

# 建設機械の歴史

## エポックメイキングな新機種・新技術の登場

建設機械は建設用の道具・器具が進化したもので、その起源は古代まで遡るが、機械らしくなるのは16世紀頃からで、18世紀の蒸気機関の発明による動力革命から建設機械の近代化が始まった。その建設機械の近代化の発展過程においてエポック（画期）となった新機種・新技術について機種別に紹介する。

キーワード：建設機械史, 土木史, 土工機械, 技術革新

### 1. はじめに

建設機械は、建設用の道具・器具が進化したもので、農耕や鉱山用の器具・機械の発展とも密接な関係を保ってきた。その萌芽はBC. 3500年頃にメソポタミアで始まった大規模灌漑工事頃まで遡ると思われる。しかし、機械らしくなるのは16世紀頃からで、浚渫用の機械が考案され、大掛りな装置に発展して行くが、動力はまだ人力や馬力に頼っていた。

最初の機械動力となる蒸気機関は、17世紀末に鉱山用の揚水ポンプ(図-1)として生まれた。(この発明の背景は、燃料革命によって石炭需要が増大し、炭鉱の排水問題が顕在化したためである。)更に、熱効率の改善とピストン運動から円運動への転換に成功したワットの蒸気機関(1781年:写-1)の発明で、あらゆる機械に利用される動力革命が始まった。その後、18世紀末に浚渫機械の動力として蒸気機関が利用され、19世紀に入り小型高圧力の蒸気機関が開発されると、陸上建設機械へ応用され、蒸気クレーン、蒸気掘削機等が活躍する。

そして、内燃機関の発明により建設機械は更なる躍進を遂げ、低圧タイヤ、トルクコンバータ、油圧機器等の要素技術の発明とともに目覚ましい発展をしてきた。そして1980年代に入るとエレクトロニクス技術を融合したメカトロ化が進行し、自動化・情報化を推進する新しい技術革新が始まっている。

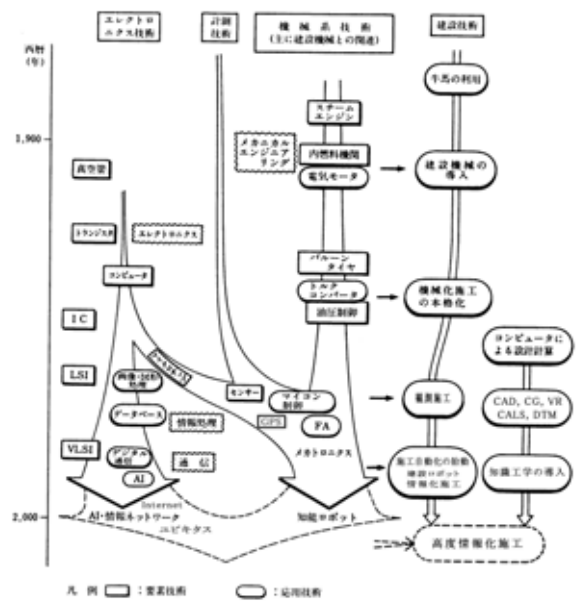


図-2 建設機械の発展過程

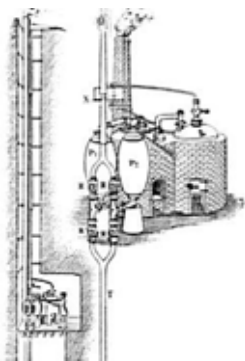
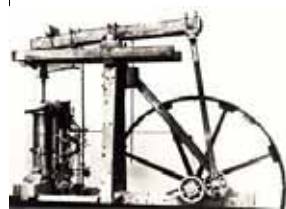


図-1 セーガリの揚水ポンプ



写-1 Wattの蒸気機関

### 2. 主要機種の歴史

建設機械の歴史として、主要機械の新機種・新技術のエポックメイキングな発明・開発の発展過程を機種別に辿ってみる。

#### 2.1 バケットラダーエクスカベータ

バケットラダー式掘削機は、バケットチェーン式とも称し、1734年に馬力を利用した浚渫用(図-3)がアムステルダムで出現した。蒸気駆動とし

たのは、蒸気機関の小型化に成功したトレビシックで、1807年に製作してテムズ川を浚渫している(図-4)。しかし、蒸気バケットラダー浚渫船が普及するのは1860年代に入ってからである。

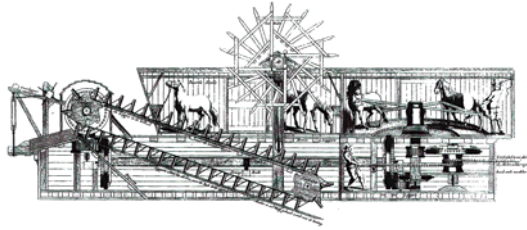


図-3 馬力バケットラダー浚渫船

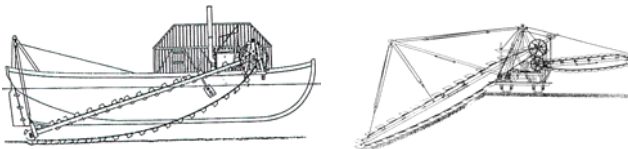


図-4 蒸気バケットラダー 図-5 ラダーエキスカベータ

一方、陸上では1827年にラダーエキスカベータの特許をP. Valcourt(仏)が取り、実用化は1860年になってAlphonse Couvreur(仏)が図っている(図-5)。また、1885年にはパナマ運河で、ラダーエキスカベータの競技会が開かれている。

わが国には、明治3年にバケットラダー式浚渫船が輸入され、安治川の浚渫に利用された。ラダーエキスカベータは明治30年からの淀川改修工事に導入し、軌道トロッコと組合せて河川土工の定番機械として昭和30年代まで活躍することになる。

## 2.2 ショベル系掘削機

1500年頃、水路工事に従事したレオナルド・ダ・ヴィンチが運河掘削機等を考案している。1578年にJ. Bessonの浚渫装置が考案され、1591年にはV. F. Veranzio設計のフローティング・クラムシェル掘削機(図-6)の記録がある。

最初の蒸気ショベル(写-2)は、1838年にオテイスによって開発された。

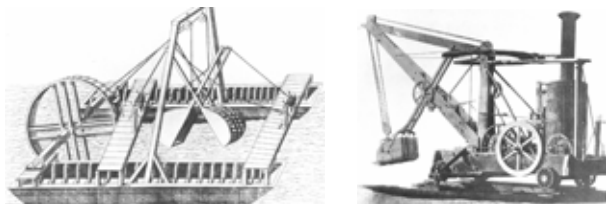
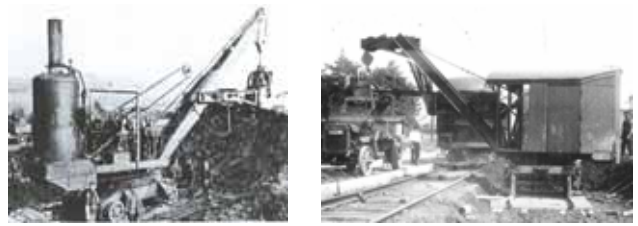


図-6 1591年のクラムシェル 写-2 最初の蒸気ショベル

蒸気クラムシェルは、1896年に2本チェーン式のものでW. D. Priestmanによって造られる。

初の全回転ショベル(写-3)は、1884年にWhitaker(英)が開発し、マンチェスタ運河工事に投入した。米国でも1886年にOsgoodが全回転式ショベルを造っている。



写-3 初の全回転ショベル 写-4 O. C. Thewのショベル

写-4は、近代ショベルの原型となる1895年のO. C. Thewの全回転式ショベルである。

初の蒸気バックホウ(写-5)は、1896年にVulcan Steam Shovel社が開発するも、実用化には更なる改良の必要性があった。クラムシェルは、1896年にPriestmanのものを改良した2ドラムのクラムシェル(図-7)の特許をMenk & Hambrock'sが取得している。



写-5 Vulcanのバックホウ 図-7 クラムシェル

初の電気ショベルは、1903年にThew Lorain Shovel社が開発し、ドラグライン(写-6)は1904年にページが開発している。1912年に初のクローラ式パワーショベルが生まれ、1913年には歩行式ドラグラインが考案され、ガソリンエンジンは1914年にP&H社によって搭載された。



写-6 Pageのドラグライン 写-7 初の油圧ショベル

油圧ショベルは、1948年にCarlo & Mario Bruneri(伊)が初めて開発(写-7)し、遅れて1951年にポクレンが牽引式の油圧ショベル(写-8)を、デマーグも1954年に全油圧ショベルB-504(写-9)を開発した。



写-8 Poclinの油圧ショベル



写-9 Demag B-50

わが国には、1961年に新三菱重工が仏シカム社（後のユンボ社）から技術導入して初の国産化を行った。このため、商標のユンボが油圧バックホウの代名詞となる。因みにユンボは子象の愛称で、ジャンボ（大象）の子供（ユンボ）を意味する。

大型化では、1970年にポクレンが鉱山用大型油圧ショベルEC1000（5m<sup>3</sup>バケット、140t、780hp：写-10）を開発し、鉱山用積込ショベルの油圧化に先鞭をつけた。1986年には初の500Ton超（Demag H485）の油圧フロントショベルが生まれ、今日では800トン級（写-11）が造られている。



写-10 Poclairn EC1000



写-11 日立 EX8000

### 2.3 トラクタ

トラクタの歴史は、1859年に農業用移動式蒸気機関に T.Avelingが減速機を付け、チェーン駆動で自走式に改良し、62～63年にClayton & Shuttle-worth商會が製品化（写-12）を図った。



写-12 Avelingのトラクタ



写-13 Minnisのクローラ

クローラ式トラクタ（Tracked Vehicles）については、1777年のR.L.エッジワースから19世紀末迄に100以上の特許が出されているが、実機（写-13）は1869年にG.Minnis によって初めて造られた。実用機はL.L.Haulerが1900～15年間に200台以上生産している。

1904年には、Holt社（Caterpillar社の前身）がround-wheel Holt Engine No.77（写-14）の車輪をクローラに転換してキャタピラー（商標）が生まれた。同じ1904年に補助前輪なしで操向できるクローラ車（Full Track-Laying Vehicle：写-15）をロバーツ（英）が開発している。

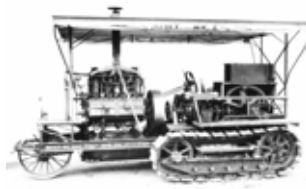


写-14 Holt No.77



写-15 Full Track-Laying

内燃機関は、1896年にホーンズビ・アクロイド社がトラクタに初搭載し、翌年にオーストラリアに3台輸出している。トラックタイプ（T.T.）トラクタの内燃機関化（写-16）は1908年にホルト社が行い、1925年にベスト社と合併してキャタピラー社（CAT社）となり、そのCAT社が1931年にディーゼルT.T.トラクタ（Diesel 60：写-17）も開発した。



写-16 Holt 40



写-17 CAT Diesel 60

1947年になるとトルコン駆動の大型トラクタ Allis-Chalmers HD-19（写-18）が開発され、ターボチャージャは1954年のCAT D9（写-19）に初装備された。



写-18 Allis-Chalmers HD-19



写-19 CAT D9

1975年になると初のHST（ハイドロスタティック）トラクタDeere JD-750（写-20）が開発され、1978年には新機軸（ハイスプロケット、コンポーネント化とボギー機構）のブルドーザCAT D10（図-8）の発表があった。



写-20 Deere JD-750



図-8 CAT D10

## 2.4 ブルドーザ

ブルドーザの語源は、ブルドーザの出現によって「Bull(雄牛)が暇になって居眠りする(doze)」からという俗説があるが、この言葉はブルドーザの出現前の1880年頃から使われていて、bull s doseを語源とするスラグで、「強引に押し進める」というような意味がある。図-9は1917年のRussellカタログ掲載のBull Dozerである。



図-9 Russel "Bull Dozer"

排土板のトラクタへの装着(写-21)は1923年にLaPlant-Choateによって為されたが、コントローラは装備していない。1928年にトラクタ用ケーブル・コントローラPCU(写-22)をルターナが開発して、以降のケーブル式のブルドーザ(1933年特許)、スクレーパ、ルータ(牽引式リッパ:1931年特許)等の開発に繋げ、CAT社を始め各社のトラクタに装着され大いに普及する。



写-21 LaPlant-Choate



写-22 LeTourneau PCU

油圧ブレードは、1920年代末にEuclid crane & Hoist社等が小型機用として生産を始めている。

ホイルドーザは、1945年にルターナが初めて「Tornadozer」T200(写-23)を開発し、1947年からC-typeを量産した。

湿地ブルドーザは、日本特殊鋼が北海道の泥炭地対策として三角シュー(写-24)を1954年に考案した。乾地シューのラグによる泥炭繊維の切断を避けるために三角シューが考案されたが、瓢箪

から駒、広く軟弱地盤への有効性が認められ世界に普及した。



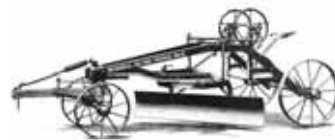
写-23 "Tornadozer" T200



写-24 日特 NTK4

## 2.5 グレーダ

近代グレーダは、1877年にChampionがグレーダの特許を取り、その出現が予告され、1885年に可変リーニング車輪を備えた牽引式グレーダをアダムスが発明している。初のモータグレーダRussell Motor Highway Patrol No.1(写-26)は、1919年に開発され、空気タイヤの装着は1928年にCAT No.10 "Auto Patrol"(写-27)によって実現した。



写-25 牽引式グレーダ



写-26 Russell Grader

アーティキュレート式モータグレーダは、1967年にDeereがJD-570を開発し、今日では標準的仕様となっている。そして2006年には、ジョイスティック操向のグレーダCAT Mシリーズ(写-28)が誕生した。



写-27 CAT No.10



写-28 CAT 24M

## 2.6 スクレーパ

最初のスクレーパは、17世紀にプラウを改良したものが出現し、木製で人・牛馬で牽引、金属補強したものもあった。1878年に車輪スクレーパ、1883年には有名なフレスノ・スクレーパ(写-29)の特許が取られている。1912年には、牽引式スクレーパの一種であるCat Land Leveller が造られている。



写-29 Fresno Scraper 写-30 1924年の自走スクレーパ

スクレーパの近代化にはルターナの貢献が大きい、1924年に初の自走式スクレーパ(5テレスコポウル、18t、1.6km/h: 写-30)を開発し、1932年に牽引式スクレーパを開発、通称”キャリオール”(写-31)。1938年には初のモータスクレーパ”ターナプル” Model A(写-32)を開発、このタイプは終戦後の日本にも入ってきて活躍している。



写-31 Carryall 写-32 Tournapull A

1947年になるとパワーシフト(Tournamatic transmission)をModel B(写-33)に装備する。

ツインエンジン・モータスクレーパ(51FDT-15SH: 写-34)は、ユークリッドによって1949年に開発され、オーバハング・ツインモータスクレーパ(TS-18)も同社が1954年に開発した。



写-33 LeTourneau Model B 写-34 Euclid 51FDT-15SH

また、エレベータリング・スクレーパ(写-35)は、1952年にハンコックが開発している。

1958年には、電気駆動ホイールモータをルターナが開発し、ディーゼル・エレクトリック駆動のL28を発表した。



写-35 エレベータリング・スクレーパ 写-36 スクレープドーザ SR53

スクレーパドーザは、1943年にDr.H.Cordesが考案し、1953年からMenck und Hambroock社が

SR53(写-36)の量産を開始した。日本にも技術導入され日本車輛が製作、メンクと通称され、軟弱地施工で大活躍する。

## 2.7 ダンプ(トラック)

大規模運土の歴史は、BC.4000年頃のマルタ島の大規模運土用軌条跡まで遡れる。要素技術としては、BC.3000年頃のシュメール人による車輪の発明、BC.2000年頃の中国でのねこ車(一輪車)の発明がある。

トラックは1896年にダイムラ(独)が1.5t積を開発しているが、オフハイウェイ(OH)トラックは1933年のEuclid 12"TracTruk"(写-37)が最初である。この時、ボトムダンプワゴン(1ZW)も同時に発表している。



写-37 Euclid 12 写-38 Haulpak LW30

近代OHトラックのデザインは、Ralph.Kressが1956年に設計したLeTourneau-Westinghouse Haulpak LW30(写-38)によって決定した。低重心、V型傾斜ベッセル、オフセットキャブ、逆傾斜ウィンドウ、エア油圧サスペンション(hydrain)等の革新的なデザインを以降の殆どのOHトラックが踏襲する。



写-39 Cat 769 写-40 Unit Rig M-85

オイルディスク・ブレーキは、1963年にOHトラックCAT 769(写-39)に初採用、初の電気駆動OHトラックUnit Rig M-85 "Lectrahaul"(写-40)は1964年に開発された。



写-41 Volvo BM DR631 写-42 Liebherr T282B

アーティキュレートダンプは、スクレーパヘッドを利用した型式が古くからあったが、ボルボが後輪伝達駆動の四輪駆動車BM DR631(写-41)を1966年に開発して、今日のアーティキュレートダンプの型式を創った。

大型化では、1972年に200Ton(米トン)超のOHトラックWABCO 3200が開発され、300Ton超は、ワブコの後継Komatsu-Dresserが1995年に930Eとして開発、現在は400Ton(写-42)の時代に入っている。

自動化技術では、昭和末期頃から新CAT三菱が無人ダンプを鳥形山鉱山に導入、1995年になるとCATがGPS無人ダンプ(777C)の走行試験(往復3.7km)をテキサスの採石場で開始し、Komatsuも豪州・南米で試験導入を開始した。

### 2.8 ロード

ロードは、クローラトラクタにワイヤ式のバケットを取付けたCAT D2/T2 Traxcavator(写-43)が1937年に開発され、近代的なトラック・ロードCAT 977, 955, 933は1955年の登場となる。

近代ホイールロードは、4輪駆動リアエンジンの油圧式ゴムタイヤ・ホイールロードのHough HM(写-44)が1947年に開発され、ロード用ZバーロードリンクージもHoughが1955年に考案している。初のアーティキュレート式ホイールロードEuclid 3UPM(写-45)は1956年に開発されている。



写-43 Traxcavator



写-44 Hough HM

ロード・バックホウは1957年に製品化(Case 320:写-46)され、欧米ではよく普及しているが、日本ではさほど人気がない。



写-45 Euclid 3UPM



写-46 Case 320

1959年に初のフロントリフトアームのホイールロードCAT 944(写-47)が登場し、1997年になるとシングル・リフトアーム(グレートアーム)

のホイールロードCAT 992Gが開発される。現在、最大のロードは40m<sup>3</sup>級のLeTourneau L2350(写-48)である。



写-47 CAT 944



写-48 LeTourneau L2350

### 3. おわりに

国内の建設機械史については、いろいろと上梓されているが、世界的な建設機械の歴史についての国内の文献は殆どない。

そこで、海外文献を参考に建設機械の世界的な発明・技術革新の歴史を紹介することにした。紙面の都合で建設機械総てを網羅できないので、主要機械に絞ってエポック(画期)となる新機種・新技術について機種別に簡単に列記した。建設機械史に興味ある方々の参考になれば幸いである。

尚、更に詳しくは知りたい方は、下記の「土工教室/建設機械の歴史」を参照されたい。

Ton : Shot ton(米トン)、 t : metric ton

<参考文献・資料>

- 1) 常田・芝崎：建設技術の高度化の現状と課題，土木技術資料第31巻2号，'89.2
- 2) L.T.C ロルト，高島平吾訳，『イクトリアン・エンジニアリング』，鹿島出版，'89.12
- 3) 岡本，機械土工のあゆみと近況，建設の施工企画，'05.9
- 4) P.A.Letoumean, Russell Graders Photo Archive, Iconografix '94.1
- 5) H-H. Cohrs, 500 Years of Earthmoving, KHL, '97.3
- 6) E.C.Orlemann, Euclid and Terex Earth-Moving Machines, MBI, '97.10
- 7) F.Pierre, The history of Road building equipment, KHL, '98.1
- 8) Keith Haddock, Giant Earthmovers, MBI, '98.6
- 9) W.R.Haycraft, Yellow Steel, Illinois '00.2
- 10) E.C.Orlemann, LeTourneau Earthmovers, MBI, '01.5
- 11) K.Haddock, The Earthmover Encyclopedia, MBI, '03.4
- 12) 土工教室/建設機械の歴史，<http://www.yamazaki.co.jp>
- 13) EarthMover研究会，<http://hw001.gate01.com/geomover/>