

写真でたどる建設機械 200 年

大 川 聰

日本建設機械化協会から国内初となる建設機械の歴史を綴った『写真でたどる建設機械 200 年』を出版した。本書では 1803 年の英国蒸気浚渫船から始まり現在に至るまでの建設機械の歴史を 350 枚の写真を使って解説し、さらにハイブリッド建設機械に繋がる最近の動向も検討している。本稿では本書から抜粋して蒸気式建設機械の誕生、蒸気トラクタ発達、内燃機関や電気モーターへの動力の転換、クローラ発達など各時代における建設機械の進歩を時代背景も交えて紹介する。

キーワード：建設機械、歴史、エンジン、クローラ、トラクタ、ショベル、ダンプトラック

1. はじめに

建設機械メーカーはこの数年の市場の活況で世間の注目を集めているが、建設機械そのものを紹介する図書は少ない。このため、一般の人は勿論、他の産業界の人々にも建設機械について十分な理解が得られていないのが現状である。

筆者は 20 年前から国内外の博物館を見て回り、国内外の文献や図書などにより今まで明らかでなかった建設機械の歴史を調べてきた。この調査結果を基に、今回『写真でたどる建設機械 200 年』として本建設機械化協会／三樹書房から出版する運びになった。本書をまとめるに際して一般の人にも興味を持って理解して頂ける平易な解説を目指した。

本稿では、200 年の建設機械の歴史の概要を本書から抜粋して紹介する。

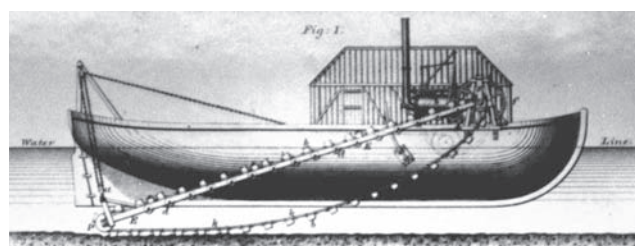
2. 建設機械の発達の流れ

人類最初の動力である蒸気機関が発明される以前もギリシャ時代から人力や馬力による建設器械が実用されていた。その後、蒸気機関、ガソリンエンジン、電気モーター、ディーゼルエンジンそして今後のハイブリッドシステムと動力が変遷している。もう一つの重要な要素である足回りは、船上、線路、鉄輪、クローラ、タイヤと発達してきている。作業機はワイヤー式から油圧式に変遷している。これが、現在までの歴史のマクロ的な流れである。一方、これらの進歩を阻害する出来事として、英国の赤旗法、戦前の日本の建設

機械化の禁止策あるいは第 2 次世界大戦などがあったことが時代を振り返ると判る。

3. 蒸気建設機械の出現（1801-1850 年）

英国の R. トレビシックはコンパクトな高圧蒸気機関を開発し、蒸気自動車や蒸気機関車を発明した。1803 年には世界初の建設機械となる蒸気浚渫船（図一 1）も発明しており、ロンドン港で実用されている。当時は海運が交通の要であるため港の浚渫は重要な建設機械の用途であった。



図一 1 R. トレビシックの蒸気浚渫船（ロンドンサイエンスミュージアムにて撮影）

1839 年には米 W.G. オーティスが蒸気ショベル（図一 2）を発明し実用化している。このショベルは線路上を蒸気機関で走行し、アウトリガーで車体を固定した後、掘削作業とショベル部の旋回もできる先進的な設計であった。この蒸気ショベルは当時急速に伸びていた欧米の鉄道建設に多く使われている。1841 年～1849 年にかけては英国と米国で移動式（ポータブル）蒸気機関が開発されている。

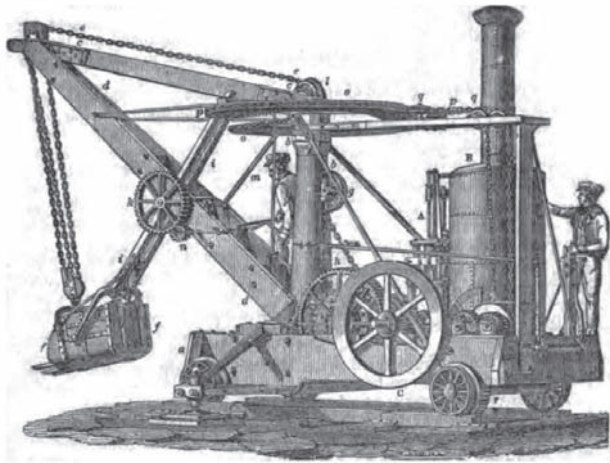


図-2 W.G. オーティスの蒸気ショベル (Railway Journal and Mechanics' Magazine, 1,16 (1843) p265 より転載)

4. 蒸気トラクタ発達とスエズ運河工事 (1851-1880年)

1858年に英国クレイトン・シャトル社により自走式のポータブル蒸気機関（すなわち蒸気トラクタ）が発明され急速に普及している。しかし、蒸気トラクタは軟弱地で車輪が埋まる問題が当初からあったため、英国のB. ボイデルは低接地圧のシュー付き車輪を発明し、1856年に蒸気トラクタ（写真-1）として実用化している。1867年には英国で蒸気ロードローラが実用化されている。また、同年英R.W. トンプソンはソリッドゴムタイヤを付けた蒸気トラクタを発明し、米国でもライセンス生産している。このタイヤにより走行音低減と牽引力アップができたと言われている。しかし、1865年に英国では悪名高い「赤旗法」が制定され、その後30年間も英国の蒸気トラクタの進歩は停滞することになった。

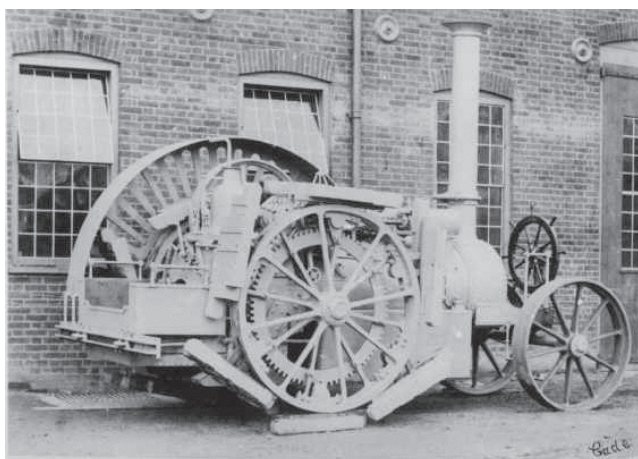


写真-1 英B. ボイデルのシュー付き車輪蒸気トラクタ (Brian Hutchings氏所蔵写真)

1859年からのスエズ運河工事では仏A. クーブレが発明したラダーエキスカベータが投入され成功を収め、その後100年間世界中で使用されることになる。

5. 100年前の世紀末 (1881-1900年)

この時代に内熱機関、電気モーターなどの建設機械への応用も始まっている。坑内用電気機関車がハンガリーで実用化され、英国では内燃機関トラクタがホーンズビー社によって実用化されている。

蒸気ショベルはさらに改良が進み、1884年には英国で全旋回式蒸気ショベルが開発され、ドイツでバケットホイール掘削機(BWE)が発明されている。米国では蒸気ショベルの大型化(バケット容量 1.3m^3 以上)が進み、運河工事や鉱山開発に普及するようになった。

6. クローラの発達史 (1770-1910年)

1770年に英国R.L. エッジワースによりいくつかのクローラ特許が考案されている。前述のボイデルのシュー付き車輪もこの特許のクローラ的一种になる。

1901年に米A.O. ロンバードが初の実用クローラ式雪上トラクタ(写真-2)を実用化して、木材運搬用に量産されている。米ホルツ社(後のキャタピラー社)も1904年に蒸気式クローラトラクタを開発し、これがその後のキャタピラー社の礎になったことは有名である。一方、英ホーンズビー社も同時期に独自のクローラ式トラクタを開発している。

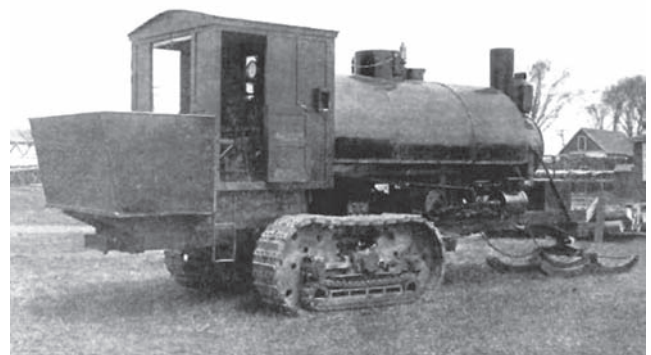


写真-2 米A.O. ロンバードのクローラ式蒸気雪上トラクタ (米Maine大学H. Crosby教授所蔵写真)

7. 多様なエンジンの実用化とパナマ運河工事 (1901年-1910年)

20世紀始めは、ガソリンエンジン、蒸気機関やバッテリーが自動車動力となっており、フェルナンド・ポルシェによりガソリンエンジンとバッテリーのハイブリッドカーも発明されている。その後、ハイブリッドシステムは軍用車として第2次大戦中まで使用されたが、建設機械には適用されなかった。

建設機械ではドイツで電気ショベルが実用されている。1904年からはパナマ運河工事が米国主導で始まり、米ビサイラス、米マリオン両社の100余台の大型蒸気ショベルなどが活躍することになる。

8. 第1次大戦前後 (1911-1920年)

1914年の第1次世界大戦では、米ホルツ社のクローラトラクタが連合軍に1万台以上も納入されている。その後、米国ではダム建設と道路建設が大規模になり、石炭露天掘りも始まっている。このため、トラクタの生産は大幅に増えたが、逆に1910年代に186社もあった米トラクタメーカは、10年後に10社に淘汰されている。

米大型蒸気または電動ショベルは500トン級まで大型化が進んだ。1913年には米O.J. マチソンがウォーキングドラグラインの足回りを発明している(写真-3)。また、米マックトラック社が油圧式のダンプトラックを開発している。



写真-3 1930年代ビサイラス社ウォーキングドラグライン (Coal City Home = Page: <http://coalcity.lib.il.us/coalmining/> より転載)

9. 建機の多様化と恐慌 (1921-1930年)

米国ではホルツ社が競合のベスト社と合併してキャ

タピラー社となり、近代的な黄色塗装のクローラトラクタを発売した。これが現在まで建設機械の標準色のようになった。小松製作所は最初のG25クローラトラクタを開発している。

ショベルに関しては、米ハーニシュフェガー(P & H)社が既にこの時代に様々なアタッチメントを付けたガソリン式クローラショベル(写真-4)を販売している。米国では1,500トンを越える露天掘り向け蒸気ショベルや蒸気ドラグラインが製造されているが、日本でも神戸製鋼所が国産初の電気ショベル50-Kが開発されるようになった。



写真-4 P&H社300シリーズ・パワーショベルの9種類のアタッチメント (P&H Mining Equipment社提供写真)

英国では農機トラクタを改造したホイールローダをJCB社が発明している。日本では三菱重工が蒸気ロードローラを開発したが、関東大震災のため長期不況に陥り、失業対策のために土木工事機械化を禁止している。このため第2次大戦まで人力工事が中心になってしまった。1929年には世界大恐慌が始まっている。

10. ディーゼルエンジン実用化(1931-1940年)

世界恐慌に苦しんでいたキャタピラー社は建設機械用ディーゼルエンジンの開発に成功した。このディーゼルエンジンに載せ換えたトラクタは燃費が同じガソリントラクタの半分になり、不況下のキャタピラー社が立ち直るきっかけとなった。

1930年代にはブレード付きのブルドーザも普及した。独メンク社はスクレープドーザを発明して、米ハフ社は油圧式ホイールローダを発明している。米マックトラック社とユークリッド社は世界初のオフロード専用ダンプトラックを開発しフーバダム建設に投入している。米R.G. ルターナが近代的なモータースクレーパを発明している。英エーベリング・バーフォード社も前後進容易なシャトルダンパー(ダンプトラックの一種)を発明し一時世界中に普及した。

11. 第2次世界大戦前後（1941-1950年）

米国では1941年以降、建機メーカーは戦車・爆撃機の部品製造を命じられて、キャタピラー社では軍用としてD7ブルドーザだけを重点的に製造させられていた。

日本では建設機械メーカー以外の鐘淵ディゼル工業やトヨタ自動車などもブルドーザを生産したが、十分な台数は量産されることなく終戦となった。

終戦後は、戦争被害が直接無かった米国を除いて全ての建設機械メーカーは生産再開がやっとの状態であった。しかし、米国ではダムと道路建設により、敗戦国側は農業生産と復旧工事のため建設機械の需要は大きくなっていった。敗戦後まもないイタリアではブルネリ社によって世界初の油圧ショベルが開発されている。

12. 建設機械革新の時代（1951-1960年）

1956年に米GMユークリッド社は、エンジン、ラジエータと世界初のパワーシフトトランスミッションをそれぞれ2基ずつ備えた革新的な大型ブルドーザTC12（388馬力）を発売した。キャタピラー社はこれに対抗する286馬力のD9を投入し長期にわたり世界のベストセラー機種となった。一方、米アリスチャルマー社も204psのHD21ブルドーザを開発している。米インターナショナルハーベスタ社はドーザショベルを開発している。日本では日特金属工業が湿地用三角シューを発明し、1958年にブルドーザ用に実用化している。

1953年にはドイツとフランスで油圧ショベルの開発ラッシュが起こっている。



写真—5 1962年米ミキサーモービル社技術導入の川崎重工KLD5ホイールローダ（川崎重工提供写真）

米ミキサーモービル社はアーティキュレート式ステアリングを発明しホイールローダの作業性能を大きく改善した（写真—5）。1955年には米インターナショナルハーベスタ社がバケット・リンク機構の基本となるZバーリンクを発明し、米メルロー社はスキッドステアローダを発明した。

ダンプトラックでは、米ルターナウェスティングハウス社が hidroニューマチック・サスペンションとV型ベッセルを持つ先進的なダンプトラックを開発している（写真—6）。これが現在のオフロードダンプトラックの原形となった。日本では小松製作所と日野自動車が10-15トン積みオフロードダンプトラックを製造していた。



写真—6 1957年ルターナウェスティングハウス社LW32ダンプトラック（コマツアメリカ・ベオリア工場にて撮影）

13. 日本の建設機械の進化（1961-1970年）

イギリスではJCBにより世界発の油圧駆動ドーザショベルが開発されている。日本では1963年にキャタピラー社と新三菱重工がキャタピラー三菱を設立し、小松製作所はこれに対抗するために有名なマルA対策（QCによる品質改善活動）よりブルドーザを徹底的に改良して、世界的な品質レベルになったと言われる。

1968年には日本の政府海洋開発プロジェクトにより、日本国土開発とコマツが水陸両用ブルドーザ、日立製作所が水陸両用油圧ショベルを開発し世界を驚かすことになった。

日本の建機メーカー8社は米独仏から一斉に油圧ショベル技術の導入を図り、国産開発派3社を含めた厳しい開発競争を起こしている。

オフロードダンプトラックについては、スウェーデンのボルボ社が世界初のアーティキュレートダンプ

DR631 を開発している。

14. 建設機械の変遷とガスタービンエンジン (1971-1990 年)

1970 年に小松製作所は大型ブルドーザ D355A を米国市場に投入し、シベリア向けにはパイプレイヤーを輸出している。一方で 1977 年にキャタピラー社がハイドライブの D10L ブルドーザを発表し世界に大きな衝撃を与えている。

油圧ショベルについては、1972 年にコマツは耐久性の高いブルドーザ用クローラを油圧ショベルに採用して一挙にシェアを回復している。このような油圧ショベルの進歩と普及により、1970 年後半には国内ブルドーザ比率は半減し 25% に落ち込んでいる。1980 年代には韓国メーカが安価な油圧ショベルで世界の市場に参入した。米国では露天掘りの乱開発を防ぐ「表土埋戻し法」が制定され、多くの巨大ショベルが廃却されることになった。

1950 年代から 1970 年代前半にかけて日米の建設機械メーカがガスタービン搭載を試み、米 GM ユークリッド社は 210 トン積みガスタービン・ダンプトラックを 1 台鉾山に納入している。しかし、二度に亘る石油ショックで燃費の悪いガスタービンの開発は止めを刺されることになった。

米ワブコ社はエレベーター式モータースクレーパを開発し大きなシェアを持った。しかし、1986 年にモータースクレーパが市場崩壊して、多くの建設機械メーカがモータースクレーパから手を引くことになった。

15. 将来の建設機械

本書では最近の様々な建設機械の方向性も紹介したが、ここでは大型化について示す。図-3 は 1900 年から現在までの超大型車の総重量の変遷をまとめた図である。陸上で動く建設機械の大型化の上限は 15,000 トン位であり、油圧ショベルやダンプトラックについては現在の技術では 1,000 トンを越えるのは難しいなどと推定できる。

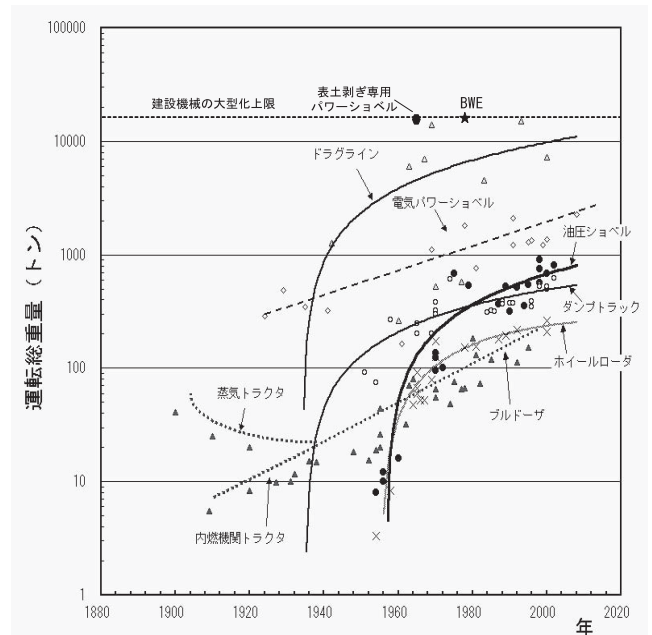


図-3 超大型建設機械の総重量変遷 (筆者)

16. あとがき

『写真でたどる建設機械 200 年』は写真と図表で建設機械の歴史と動向をまとめた本であり、本邦初公開の写真もある。これらの写真を見て歴史を身近に感じて頂ければ幸いである。また、1800 年代からの欧米建機メーカを中心とした会社の歴史年表も添付したので業務の参考に利用して頂きたい。

本書のご推薦の言葉にあるように、建設機械の将来の指針の参考になり、若い世代に建設機械への興味を持って頂くきっかけになれば幸いです。

JICMA

[筆者紹介]

大川 聡 (おおかわ さとし)
 コマツ開発本部材料技術センタ
 シニアテクニカルアドバイザー

