} d\theta$$

の式で決められる。これは Jacobi の楕円積分で表わされる。 A, B を $\theta_1 (\geq \pi/2)$ で $v=0$ なるごとく撰ぶと解は半次角 $\pi - \theta_1$ の円錐の外を流れる塑性材料の解に対応する。 $\theta = \alpha$ で特性曲面が弧立的に存在し $\theta < \alpha$ では材料は特性面でそれに直角な速度成分が連続なることから決る軸方向流れ W をもつ剛体的運動を行う。一般にこのような運動は無限度で適当なる応力分布が与えられたときその半無限塑性ブロックを剛性壁に押付けた場合に相当するのである。

(東大理工学研究所 山口樹樹)