

## 建設機材にみる省力化

### I. 建設機械—————三谷 健\*

#### 1. まえがき

与えられたテーマは建設機械の面から見た建設工事の省力化についてということであったが、建設工事が建設機械を使うということそれ自身が本来の主目的の一つとして省力化をねらっている。それゆえに、施工の機械化は他の利点はあるにしても、それ自身が即省力化であるといっても過言ではない。

このことは、過去私どもの先輩達が明治以来建設工事の機械化を進めてきた経緯を見ても明らかである。例えば、日本で初めてトンネル工事で削岩機を使ったといわれる明治9年からはじめられた栗子トンネルの第一期工事の際にも、これを積極的に取り入れた県令三島通庸の文章にも工夫20人に匹敵すると書きしるされていることを見ても、省力化が大きな眼目であったことは明白である。

最近、建設事業の増大に対して、建設従事者の数が極度に不足してきたので、さらに強力な省力化の要請が建設機械の面にも求められてきたものである。

そこで、ここでは最近の建設機械でとくに省力化に直接つながる問題として、建設機械の大型化、機械操作の単純化、さらに進んで無人操作、ないしは遠隔操作、従来は当然人力にたよっていたと思われる軽作業の機械化等について考えてみたい。

#### 2. 機械化による省力化

「まえがき」でも述べたように、本来機械化をすること

自体がそのまま省力化につながることは、栗子トンネル工事の際の三島県令の言葉にも表われているところである。

それゆえ、すべての建設機械は省力化のためにあるという見方さえできるわけである。

後で申し述べるように、機械が大型になればなるほど省力化の実効は出てくるものである。

かつてわれわれが学校を出たばかりの時代には<sup>a)</sup>、軟らかい土砂で労働者1人1日6m<sup>3</sup>掘削できなければ一人前でない先輩からいわれたことがあるが、この割合でいけば、0.6m<sup>3</sup>バケットのバックホウで作業したとして、1人のオペレーターが6時間実働したとして、当研究所の実験結果からみると深さ1.5m掘って土量が1時間145m<sup>3</sup>である。それゆえ6時間とすれば全体で870m<sup>3</sup>/日となり、前述の1人1日6m<sup>3</sup>とすれば145人の労働者に相当することとなり実に144人の省力化ができたことになる。

これはごく単純な計算例にすぎないが、いずれにしても機械化施工とは、かくも大きな省力化の効果があることを示す例とはなるう。

かつて明治末にわれわれの先輩が淀川、利根川をはじめとする全国の直轄河川を一度に手をつけて早急に治水の効果を高めるためには、とても当時でさえ人海戦術では不可能であることを知っていて、大規模な機械化施工を行われたことも省力化の一つのあらわれといえよう。

以上はごくあたりまえのことで、以下は最近の極度の建設労働力の不足に対する建設機械の立場での省力化のあらわれ方について順を追って考えてみたい。

#### 3. 機械の大型化

建設機械を大型化して大容量のものをつくることによって、1人のオペレーターでの一度の作業量が増大することによる省力化の効果は大きい。

このことは前にあげた例でも0.6m<sup>3</sup>のショベルでさえ144人くらいに匹敵することになるので、バケット容量がこれらの3倍になれば実際には3倍以上の能

\* 正会員 (社)日本建設機械化協会 建設機械化研究所長

a) 昭和19年ころの戦前

表一 最近8年間の建設機械最大容量の推移(ただし、国産のみ)

年 (西暦)	パワーショベル		ブルド ーザー (t)	スクレーパー		トラクター ショベル		ダンプ トラック (t)	トラック クレーン (t)
	ディー ゼル (m³)	電 気 (m³)		キャリ オール (m²)	モーター (m²)	クロー ラー式 (m²)	ホイ ール式 (m²)		
1964	2.5	3.4	35.0	11.5	8.0	2.0	1.5	11	54
1968	3.1	4.6	35.3	26.7	13.2	2.0	1.7	15	63.5
1971	3.1	11.5	41.9	26.7	16.0	2.0	5.0	32	75
1972	7.6	11.5	42.5	23.5	16.0	2.1	5.0	32	150
摘 要	バケット容量		装 備 全重量	ボールキャバ ンチー		バケット容量		最大積 載荷重	最大吊上 げ能力

力となりうる。

このように、大型化することによって省力化の効果を上げようという傾向は、とくにこの二、三年著しいように思う。

一例として、表一に国産の建設機械のうちで容量・能力の最大のもののこの8年間くらいの推移を示した。これでもわかるとおり、極端に大型化の傾向が著しいのは、1968年から1971年までの間である。一部の機種によっては、1971年から1972年にわたって急激に大きくなったものもある。

いずれにしても、建設の機械化が進められて以来、今日くらい大型化の傾向が目立つ時期は少ない。

この傾向は日本のみならず全世界的な傾向といってよく、本年3月に行われた西ドイツ・ミュンヘンの建設機械展でも、はっきりその傾向が見られた。

例えば、日本では建設用ダンプトラックの最大積載量は32tであるが、ミュンヘンの展示会には45, 60, 75, 100tという超大型のものが展示されていた。

とくに、この傾向は大型のタイヤの開発とあいまってタイヤ式の機械にその傾向が著しいように思われた。

しかし、大型化にはおのずから限界があり、とくに日本では車両制限令によって最大全重・軸重・輪荷重がおさえられているので、運搬に大きな問題があり、特殊な長期にわたる工事で、仕事量も多く、その工事だけで償却できるような場合を除くと、おのずから現在ぐらいの大きさが限界であるように思う。

#### 4. 機械の操作の簡易化

建設機械では、一般の自動車に比べて作業用の操作装置が余分についている。このため、オペレーターは単なる自動車の操縦よりは神経を使うことが多く、おのずから疲れの度もひどい。とくに、前述のように機械が大型になればなるほど操作レバー等に使う力も大きくなる傾向があり、ますます一般の車より疲れは激しくなる。

このために、操作をできるだけ簡易化するとともに、操作の際に使う力も少なくてすむようなくふうが取り入

れられてきている。

例えば従来、機械式のミッションを使っていたものが、トルクコンバーターを使うことによりクラッチが不要になり、かつ操作力も少なくてすむということがある。

当所で調べたところ、同じような機種で一方はダイレクトシフト(機械式)とパワーシフト(油圧式)とで操作のチェンジレバーに相当するものを操作するに要する力を測定したところ、パワーシフトの場合

はダイレクトシフトの場合に比べて半分の力ですむことが表二のようにはっきり現われた。後者は機械としては前者より大きくて、なお少なくない力で操作できるのでおのずから疲れも少なく、それが広い意味での省力化につながるものと考えてよい。

表二 トラクターショベルの操作力の比較

区 分	形 式	ダイレクト シフト	パワーシフト
	機 械 能 力	バケット容量 (m³)	1.3
全 重 (t)		11.25	14.45
エンジン馬力(PS/rpm)		76/1900	132/2185
変 換 速 レ バ ー の 力	N - 1速 (kg)	9.0	4.0
	N - 2速 (kg)	9.5	3.5
	または 1 → 2速 (kg)		
	N - 3速 (kg)	8.5	4.0
または 2 → 3速 (kg)			

また、油圧操作の普及によって、最も操作が簡単になった例としては、全油圧式のパワーショベルをあげることができる。かつてのワイヤー式のショベルに比べると第一に足を全然使わないで作業・走行ができるようになった。さらに、走行・掘削・積み込み作業に、かつては8~10あったレバーが4本でたり、しかも軽い操作力ですべての作業ができるようになってきた。他の機械でも同様の傾向がある。

このため、著しく操作はたやすくなり、従来は相当な熟練者でなければオペレーターになれなかったものが、今日では短期間の訓練でオペレーターとなれ、かつ疲労度も少なくてすむというのは明らかに省力化への大きな効果といえる。

#### 5. 無人操作、遠隔操作

建設工事のうちでとくに危険な工事または圧気中での作業、トンネル内での高温多湿の中での作業など特殊な作業では、実作業時間が短くて、一工事に多数の人を要する場合が多い。

これらに対処するための作業環境をよくするためのく

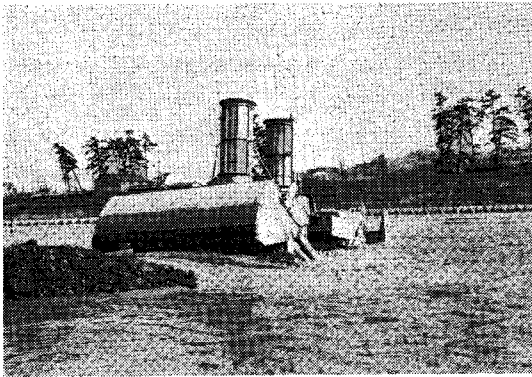


写真-1 水中ブルドーザーの例

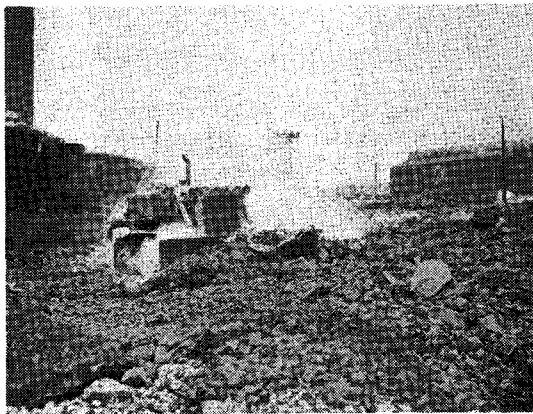


写真-2 無線操縦の無人ブルドーザー

ふうの一つとして、機械の中にも種々な考えが取り入れられている。例えば、トンネル内で火薬を使わないでトンネルボーリングマシンを使い、かつ集塵・換気に強力なものを使うことによって、作業環境の改善とともに作業員の数を減らすことも考えられている。

また、水中での土工作业は危険であるばかりでなく作業時間も限られているので、これらに対処するために水中ブルドーザー、水中ショベルの開発が試みられ、一部ではすでに実用に供されている。写真-1 はその一例である。

また、危険な場所でのブルドーザーによる土工作业は危険度が高いことと、さらにそれによる神経の疲れからの疲労が大きい。これを除くために、無人ブルドーザーがすでに開発され実用化されている。写真-2 はその一例である。これには、一般に無線による遠隔操作が使われている。

最近、試験的に木曽川の国道 22 号線の新木曽川橋の橋脚基礎に無人のニューマチックケーソンが使われ、2 基のケーソン沈下に成功している。これは 図-1 に示すようなもので、ケーソン内の刃口までをバケットで掘削して中央に土砂を集め、それを中央の排出バケット

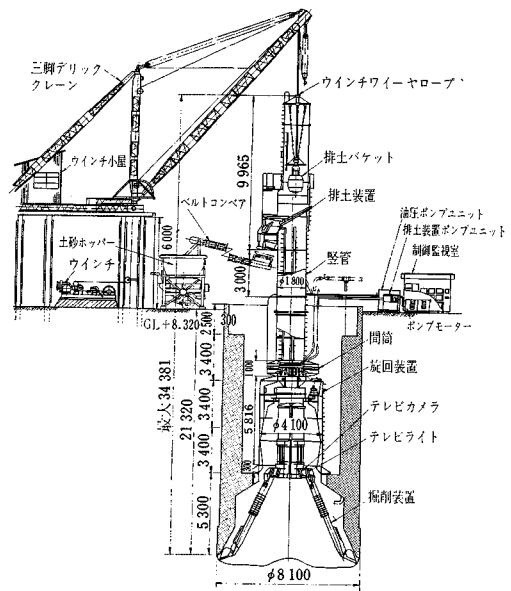


図-1 無人ケーソンの作業実施例

(グラブ) でつかみ上げて排出するものである。これらの操作は、地上の制御監視室でケーソン内のテレビにうつされた画面を見ながら、操作盤上の計器とあわせて、ならい装置によって遠隔操作をするものである。従来の圧気ケーソン内の作業を思えば著しく安全の確保と省力化に役立っているものといってよい。これらの傾向は、今後ますます電子技術の応用によって広がってゆくものと思われる。

## 6. 連続作業による省力化

従来、建設工事ではあまりコンベアを主体とした連続作業システムは取り入れられていなかった。これには、一般の製造工業と違って固定した場所でないために、初期投資が高いために償却負担が大きく経済的でないとされていたことによる。しかし、最近の人件費の高騰と人手不足、さらに大容量工事、とくに土工の場合に、シフトブルコンベアの発達等から、連続土工による方式が次第に大規模土工で行われるようになってきた。

その先駆となったのは、国内では神戸のポートアイランドの工事である。ここでは、アンローダー 2 台によって卸された土はベルトコンベアからトリッパー、スタッカー、クローラーコンベアからスプレッダーという方式で土を 6000 t/h の大容量をこなしている。

これを最少限の人で運転する場合は 4~5 人で済み、いかに省力化が進んでいるかがわかる。

これらの方式は、千葉県浅間山の土取り場においてバケットホイールエキスカベーターで掘削をして、2 系列で時間当り 5000 m<sup>3</sup> (約 7000~7500 t/h) の土を

処理している。

同じような考え方で、青函トンネルの斜坑からのずり出しもコンベアシステムを採用している。

これらは、従来の土運搬形式の断続的なものに比べて飛躍的に大きな能力を発揮できるので、今後の大規模工事では、この方式がますます利用されることが考えられる。

## 7. おわりに

以上、主として最近の建設機械とその施工法の立場から少ない例ではあるが具体的なものをあげて省力化の努力の方向というものを見てきたつもりである。

中にも少しふれたように、とにかく人手を省くことのみから省力化ということが見られがちであるが、より安全に、かつ建設工事が作業環境が悪いという印象を改善していくことも、広い意味での省力化と考えて頂くことが大切だと思う。

## II. 建設鋼材————望月博正\*

現在の土木工事は、鋼材なしでは考えられないといっても過言ではない。これは、また逆に現在の鉄鋼業の発展は土木工事の増大による部分が大きいともいえるわけである。ちなみに、昭和33年度の粗鋼生産高は約1200万tであったが、わが国の経済成長とともに、昭和45年度には約9300万tに、現在では約1億2000万tのペースで生産されている。この中で建築を含めた建設用鋼材の使用量は約50%といわれている。

このように、建設用の材料として大量に使用されている理由は、鋼材を使用しないと構造物ができない、あるいは施工が不可能であるということはもちろんではあるが、最近の工事量の増加による工期の短縮、労働力の不足による省力化ということが大きいと考えられる。すなわち、鋼材が持つ性質が工事の省力化によくマッチしているといえる。

製鉄メーカーは全国各地に製鉄所を持ち、鋼板をはじめ各種の形鋼を生産している。しかも、その設備は大きく大量生産システムを採用しているので、建設用鋼材として安定した供給力を常に維持している。また、最近ではコンピューターの導入によって工場における品質管理が

\* 新日本製鉄(株)建材販売部土木技術サービス課長

十分に行われるようになり、材質が安定し、良質の材料が大量に生産されるようになった。一方、使用者側の要請もあり、建設に適応した材質(例えば、高張力鋼、耐候性鋼、耐海水鋼など)、形状(例えば、大型鋼矢板、H形鋼、太径鉄筋、鋼管矢板、大径鋼管など)の開発を行っている。これらの鋼材を使用した新しい工法の開発(例えば、各種港湾構造物、鋼管杭基礎、矢板式基礎、水中基礎など)も行われている。

工事の急速施工・省力化を行うためには、従来行われていた現場集中の工事方法から、気象条件や労働力に制約されないようなプレハブ化へと進まざるを得ない。このようなプレハブ化という見地から、鋼材はその特色を十分生かす素材である。すなわち、鋼構造物は、部材は工場において加工され、現場で組み立てるというパターンが従来からとられていた。これは、工場生産であるために構造単位の寸法精度が高く、したがって、現場での正確な結合が可能であり、現場での溶接、ボルトなどの接合方法によって迅速に組み立てられ、その強度と耐久性が保証されるという優れた性質があるからである。最近では、これら工場製作単位が大きくなり、さらに工期は短縮されるようになった。これは、工場設備が巨大化したことはもちろんであるが、新しい現場接合方法の開発、施工機械の大型化および能力アップなどが大きく寄与している(例えば、大型ブロック架設工法など)。また、鉄鋼メーカーが各種の加工製品(例えば、組立式橋梁、擁壁、えん堤、床版など)の開発を行い、これを標準化し大量生産することによって、コストの低減と納期の短縮を図ったことも、このプレハブ化に大いに役立っている。

このように、施工の迅速化・省力化は、鋼材の使用によって著しく促進されるといっても過言ではない。以下に、省力化に寄与されると思われる鋼材および加工製品・工法などについて簡単に紹介し、読者各位の便に供したい。

### 1. 鋼 矢 板

#### (1) 軽量鋼矢板

厚板をロール成形したものであり、断面性能は壁幅1m当り27.2cm<sup>3</sup>から538cm<sup>3</sup>のものが製造されており、各種基礎工事用の根切りの土留、上下水道、ガス、電らんなどの地下埋設用の仮土留をはじめ、護岸、止水壁、洗掘防止壁などに使用されている。これらは、軽量である利点により、人力で容易に運搬できるということから、工事の急速化に役立っている。