

## 第2回 機械化土工のあゆみ

山崎建設(株)技術部長 岡本 直樹

### 2-1 はじめに

今回は海外で生まれた土工機械の歴史を紹介した。そこで今回は、わが国における機械化土工の歴史を振り返ってみる。建設の機械化は戦後始まったと誤解している人もいるが、実は明治期から本格的な機械化土工が導入されていた。

### 2-2 戦前・戦中

#### 2-2-1 明治期

明治初期から政府は治水に力を入れ、明治元年に早くも大阪に治河掛（淀川担当）を置き、明治3年にはバケットラダー式浚渫船等をオランダより輸入し、安治川改修工事に投入している。

明治期の社会インフラ政策は、殖産興業（生糸・石炭、造船、後に鉄鋼）のための運輸インフラ整備と電信網の拡充である。運輸インフラは、近世からの伝統的水運（沿岸海運と河川舟運）による運輸体系の延長線上で、まず、港湾・運河・河川を改修整備し、この建設に初めて機械力を導入した。併行して、新しい交通体系として鉄道敷設を急ぎ、財政難から民間投資に頼った部分が多いが、30年程度で列島骨格幹線を完成させた。やがて内陸輸送が舟運から鉄道網に移行すると、河川改修も低水工事から高水工事への転換が要請され、明治29年に河川法が制定され本格的な機械化土工が導入される。

一方、近代技術の育成は、お雇い外国人技術者による技術導入（計画・実施と教育）を明治20年頃まで続け、留学帰り日本人技術者の活躍が明治10年頃から始まる。以下、トピック的な大規模土工と画期となった機械化施工の導入時期を紹介する。

#### 新橋～横浜の鉄道敷設工事：明治3～5年

わが国初の新橋～横浜間の鉄道敷設工事は、兵部省の反対などから高輪海岸（現在の品川駅付近）で海上

築堤とし、八ッ山・御殿山を土取場として埋め立てた。土工はパイスケ、モッコ、牛馬車を使用している。入江迂回を避けるための桜木町の埋立（明治3年6月～年内完工）は、高島嘉右衛門が請負っている。資金はポンド借款、技師長はE.Morel（英）である。

明治32年に河川改修工事で本格的な機械化施工が始まるまでの建設機械の導入は、低水工事での各種浚渫船、隧道工事での削岩機、道路工事にローラ、琵琶湖疎水工事等での軌条トロッコの採用や土工機関車の導入等が散発的に行われている程度である。

#### 淀川改修工事：明治32年8月

明治29年4月に河川法が制定され、低水工事より高水工事に転換、指定河川の直轄河川改修工事が開始される。

内陸輸送が舟運から鉄道網に移行し、河川改修も低水工事から高水工事への転換が要請され、日清戦争（明

写真1 アッシブルレ製ラダーエクスカベータ



写真2 バケットラダー浚渫船



写真3 大河津分水工の高地部掘削



写真4 長梯掘削機



写真5 スチームナビー



治 27 年 8 月～ 28 年) の戦勝により社会資本整備の拡大が可能となり、河川法が制定され、これによって本格的な機械化土工が導入されることとなった。まず、最初に淀川改修工事の機械化施工を明治 32 年 8 月に開始、改修工事は沖野忠雄が計画、河川土工機械化の正に濫觴となる。投入機械は、仏アッシプルレ製ラダーエクスカベータ (120m<sup>3</sup>/h) × 3、ドコービル 20t 機関車 × 5、30 ポンド軌条、半坪積木造傾斜式土運車 (3m<sup>3</sup> 鍋トロ) 600 台等を輸入。

トロの導入は明治 2 年の北海道茅沼炭山への輸入が最初であるが、この時期に導入されたラダーエクスカベータと軽便軌条の土工機関車 (鍋トロ牽引) との組合せが、河川土工のスタイルとなり、昭和 30 年代まで続くことになる。

明治 33 年には、利根川でも第 I 期改修工事が始まり、同様な機械組合せで機械化施工に着手した。その後、全国主要河川の高水工事に随時機械化施工が展開されていく。また、明治 40 年には英国製スチームショベルが信濃川改修工事に輸入 (初輸入と思われる) されている。

#### 信濃川大河津分水工：明治 42 年 6 月～大正 11 年 8 月

明治 8 年に断念した信濃川分水工を機械化施工で再開する。掘削土量は 2,878 万 m<sup>3</sup> である。

投入機械は、200 坪 (1,200m<sup>3</sup>/10h) 掘長梯鋤簾式掘削機 (80t ラダーエクスカベータ) × 12、200 坪掘短梯鋤簾式掘削機 (40t ラダーエクスカベータ) × 4、100 坪 (600m<sup>3</sup>/10h) 掘スチームナビー (英国製 46t スチームショベル) × 2 を導入して、東洋一の大規模機械化土工となる。土砂部をラダーエクスカベータで、軟岩部をスチームショベルで掘削。運搬は、20t 機関車 + 3m<sup>3</sup> 積土運車 × 25 を 1 列車とし、20t 機関車 × 20 両、10t 機関車 × 2、5 合 (3m<sup>3</sup>) 積土運車 × 1,700 台、軌条 30 呎 (kg) × 10 哩 (マイル)、15 呎 × 56 哩。人力ドコービルは、5 勺 (0.3m<sup>3</sup>) 積土運車 × 2,029 台、軌道 4.5 × 40 呎。

当初、爆破穿孔は突タガネによる人力、大正 5 年以降は 15 馬力石油発動機式可搬空気圧搾機と汽力 65 馬力固定空気圧搾機によるジャックハンマを使用した。

#### 品川操車場敷地造成工事：明治 44 年末～

鉄道工事の機械化土工の嚆矢となる大規模造成工事を大丸組 (鈴木辰五郎) が請け負う。大井の浅間台丘陵の土砂を採取して、田町・品川沿線地先の海面を埋め立て、埋立地に品川駅を移設して操作場を建設する。大井掘削跡地は車両工場敷地として新橋工場を移す。埋立地 185,391 立坪 (1,114,000m<sup>3</sup>)、大井工場敷地盛土 28,655 立坪 (172,000m<sup>3</sup>) 掘削はスチームショベル × 2、運搬がコッペル社製 9t 機関車 C 形 (新製) × 5、67 才 (1.8m<sup>3</sup>) 土運車 200 両、1 列車 20 両編成、18 ポンド軽便軌条を投入する。施工に 2 年 2 ヶ月を要す。

#### 2-2-2 大正～昭和初期

大正期も機械化土工は主に河川改修である。この時期に第一次世界大戦 (1914～1918 年) が勃発し参戦、この大戦が日本の産業界に大繁栄をもたらし、大正の後半から昭和はじめにかけての工業化を躍進させ、建設機械化をも進めることになる。

大正 4 年に、Bucyrus 社の軌道式スチームショベルを世界屈指の露天掘り炭鉱である南満州鉄道の撫順炭鉱に初輸入。大正 5 年には、Bucyrus のスチームショベル (鉄輪) を大倉組が輸入、山陽製鉄所工事の土取作業に投入。

#### 村山貯水池：大正 5 年～昭和 2 年

村山貯水池 (多摩湖) のアースダム工事が行われ、軽便軌条 (羽村村山線、村山境線) により資材運搬および盛立運搬が行われた。締固めには輸入蒸気ローラが使われた。

陸軍が馬匹に代わる牽引用トラクタの試験輸入を始め、大正 8 年にホルト 5t を採用した。また同年に鉄道新線工事の機械化計画がまとまり、11 年に上越線建設工事に大規模機械化施工を導入する。大正 12 年には陸軍が、前述のホルト 5t の代替として、わが国初のクローラトラクタ (3t) を試作した。

写真6 蒸気ローラ



写真7 呉海軍工廠敷地開削の225B



写真8 大井ダム工事



大正10年頃から昭和初期にかけて、労働力不足から各地で機械化施工が浸透・普及し、小型スチームショベルが多数導入される。また、昭和に入ると建設機械の内燃機関化が始まり、トラック運搬が増加する。

#### 呉海軍工廠敷地開削工事：大正8年7月着工

呉海軍工廠の開削工事において、驚くべきことに、この時代（大正10年5月）に世界最大級の超大型スチームショベルを輸入している。鉱山用のストリッピングショベル Bucyrus 225B (6yd<sup>3</sup> 全旋回型 337t) と鉄道用ショベル Bucyrus 110C (5yd<sup>3</sup> 機関車型 130t) である。運搬車両は、機関車 (42t Shay 型×2、32t Tank 型×2) と 20yd<sup>3</sup> Air Dump car (Western Wheeled Scraper 社製トロ、軌間 4' 8・1/2"、鋼製 20両、木製 20両) である。

これらは組立・試運転の後、大正11年2月～14年7月に山地開削を2段ベンチで掘削、中段に110Cを入れ上半(20～30呎)掘進、下段に225Bを置き下半(60呎)掘削、掘削量は18萬立坪。14年5月～昭和2年には船渠掘削を75千立坪行った。また、発破穿孔機16台、土運船(50坪積鋼製底開式×2艘、25坪積鋼製側開式×2艘)を導入、砕石設備はAustin製ジャイレトリ・クラッシャ、シートパイル打設にマキナンテリ No.7 スチームハンマ×2、Austinキューブ型 #56S ミキサ×2台を導入した。

#### 大井ダム工事：大正11～13年

初の堤高50m級の大井ダム工事に着手、堤長276m、激流木曾川で半川締切工法を本邦初採用。ショベル、ミキサ、ガソリン機関車、固定型6tケーブルクレーンの他、初のジョークラッシャによる骨材生産を行う。

#### 帝都復興事業：大正12年9月～

関東大震災により首都壊滅、直ちに帝都復興院を設置し帝都復興を図る。「旧態ヲ回復スルニトドラズ、

進ンデ将来ノ発展ヲ図リ、以テ港ノ面目ヲ新ニセサルヘカラス」と積極的な都市改造を図る。帝都復興事業は、昭和5年までの継続事業として土地区画整理のほか、街路・運河・公園等を整備、これらの工事に大々的に最新の建設機械(写真9～11)を導入した。

自動車の急速な普及と軍事的有用性が第一次大戦において確認され、道路法が公布された。また、関東大震災では都内の貧弱な道路網が甚大なる被害の原因となり、震災復興でも不通になった鉄道に代わり自動車が大活躍したことで、道路整備の重要性が認識される。

#### 嘉南大洲・烏山頭ダム工事：大正13年～

大正9年から着工していた東洋一の灌漑工事となる台湾の嘉南大洲・烏山頭ダム工事(堤長1,273m、堤高56m、堤体積297万m<sup>3</sup>、技師：八田與一)に、本格的機械化土工を大正13年から導入、盛立にはセミハイドロリックフィル(半水成式)工法を採用する。

投入機械は、クローラ式スチームショベル(Bucyrus大型ショベル5台、Marion小型2台、ドラグライン2台)、独ヘンセル社製56t機関車12台、13.5t・10t国産機関車、16yd<sup>3</sup>エアダンプカー(トロ)100台、60ポンド軌条21マイル、スプレッド1台、ジャイアントポンプ(450馬力2台、

写真9 クラムとトラック



写真10 牽引トラクタ



写真11 バケットローダ





420馬力2台、200馬力1台)、コンクリートミキサ4台等を輸入している。

### 山口貯水池（狭山湖）工事：昭和2～9年

当時、内地で最大級のアースダム（150万 $m^3$ 、堤長691m）。昭和4年4月に堤体掘削に着手、堤体盛立は5年3月に開始し、2千人が昼夜3交代で2年4ヶ月かけて盛立を完了した（720立方坪/日）。また、初めて盛土材の物理的・力学的試験による管理が行われ、蒸気ローラ（英製10t×2、米製8t×2、補助英製6t×1）により締固めた。資材運搬に軽便鉄道線を敷設、運土も鍋トロ使用し、盛体内の線路は18ポンド軌条、250間×15線を敷設。最新の内燃機関建設機械を輸入。ディーゼルショベルは1.5 $yd^3$ ×3台（新規購入）、3/4 $yd^3$ ×1台（鉄道省より借入）、スチームショベルは3/4 $yd^3$ ×2台（東電より購入）、5/8 $yd^3$ ×1台（東京市土木局より譲受）、計 Bucyrus 製ショベル7台。ガソリン機関車×15台、2合積ダンプカー（トロ）×300台、アリスチャルマ製ゲーツ式クラッシャ（能力20t）を投入。

満州や朝鮮では機械化の取組みが旺盛で、特に世界屈指の規模を誇る撫順炭鉱では早くから機械化に取り組み、採掘機械設備は世界最先端となっていく。

神戸製鋼は、撫順炭鉱に大正13年に輸入された Bucyrus 社の電気ショベル 103C に刺激を受けて、電気ショベルの研究に着手し、昭和5年に Bucyrus 50B をモデルとして、50K 型 1.5 $m^3$  電気ショベル（写真16）を初国産して撫順炭鉱に納入した。そして、昭和7年に 3 $m^3$ （175t）電気ショベル 120K 型を開発し、9年には 4 $m^3$ （300t）電気ショベル 200K 型を開発して撫順炭鉱に納入後、昭和18年までに 200K を満州向けに7台出荷した。更に、撫順炭鉱に18年までで、50K、120K、200K 型を16台納車し、満州各地に合計46台を出荷している。

トラクタは、昭和6年10月になって小松製作所が

農業用ガソリントラクタ G25（2t）を開発、18年までに238台を製造している。ディーゼルトラクタは、昭和13年に国産初の D35（4.2t）を試作、15～17年間に47台を製造した。

### 2-2-3 昭和7年頃～

昭和初期、大恐慌による失業匡救事業として公共事業が活発化し、建設技術が大いに発達する。しかし、雇用確保のため機械化は中断してしまう。そして、昭和6・7年頃からの戦時体制で、時局匡救事業も9年までで打切られ、公共事業は不急不要事業として凋落期に、建設機械化は中断というより後退してしまう。

この時期米国では日本と逆に、ニューデール政策等の不況対策から機械化施工が飛躍的に発展し、ブルドーザやスクレーパ、モータグレーダ等の革命的土工機械が出現する。

そこで、満州国道局では米国式機械化施工に取り組み、ブルドーザ、モータグレーダ、エレベーチンググレーダ、セルフローディングスクレーパ等を輸入する。しかし、これらの機械は国内では知られず、米国との差は20・30年位になってしまった。

### 2-2-4 太平洋戦争期

太平洋戦争が始まり、南太平洋の飛行場設営競争で、昭和17年に初めてブルドーザ、スクレーパ等の革新的土工機械に出くわし、これらを装備した米海軍設営隊の機動力に圧倒される。急遽、軍主導でブルドーザ等の研究を始め、建設機械の模倣による緊急開発を図ったが、見かけは兎も角、その性能差を克服できなかった。それでも、飛行場設営隊の緊急増設と機械化を図り、18年後半から前線へ続々と派遣するが、その装備の多くは米潜水艦の跳梁により海没し、戦力化を果たせなかった。

昭和17年5月 海軍が占領したウェーキ島で、戦利品のブルドーザ、キャリオールスクレーパ、パワー



写真 18 一型均土車 G40

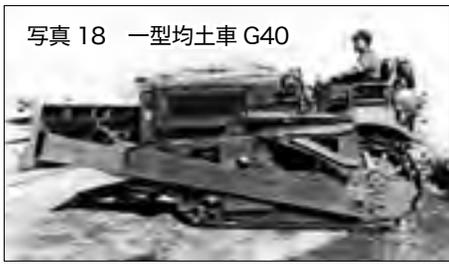


写真 19 信濃川発電所池内掘削



写真 20 信濃川発電所コア締め



ショベル、モータグレーダ等をわが軍の飛行場設営隊が初めて目にするも用途が判らず放置。捕虜の申し出により操縦させると数日で造成を完了、その性能に驚愕して海軍施設本部に報告、直ちに調査技師が急派され、一部を日本に持ち帰る。

昭和 17 年 9 月 ガタルカナル、ニューギニアでの米海軍設営隊：Construction Battalions (C.B's → Sea Bees：海蜂隊) の機械化施工による航空基地建設能力に陸軍が驚き、急遽、彼我の懸隔<sup>けんかく</sup>を埋めるべく大日本航空技術協会に「第 14 部会第 3 分科会」を設置、重工機械の研究に着手する。

昭和 18 年 1 月 本邦初のブルドーザとなる海軍発注の一型均土機 (5.5t) を開発、G40 (トラクタ) に油圧ブレードを装着、終戦までに 148 台を生産した。

昭和 18 年 2 月 海軍 103 設営隊が鹵獲<sup>ろくわく</sup>建設機械による機械化施工で、ワケデ島飛行場を設営。

この時代、英語は敵性語として排除の時代で、建設機械名も変な訳語が使われるが、例によって海軍・陸軍不統一で、別々の名称がつけられた。ブルドーザを陸軍が排土車、均土車、海軍が押均機、キャリオールスクレーパは陸軍が削土機、海軍は鋤取車、パワーショベルを陸海軍がそれぞれ、作壕機、掬揚掘削機と称する具合であった。双方の連絡会議で、技術将校同士が英語名を使わなければ話が通じなかったという笑い話がある。

## 2-3. 戦後

### 2-3-1 戦後 (昭和 20 年代)

軽便軌条による機関車とトロによる戦前の土工スタイルは、戦後からブルドーザ、スクレーパ工法等に革命的に変わることとなった。まず、米軍の払下げ機械でこれらの機械化施工を始め、建設省直営工事等で国産機械を育成した。

戦後最初の機械化は農林省が食糧増産のため緊急開拓 155 万町歩の機械化開墾 (5 年計画) に乗り出し、トラクタ 6,000 台の調達を予定した。払下げの D6、D7、TD14、HD18 のほか、特殊物件 (旧陸海軍の手持ち) のトラクタを活用し、小松、三菱重工他が国産化に乗出すが、22 年のブラウン旋風で頓挫する。

昭和 22 年に米軍が D7 等の払下げを開始し、小松

は戦中試作のトロ車を原型とするブルドーザ D50 を完成する。またこの年、ブルドーザ工事 (株) が大阪で生まれた。昭和 23 年には建設省が発足し、建設機械整備費が認められ、24 年に各地方建設局に機械整備事務所 (モータプール：仙台、東京、名古屋、大阪、広島、松山、久留米) を設置した。24 年に発足した国鉄も同年に東京操機工事事務所設立し、総裁直属として全国の施工機械を集中し、機械化施工部隊を統括的に機動運用した。また、24 年頃からの 10 年間に発電・洪水調整・農業用等のダム建設が活発化した。

昭和 25 年には (社) 日本建設機械化協会が設立され、建設省にも建設機械課が発足し、建設機械化 3 ヶ年計画が立てられる。一方、朝鮮戦争の勃発により米軍の建機払下げは中断する。

26 年には 9 電力会社が発足し、戦時中断していた丸山ダム工事を間組が機械化施工で再開し、ダム機械化施工の先鞭を付けた。また同年には、日本国土開発 (株) が建機賃貸から出発している。後に機械土工大手専門工事業者となる企業の多く (山崎組、壺山組、富島組、丸磯組等) もこの頃前後に発足している。

27～29 年には国鉄 (東京操機) が信濃川発電所 (山本調整池) を機械施工で築造する。写真 20 のタンピングローラを牽引している車両は、旧陸軍 98 式 6t 牽引車 (ロケ車) を活用している、敷きならしブルは D7 である。

そして、28 年の朝鮮戦争終了に伴って、米軍横浜技術廠が D7 等のブルドーザ約 3,000 台を放出した。昭和 28～31 年には、米アトキンソン社の指導で佐久間ダムの機械化施工が行われた。

### 2-3-2 昭和 30 年代

昭和 30 年代は、大手ゼネコンが建設機械部門を拡充し、機械保有が発注者からゼネコンに移る。

昭和 32～35 年に、初の大規模ロックフィルダムである御母衣ダム工事が行われ、昭和 33 年には名神高速道路が起工し、道路公団が輸入機械を施工会社に貸与した。昭和 33～38 年に黒四ダム工事が行われ、昭和 35 年の池田内閣発足で所得倍增計画を推進し、

写真 21  
常陸那珂港北埠頭埋立工事の BWE



写真 22 180t バックホウと 90t ダンプ群



その後の高度成長期へつなげる。

一方、昭和 36 年に新三菱重工が仏シカム社の技術提携により初めて油

圧ショベル (Y35) を国産化し、昭和 37 年には日本車輛が独 Menck 社からの技術導入でスクレップドーザ SR62 を国産化した。昭和 38 年には新キャタピラー三菱が設立された。

この頃からトラクタロードが増加し、積込機がケーブル式ショベルからロードに替わり始める。

### 2-3-3 昭和 40 年代

昭和 40 年代に入ると機械保有のゼネコンから専門工事業者へのシフトが顕著となってきた。

昭和 40 年に東名高速道路が起工、油圧ショベルと湿地ブルドーザの増加が目立ってくる。

46 年には(社)日本機械土工協会が発足した。昭和 47 年になると田中内閣が発足し、列島改造ブームとなる。昭和 47～50 年に世界初の海上空港となる長崎空港工事を発破急速施工。昭和 49～55 年の新秋田空港工事では、超高盛土にゾーン型盛土を初採用した。

### 2-3-4 昭和 50～64 年

昭和 51 年に油圧ショベルが生産額でブルドーザを抜き、50 年代にブルドーザは激減する。トラックロードも 50 年代前半に激減し、ホイールロードと油圧ショベルが取って代わる。

また、昭和 52 年に三菱重工がユンボ社 (旧シカム社) と提携解消。以降、油圧ショベルメーカー各社が技術提携を解消し、国産技術により輸出強化に乗り出す。そして、昭和 55 年頃からマイクロプロセッサ搭載によるメカトロニクス化が進行する。

昭和 50 年代後半にトラックロードが油圧駆動 (HST) 化し、リアエンジンによってバランスを改善したが、需要復活には至らなかった。

昭和 56 年に寒河江ダム工事に 77t ダンプをダム工事で初採用。そして、昭和末期には鳥形山石灰鉱山で無人ダンプ (コーナキューブ補正) を実現した。

### 2-3-5 平成期

平成元年～4 年には、世紀の大工事といわれた関西新空港工事向け土砂搬出 (加太・阪南) 工事が始まり、135t ダンプが初採用された。また、平成 6 年から雲仙普賢岳の災害復旧工事で無人化施工 (群遠隔操作)

が始まった。

連続運搬システムでは、平成 8～11 年に常陸那珂港北埠頭埋立工事で、3,200m<sup>3</sup>/h 級と 2,000m<sup>3</sup>/h 級各 2 台の BWE (写真 21) とシフトブルコンベア等による施工が行われた。平成 10 年には、第二東名工事で厚層締固めが始まり、GPS による締固め管理、ダム用大型機械の投入による合理化施工が道路工事で進められた。そして、平成 12 年には情報化施工の実証試験工事が小山市の R4 バイパス改良工事で実施され、ダム工事、空港工事等の大規模土工に展開されて、近年は小規模土工への普及が図られている。

写真 22 は、最近の大規模土砂採取工事における 10m<sup>3</sup> 級 (180t 級) バックホウと 90t ダンプトラックの稼働状況である。

## 2-4. おわりに

わが国における機械化土工の段階は、明治の治水工事への導入期、大正 10 年から昭和初期の第一次隆盛期、その後の不況と戦時体制下の抑制による凋落期、そして戦時中の緊急開発があった。戦後になって機械化施工が建設業界全般に展開され、官から民へ、ゼネコンから専門工事業者へとその担い手は変遷してきた。これらの機械化土工の歩みを社会情勢の変化の中、画期となる大規模土工や建設機械の輸入・国産化時期、機械の変遷等を織り交ぜて記した。温故知新、読者諸兄のなにかの参考になれば幸いである。次回からは、実用的な土工機械の計画と施工法を紹介する。

#### 参考文献・資料

- 1) 岡本：機械土工のあゆみと近況、建設の施工企画、'05.9
- 2) 建設機械化の 10 年、'59.5、建機協
- 3) 淀川百年史、'74、近畿地建
- 4) 信濃川大河津分水誌、'68、長岡工事事務所
- 5) 村山・山口貯水池建設工事写真集、'95.10、武蔵村山教育委員会
- 6) 日 vs 米 陸海軍基地、'00.10、学習研究社
- 7) 佐用泰司：海軍設営隊の太平洋戦争 '96.4、光人社
- 8) 久保村・楠見・五十嵐：ブルドーザ物語、'08.3、日本鉄道施設協会
- 9) 土木学会デジタルアーカイブ：学会誌、土木写真
- 10) 工事絵葉書 (大河津分水、鳥山頭ダム、撫順炭鉱)
- 11) 土工教室 / 土工機械史、<http://www.yamazaki.co.jp>