

記念講演

建設工事の機械化施工について

— 昭和29年10月27日、虎ノ門共済会館において講演 —

正員 谷 口 三 郎*

MECHANIZATION OF CONSTRUCTION WORK

(JSCE Dec. 1954)

Saburō Taniguchi, C.E. Member

Synopsis During the period from the Meiji era (1868~1911) to the time of World War II, those articles such as 15 kg rail for transportation, 20 ton steam locomotive, bucket excavator, bucket dredger, priestonman dredger, drill, electric detonator, rock cutter, titan crane, tamping machine, crane, concrete mixer, pneumatic diving chamber, pneumatic caisson, power shovel, dragline, single acting and double acting pile drivers, and internal-combustion locomotive were imported, but later on they were manufactured and improved by the domestic makers. However, in the meantime, the mechanization was once hindered in connection with the problem of unemployment. Beside, the dispersion of machines and the dissolution of organization during the war almost completely interfered with the mechanized construction work.

Nevertheless, certain mechanized construction works on large dam such as Suihō and Hōman existed. After the war, the Occupation Forces and the increase of labor cost expedited the mechanization work and an administrative step was also taken.

On the other hand the Association for Construction Mechanization in Japan was established which has become of the center of various research works. The domestic made machines have also become fairly good in their quality as well as their function enough for general use. The author explains about the machines which made their debut in the construction field, and describes the trend of their utilization, manufacture and the importation of the similar machines. As the future problems, the author mentioned a few points such as :

to create machines which suitable to the various conditions new exist in Japan, to establish a system of executing the mechanization on various cases of the works.

He further discusses that although the development of mechanization may face a great many difficulties in the future, the prospect is promising, and the problem of unemployment in connection with the mechanization, which is often talked about, may not be necessarily taken up seriously. If the mechanization is popularized, the advantages such as the saving of work expense, shortening of work time, improvement of work quality, are quite conspicuous, and therefore, nothing can stop the progress of mechanization, he stresses.

まえがき

わが国における建設工事の機械化施工について、まづ明治から今次大戦までの変遷をのべ、次に終戦後の推移と現状の概略を説明して、終りに将来に対する問題点や希望について私見を述べる。

I. 明治から今次大戦まで

明治前半においては、国力が貧弱で労銀が特に安かつたために、資金の多くかかる建設機械化は他の一般文化の進展にくらべて遅々たるものであつ



た。記録によると、運搬用軌条は明治2年北海道茅沼炭山、同13~23年横浜水道、琵琶湖疏水、木曾川改修工事に使用された。土運搬用蒸気機関車(5t)は同20年大井川改修工事に、浚渫船は同3年大阪安治川浚渫用(バケットラダー毎時60m³オランダ製)、同12年野蒜築港用が輸入された。

明治後半(日清戦争後)においてはわが建設技術も漸次訓練され、特に日露戦争後は国力増進のため必要な鉄道、道路、港湾、上水道などの諸建設

が各地に起こり、それらに必要な各種の機械が採用された。おもな機械としては、15kg レール、20t 機関

* 前会長、全日本建設技術協会委員長

車, バケット掘削機 (毎時 120 m³), バケット浚渫船 (最大毎時 360 m³), プリストマン浚渫船 (以上いづれも蒸気機関) などが明治 28~33 年に和, 英, 仏, 独から多数輸入され, 利根, 淀, 信濃の各河川工事, 大阪築港に使用された。

これらの機械が明治 30 年前後に始めて採用されたことは, 資金面から考えても, また技術面からみてもよほど思い切った英断であつたと思われる。そのほか, ドリル, 発破用起爆機, 砕岩機, 潜水機, タイタンクレーン, タンピングマシン, 起重機, 索道運搬機, ポンプ, コンクリートミキサなども使用され, そのうち一部は国産品も現われた。当時珍らしいものとしては横浜港岸壁基礎の土丹岩掘削に圧気罫を用いたことである。

明治後半においては, まだ機械工業が今日のように普及発達していなかつたので, 建設工事に機械を用いる場合, それらの入手と修理には今日では想像のできないほど幾多の困難と不便があつたと思われる。この悪条件と戦いつつ機械を採用し練習して, 長距離運搬の大土工, 地下数10mの深基礎工, 水底の土石掘削, コンクリートダム, 大橋梁, 長大トンネル, 防波堤, 開門, 水門などが日本人によつて設計施工されるようになったことは画期的進歩である。これによつて, 当時国力培養に重要な鉄道, 港灣, 河川, 水道などの工事が時勢の要求に応じて着々築きあげられたのである。この時代までできなかつた大工事が成功するようになったことは, われわれの大先輩が思い切つて建設機械を採用され, それを活用されたことが主たる要素であつて, このことについてはわれわれは当時の諸先輩の英断と努力に感謝すべきであると思う。

大正時代において輸入された建設機械のおもなものは, 圧気潜函, パワーショベル, ドラグライン, 単動複働杭打機, 内燃機関車など優秀なものであつた。一方蒸気機関を動力とする機関車, 掘削機, 浚渫船その他の各種機械が国内でできるようになつた。

大正から昭和の初期にかけて, 各種建設機械を使用する技術は漸次熟練してきて機械化施工の真価を發揮した。長距離運搬の機関車土工などは米国の同種の実績をしのぐ成績を挙げたものもあつた。これは日本人の勤勉と器用さの特質が組織的に訓練されたことに起因すると考えられる。

国産機械の改良は不十分ではあつたが, とにかく機械を使えば経済的だという実績が現われたことと, 欧州大戦後大正 10 年頃から各地において労力が不足したのと相まつて, 機械化施工が一般に滲透してきて, 昭和の初期までは機械化施工の普及時代といつてよい

と思う。

この時代の建設機械の動力はおおむね蒸気と電気であつた。ガソリン機は便利で一般に流行したが, 燃料が高いので大量の工事には良質の重油と潤滑油を使用するディーゼル機が推奨された。そのため昭和 2 年にオートドイツのディーゼロコが輸入され, 昭和 6 年には 20t 機関車と 40t 掘削機にディーゼル機が蒸気機と置きかえられ荒川改修工事に使用されて, 始めから従来の蒸気機の追従を許さない優秀な成績を示した。そのほかポンプ, 起重機などにも内燃機が使われるようになった。このように建設機械化の効果が一般に滲透し, 日本の建設技術も着々国際水準に近づきつあつたが, その後事業界の不振から昭和 7 年不景気のどん底に落ちて多数の失業者を出すに及び, 政府と地方庁は 3 年間に今の金額にして約 600 億円の失業対策土木事業を起した。この工事は在来の機械使用をやめ, 工事費に対する労務費率の大きなことを方針とし, これを厳守することを指示した。このために, 明治以来長年かかつて発達し, ようやく一般に普及する機運にあつた建設の機械化は一大頓座をきたした。これ以後は国の費用は軍事に集中され, 新規公共建設事業は控え目になり, 前からの継続事業も細く長くなつてきたために機械化の面は漸次萎縮した。戦争中, 国内建設機械とその熟練した組織は戦争目的のために分散徴用されたために, 長年かかつて蓄積された内地の機械化建設力は影をひそめるにいたつた。この間, いちじるしい機械化建設としては朝鮮, 満洲において戦前から続行していた水豊, 豊満などの大ダム工事の機械化建設がわが建設陣によつて成功したことであり, これはすでに御承知のとおりである。

II. 終戦後の推移と現状

機械化施工を始めるには, 当初に多額の機械購入費を必要とすることが大きな障碍である。従つて, 従来はおおむね大工事に限られて一般中小土木工事への滲透はきわめて困難であつた。しかるに終戦後進駐軍の機械化工事の威力を各地で現実に見せられ, それによつて一般に機械化の効果を認識したこと, 労務費が全工費のかなり大きな部分を占めるようになったこと, 中小工事でも使用できる応用範囲の広い便利な機械が輸入されたことなどに刺激されて, 朝野ともに機械化を推奨するようになった。政府においては, 機械化を推進するために昭和 23 年から公共事業費の一費目として新たに機械整備費を設け, 機械課を創設して機械化の運営と推進を図つた。昭和 24 年には関係官庁, 有志の斡旋でメーカー, 業者, 研究所などによつて現在の日本建設機械化協会が設立されて, もつぱら機械

化推進に努めた。通産省においても建設機械製作用資材の配給、優秀外国品の輸入などにつき特別の措置をとつて奨励した。最近では建設機械抵当法が昨年の議会で成立し、目下実施準備中である。そのほか建設機械に関する研究補助費、試作の援助なども不十分ながら各省によつて行われた。電源開発 600 万 kW 5 年計画も昭和 26 年から起り、その建設機械も約 330 億円に及ぶ大なるものが新たに必要となつた。

このような政府側の措置に呼応して、民間側においても一流メーカーが建設機械の営業価値を認識して、かつて見たことのないほど新式機械の研究に熱中してきた。機械使用者側においては官庁も業者も一体となつて、機械の改良、運営、整備、オペレーターの養成に努力を続けた。これらの研究の分科、総合は主として前に述べた日本建設機械化協会が中心となつて行い、それらの成果の要領はおおむね出版されている。終戦直後、国産機械は輸入品に比べて非常に劣つて使えないという悪評を受けたのであるが、現在では十分とはいえないまでも、とにかく国産品で多くの場合やつていけるようになった。

ここで過去 5 年間の改良進歩のおもな事例をあげると、

1. 建設機械用ディーゼル機関性能試験要領の作成
2. D F エンジン試作仕様書の作成
3. ローラーチェーン、ワイヤーロープ、クラッチ、履帯、刃具、オイルシール、歯車、水密電装品、低圧タイヤなど建設機械の局部改良
4. 建設機械部品耐久度の調査研究
5. 建設機械整備基準の制定
6. 除雪装置の改良

7. 道路工事機械化として、簡易バッチャープラント、サイドダンプ、ロードフィニッシャー、ポータブルクラッシャー、タイヤローラ、簡易土質試験器の研究等である。

戦後建設界に進出した新規な機械としては、ブルドーザー、キャリオール、モーターグレーダー、タワーエクスカベーター、ケーブルクレーン、バッチャープラント、大型パワーショベル、トラッククレーン、ダンプトラック、ドリルジャンボ、ワゴンドリル、ロードフィニッシャー、振動篩別機、コンクリートポンプ、新式土運船などである。これらはおおむね見本的には前から国内にあつたものであるが、近年の改良によつて国産品として実用的に普及しつつある。

戦後建設機械の需要増加にともなつて、大小メーカーが専門工場を設けるようになり、現在では工場数 350 を超える状況である。公共事業のほかでは昭和 26 年頃より始まつた電源開発と保安庁の需要が加わつて、建設機械の生産は表—1 のとおり逐年増大を示している。建設機械の輸入の状況は表—2 のとおりである。

電源開発は現在大体最盛期に達したが、治水、農業水利はこれからである。現在ダム工事は 124 カ所、コンクリート総量約 2 572 万 m³、工事費約 4 082 億円であるから、これに投資した施工用機械費をダム総工事の 12% と見ても約 490 億円になる。戦後 4～5 年というものは国産機械の性能も悪く、その運営操作も未熟であつたため、年間稼働時間が 500 時間あまりであつたのが、最近 4 年間に機械も改良され、運営、整備、操作も着々進んできて、現在では年間稼働時間 1 000～2 000 時間となつた。このように短期間に異常

表—1 国産建設機械機種別年度別生産実績

機 種	昭 和 26 年 度			昭 和 27 年 度			昭 和 28 年 度		
	台 数	重量(kg)	金額(千円)	台 数	重量(kg)	金額(千円)	台 数	重量(kg)	金額(千円)
トラック	37	185 000	80 930	36	140 000	61 600	60		138 965
ブルドーザー	211	2 110 000	888 780	269	2 670 000	1 221 000	475		2 325 256
パワーショベル	79	1 544 534	432 806	158	2 612 000	923 391	192	5 096	1 767 508
ドラグライン	45	782 246	254 765	58	394 000	137 271	61	572	219 817
クラムシエル	7	109 500	28 100	1	21 000	7 400			
エクスカベーター	32	831 518	220 841	20	775 000	186 003	19	278	79 340
ポンプ 浚渫船	15	1 071 030	190 989	14	725 000	186 302			
ディッパー	2	310	49				64	993	247 303
バケット	87	94 416	8 915	9	138 000	31 200			
モーターグレーダー	112	780 900	346 694	94	770 000	391 550			
ロードローラー	73	504 780	77 696	139	972 000	165 438	186	1 454	265 039
バッチャープラント	9	167 800	26 390	11	1 064 000	242 681	109	1 462	319 233
コンクリートミキサ	1 067	2 361 954	25 223	1 883	3 577 000	397 160	3 906	6 061	958 716
コンクリートポンプ	7	23 588	13 463	20	90 000	53 079	71	304	150 262
グラウチングポンプ	87	39 178	18 361	100	37 000	20 793			
抗 打 機	284	383 205	47 607	432	655 000	88 588	515	742	104 402
総 計	2 154	10 989 959	2 661 609	3 244	14 640 000	4 123 456	5 658	16 962	6 575 841

表一 建設機械外貨割当一覽表

機 械 名	昭和 27 年度		昭和 28 年度	
	台数	金額(ドル)	台数	金額(ドル)
ショベル条掘削機	23	829 506	16	1 322 198
トラック クレーン	3	26 492	6	301 000
モビール クレーン	2	50 909	1	15 000
モーター グレーダー	2	43 780	1	6 600
スクレーパー	4	21 215	4	111 600
ウエイヤ インパクト	20	17 000	15	11 000
可搬式アスファルト機	3	10 500		
アスファルト フィニッシャー	1	20 000	1	19 800
パッチャー プラント	1	125 710		
コンクリート ポンプ	2	25 569	4	100 100
トラック ミキサ	13	73 525	18	93 264
コンクリート バイブレーター	28	7 322	16	6 085
コンクリート フィニッシャー -及びスクリーン	9	6 781	14	24 738
コンクリート ソウ	8	13 452	1	1 406
コンクリート プレーサー	1	9 130	8	7 480
コンクリート ミキサ	4	1 602		
ディーゼル パイルハンマー	4	8 980		
ランマー	1	700	4	1 720
タイヤドーザ	2	51 668	13	476 978
ブルドーザ D7 class	2	42 190	1	16 750
ブルドーザ D3 class	11	213 570	44	1 169 215
トラクター	28	89 322	23	98 226
ダンプカー	34	214 508		
ケープル クレーン		4 100		
ロッカー ショベル	9	86 140		
ベイローダー	1	2 201	3	81 262
ポータブル コンプレッサー	9	34 694	10	92 740
ワゴン ドリル	23	90 672	10	102 841
ジャンボ	2	22 737	10	203 518
ドリフター	11	11 905		
試 験 機	6	18 141	10	51 521
総 計	267	2 174 021	233	4 315 042

な発達をしたことは、関係各位の熱心な努力と時勢の要求とがマッチした結果である。これによつてわが国にとつてきわめて重要な建設事業が施工面で画期的に合理化しつつあることはお互いに喜ぶべき現象である。しかしこの段階はようやく米国の数年前に近づいたというだけであり、先方は日進月歩しているのであるから、われわれは今後もよほどの決心をもつて努力と研鑽を続けて質、量ともに国際的競争に勝たなければならないと思う。

III. 将来に対する問題

建設事業の効果の万全を期するためには、その計画と施工の両面において合理化を図らなければならないことはいうまでもないが、近代の建設技術進歩の経過をたどつてみると、機械化施工技術と工事材料との発達が建設技術の進歩に重要な役割をしているから、その合理化は建設経済上きわめて重視すべきであると考えられる。いうまでもなく機械化施工を育成する母体は建設事業であるから、その画期的な発展を切望するのであるが、そういう政策の問題はしばらくおいて、主とし

て技術関係について述べる。

1. 建設機械の模倣から独創へ 機械はそれを使う場所の地形、地質、気象、交通、習慣、動力源、工事施工計画などを十分に勘察して、それらに最適のものでなければならない。すなわち日本で使う機械は日本のそれらに最も適したものでなくてはならない。しかるに戦後採用された国産機械はおおむね模倣であつて、わが国情にあわぬ点が少ないので、これを改良し日本化しさらに進んで型式においても部分的構造においても独創的な優秀なものを案出されることを希望してやまない。

2. 機械化施工の体系確立 建設工事の施工に当つては、その工事をいかに安く、早く、確実に実行するかということを考えなければならない。人力を主とする工事の施工計画についてはすでに長年の経験者、エキスパートがある。機械を使用する工事のうち、大正時代に練成された機関車、浚渫船などを使用する施工については、もちろん改良すべき点は沢山残されているが、一応経験済で確実な施工計画を樹て工費の総合経済も間違いない見通しができる。しかし終戦後急速に使用されたブルドーザその他の新機械については、現在一部有志の熱心な研究が行われていて、個々の機械の性能や実績のことはかなり進んだが、一つの工事を安く早く確実にという目的に対して、機械と人力とをいかに組合せ、その能力が全体の総合経済にどうひびくかというような問題はまだまだ不十分である。

機械と機械との組合せ、機械と人力との組合せ、それらの組合せを工事施工計画（いわゆる段取り）にあつていかにするか、その組合せとこれに続く施工段階との連絡がどうなるか、それらの部分的と総合的との単価がいかになるかという問題を総称して「機械化施工の体系」という言葉でかりに現わしたのである。

現在のように機械の進歩が顕著であると、工事計画そのものもこの機械化施工体系の発達によつて変化をきたしつつある。これは経済的に成立たない工事も機械化施工体系の進歩によつて引合うようになるからである。この機械化施工の体系確立ということは量、質ともに大変な仕事であつて、また機械と施工技術の進歩によつて変化してゆくので際限のない問題ともいえる。しかし戦前戦後を通じてわれわれのもっている機械とその施工技術の範囲だけでも一応体系を整え、それを普及することは建設経済上重要と考える。この体系完成のためには、個々の機械の改良、機械要部の特殊材料の獲得、動力源（石炭、液体燃料、電気、ガス）の選択の問題、機械整備と運営の問題、オペレータ養

成の問題、施工実績の分析説明、耐用年限と償却費の問題、さらに進んでいくつかの機械の組合せの調整など深い研究と数多くの経験とが必要であり、それが体系完成の基礎をなすことはいうまでもない。さて、この体系の分け方については種々研究する必要があるが、河川、道路、橋梁、鉄道、ダム、トンネル、深基礎など縦の工種別と、土工、基礎工、コンクリート工など横の工種別とに分け、さらに現場条件、工事の大小緩急度などに分類して、その共通性の課題を想定して機械化施工の体系を確立されたいと希望する。日本の現段階は一応欧米の機械化を採り入れた形であるので、この際過去の経験と現在もついている技術とを活かして、これをなるべく早く総合して建設工事の日本の機械化施工の体系確立に邁進されることが急務であり切望するところである。

VI. 結 語

日本再建のためにぜひとも実行しなければならない建設工事は山積している。今後行われるべきものとして話題にのぼっている工事は、治山治水1兆8000億円、道路5カ年計画2700億円、高速自動車道路1500億円、電源開発3000億円等非常に膨大なものであり、そのほか民間の企業である工場の建設を加えると、中小工事を除いても平均年額3000億円を下ることはないであろう。

そしてこの建設工事がどの程度機械化されるかは、今後の機械化施工の進歩と普及とにかかっている。土木工事における人力は牛馬にも比すべき重労働であつて、将来といえども今日以上の能率を望むことはできないと思われる。一方機械化施工においては、機械の改良進歩とその運営操作の熟練とは将来に残された問題が多いから、まだまだ伸びゆく道が広いのである。従つて機械化施工の妙味が一般に滲透するにともない、人力の分野が苦しい作業から漸次機械化施工におきかえられることは当然の傾向である。この機械化の妙味を滲透させるためには前段に述べた「機械化施工の体系確立」を一日も早く進めて一般に普及させることが肝要である。そして機械化施工が十分発達普及すれば、今後毎年行われる数千億円の工業費の何%かが節約できるが、さらにそれよりも工期を短縮すること

と、工事の質をよくすることによる利益の方が大きいと思われる。

機械化の発展は今後苦難の多いことであろうが、いままでの経過から考えるとすでに明るい見通しはついている。

日本における機械化推進の外的条件は欧米より悪いが、人力と機械を組み合わせる技術においては現在日本の方が進んでいる。後進国といわれ、日本より低賃金の国はまだ沢山あるから、日本で洗練された徹底的機械化技術と人力機械化混成技術とをもつて、われわれの海外進出する領域は少なくないのであり、やがては世界に雄飛する時期の到来を切に希望するものである。それがまた文化日本の海外進出の最善の方法である。

終りに機械化によつて人力をはぶくために生ずる失業問題と、失業救済を建設工事によつて行うという問題について一言する。

機械化によつて失業者を生ずるといわれているが、現在重労働についているもののうち、これを本職とするものは全体的にみて余剰はないから漸次移動するか、もしくは技能労働者に転向しうる。定着労働者のうちでも適格者は技能労働に転向する余地がある。その他の農閑副業労働者は失業者として、しいて救済の必要はないから、機械化による失業問題はさほど重大視する必要はない。

次に建設事業によつて失業救済を行う問題であるが、元来建設工事の重労働は工場労働の3倍の労働強度であるから、都市付近の工場その他の軽労働者を建設におきかえれば、労務費を増すと工事の混乱とで工事費の増大は免れない。建設の中にはいくぶん軽労働はいるが、新規事業ならば失業者収用も可能であるが、在来者とおきかえることはいろいろ摩擦を生ずる。

現在失業問題は重大であるが、以上のことを考えると、現在行われている建設工事に失業救済の責任を過重負荷することは経済上慎重に考慮しなければならない。また前段で述べたごとく国策として重要性のある建設工事機械化の発達がかつてのごとく、一時的失業救済のために阻まれることがあつては国策として重大事である。