

スクレーパ小史

その改良発展と盛衰の軌跡

岡本直樹

スクレーパの誕生からその改良発展の軌跡を辿る。輓曳からトラクタ牽引となりパワー化され、転倒排土からエジェクタ式に進化し、自走化されて3軸から2軸オーバハング型に収斂した。タンデムエンジンとエレベータリング方式等の派生とスクレーブドーザ史を加えて開発史を振り返る。また、わが国への導入から国産化、隆盛期から衰退への盛衰を辿り、最後に近年の動向を加えて小史としてまとめた。

キーワード：建設機械史、土木史、スクレーパ、スクレーブドーザ

1. はじめに

土工の革命児として生まれたスクレーパは、米国等で大活躍していたが、戦前の日本では知られていず、戦時中の鹵獲機械でその存在を知り驚愕する。戦後は進駐軍がキャリオールを持ち込み、その施工法を習得することになる。著者の若い頃は、宅地造成工事等で花形の定番機械であった。しかし、近年の日本では、モータスクレーパの生産は中止され、牽引式やスクレーブドーザもバブル崩壊以降は製造されていない。造成現場から殆ど姿を消し、その工法も忘れかけ絶滅危惧種となってしまった。そんなスクレーパだが、誕生からの改良発展と盛衰の歴史を遡ってみる。

2. 輓曳からトラクタ牽引

スクレーパの起源は、17世紀のプラウを改良した木製スクレーパ（図-1）まで遡れる。19世紀になると種々のものが考案され、1825年にはエレベータリング式のセルフローディングス機構（図-2）を仏 Legris が既に考案し、1840年には2輪スクレーパ（図-3）が製作された。Pierre Couvrex は、1845年にロープ操作のボール転倒式の3バケットスクレーパ（図-4）を考案し、後年の LeTourneau のコンセプトを先取りし、翌年には1952年の未来的なエレベータリング（図-5）の特許を出願しているが、実機が造られたかは不明である。これらは単なる車輪の取付けから、車輪回転を動力として、バケットやエレベータリング機構を動かすメカニズムが考案されている。

19世紀末、米国では3タイプの牽引式スクレーパ

が使われていた。ドラグスクレーパとフレスノ、車輪スクレーパの3種である。車輪スクレーパは、1879年に Western Wheeled Scraper Co.（写真-1）が生産を始めている。操向とボウル操作は、Johnson Bar（図-6）と呼ばれるハンドルで行う。20世紀に入ると4輪スクレーパが普及し始める。写真-2は、



図-1 17世紀のスクレーパ

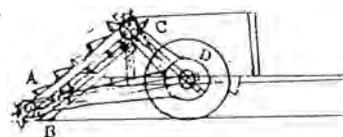


図-2 1825年のエレベータリング

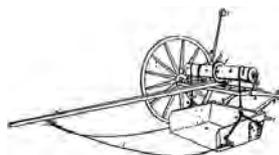


図-3 2輪スクレーパ

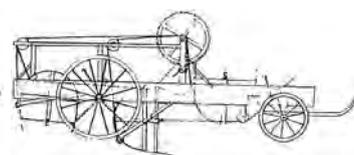


図-4 3バケットスクレーパ

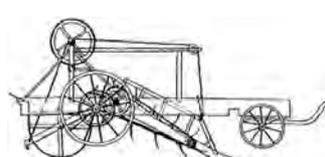


図-5 エレベータリング



図-6 Johnson Bar

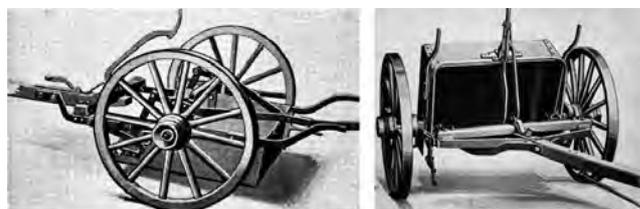


写真-1 Western Wheeled Scraper

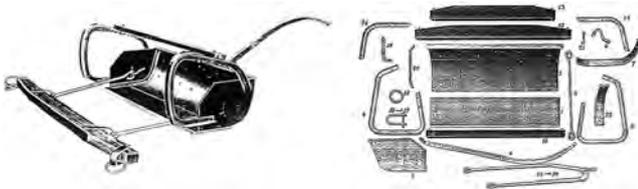


写真一2 Baker Maney の 1910 年製と改良型

Baker Maney の 1910 年製と改良型である。ボウルの引上げは、後輪からのチェーン駆動で行う。

(1) フレスノスクレーパ

有名なフレスノスクレーパは、James Porteous が 1883 年に 26 個の部品からなるスクレーパ (図一7) の特許を取り、1910 年迄に数千台が造られた。1930 年代には数十万台に達し、無軌道土工 (rail-free earthmoving) の標準器械となつて、道路建設コストを 1/4 に下げている。そして 2011 年には、米国機械協会 ASME の機械遺産に認定された。



図一7 フレスノスクレーパと構成部品

(2) ランドレベラ

スクレーパの類似機種としてランドレベラがあり、1912 年に Henry A Large が “Ground Plane” (写真一3左) を製作し、Schmeiser も 1915 年から大小のランドレベラ (写真一3右、写真一4左) を開発している。

(3) ロータリスクレーパ

回転式のロータリスクレーパ (Revolving Scraper)



写真一3 Ground Plane と Schmeiser Baby Leveler



写真一4 Schmeiser Giant と Killefer Tumble-bug

もランドレベラ的一种と言えるが、Baker, Isaacson, Killefer 製がある。写真一4右は、Killefer 製 “Tumble-bug” (容量 18 ~ 85 cubic feet) である。

3. スクレーパのパワー化

(1) ルターナの取組み

近代スクレーパへの発展は、R.G.LeTourneau の貢献が大きいので、彼の取組みを紹介する。1920 年に 32 歳となった R.G.LeTourneau は、その頃よく使われていた Schmeiser スクレーパをレンタルして、工事を請負っていた。この頃のスクレーパは通常、トラクタとスクレーパ側にもオペレータを必要としていた。このオペレータを減らすために、電動モータの取付けを試みた。1922 年に最初の自作電動スクレーパ “Full-drag” を造り上げ、同年に “Gondola” (写真一5左)、1923 年に 6 yd³ (4.6 m³) “Mountain Mover” (写真一5右) と最初の自走式スクレーパ (写真一6) を開発した。1927 年にはトラック式テレスコ式 5 ボウルスクレーパ “Earth Mover” を発表した。そして、1928 年には画期となるケーブルコントローラ PCU (写真一7) を開発し、翌年セミドラッグスクレーパ Highbody (写真一8) に活用している。パワーコントローラとしては、油圧ブレードを 1925 年に LaPlant-Choate が既に開発していたが、まだ非力で大型機はこの PCU を採用して行くことになる。ルターナは更に改良を重ね、1932 年に革新的なエジェクタ式 “Carryall” Model A (写真一9左) を発表し、近代スクレーパの原形を創り上げた。1938 年には大型ゴムタイヤの出現に合わせて、本格的な自走式スクレーパ “Tournapull” Model A (写真一9右) を設計し、土工機械の高速化を果たした。オーバハングエンジンの 2 輪トラクタで、未来を先取りしたデザインは、競合メーカが模倣追従することになる。そして 1947 年には、パワーシフト (Tournamatic) 化した Tournapull Model B (写真一10) を発表した。その後、電動化 (写真一11 ~ 13) に熱中し、マルチボウル型 (写真一12) も多種開発した。写真一13 は、テレスコ型バケットスクレーパである。スクレーパの他にも多種多様の機種を開発していた。ところが、R.G.LeTourneau は、1953 年に会社を突然 Westinghouse に売却し、LeTourneau-Westinghouse となり、WABCO が商標となる。WABCO ブランドでも多数のモデルが開発され、1977 年の WABCO 353FT (写真一14) は、史上最大の 36 yd³ ツインエンジンエレベータースクレーパとなった。



写真一五 LeTourneau の Gondola と Mountain Mover



写真一六 自走式スクレーパ



写真一七 ケーブルコントローラ PCU



写真一八 Highbody



写真一九 “Carryall” Model-A と “Tournapull” Model-A



写真二〇 Tournapull Model-B



写真二一 電動式 L28



写真二二 LeTourneau LT-360



写真二三 6-B 150



写真二四 Wabco 353FT

(2) その他のメーカー

Bucyrus は、1934 年に牽引式（写真一五）で参入した。Euclid は 1938 年に 4 輪トラクタによるモータスクレーパ 4FDT+1SH を試作し、1949 年には先駆的ツインモータスクレーパの 51FDT（写真一六）を開発し、1954 年にはオーバハング型ツインモータスクレーパ TS18（写真一七）を発表した。Allis-Chalmers は、1952 年に買収した LaPlant-Choate のスクレーパデザインを踏襲して、モータスクレーパの生産を開始。エレベータースクレーパの実機は、1952 年のハンコック（写真一八）が最初である。

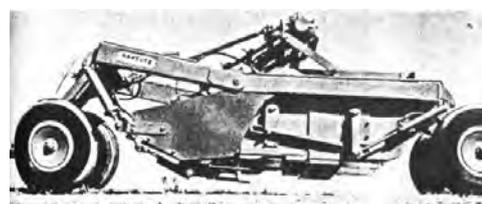


写真二五 Bucyrus の 9cy 型と 12cy 型



写真二六 Euclid 51FDT

写真二七 Euclid TS18



写真二八 ハンコックの Elevating Scraper

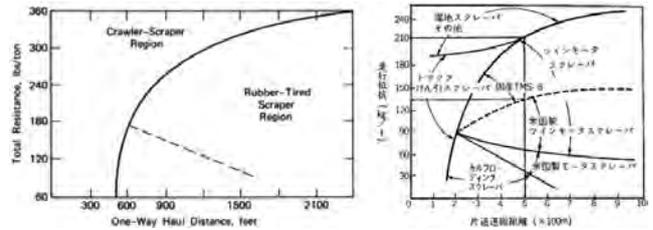
(3) Caterpillar

牽引式スクレーパは、専門メーカーが製造し、クローラトラクタメーカーに提供してきた。しかし、CAT は 1946 年から自社生産を開始し、D7 牽引用のオープントップ型 No.70 と D8 用の No.80 から始めた。49 年には初の油圧式となる、D4 用の No.40 を発表した。1955 年から #400 シリーズへの置換を始め、D8 用 463、D7 用 435、D9 用 491 を発表した。著者もこのタイプを昔に使った。このデザインは、国土開発がコピー生産して、日本で販売している。CAT の牽引式スクレーパは、1973 年に生産を中止した。

最初のモータスクレーパは、1941 年の 100 馬力 4 輪トラクタ DW10（写真一九）で、牽引スクレーパは 10 yd³ の LaPlant-Choate 製であったが、47 年に自社製 No.10 に置換えた。最初の 2 軸モータスクレーパ DW21（写真二〇）は、1951 年に発表され、今日の

CAT デザインの基本が出来上がった。DW シリーズは DW20 と DW15 が付加えられたが、1960 年～1962 年に #600 シリーズに置換えられる。番号付けの意味は、6X1 がシングルエンジン、6X7 がタンデムエンジン車、6X3 がエレベータリング、6X9 がそのタンデム型、X の 1～6 は、番号が大きいほど大型である。660 は 3 軸、3 軸タンデムエンジンの 666 (写真—21) は、1963 年に発表されて CAT 最大の機種となり、78 年迄生産された。タンデムエンジン 6X7 には、プッシュプル仕様がオプションとしてある。これはローディング時に 2 両連結して、順にプッシュ&プル (図—8) で 4 つのエンジンで積込むため、プッシャが不要となる。この装置は、施工会社が考案したもので、CAT 以外のメーカーも採用している。1965 年に造られた Triple 657 (写真—22) は、657 を 3 両を固定連結したもので、プッシュ・プルで積込む。ハンコック式のエレベータリングスクレーパ (図—9 左) は、1964 年に Johnson 製を採用した J619 から始めて、多様なモデルに拡張した。最大機種の 639D はタンデムエンジンの 34 yd で、1979 年から 84 年迄生産された。セルフローディング方式には、他にオーガタイプがある。70 年代に Wotco が開発したもので、ボウル内のオーガ (図—9 右) により、土の巻き込みを補助する。CAT は 1984 年に製品化した。

米国のスクレーパの選定基準を図—10 左に示す。横軸が運搬距離、縦軸は走行抵抗である。曲線が牽引



図—10 スクレーパの選定基準

式と自走式の境目で、破線の下側はエレベータリングスクレーパの領域である。但し、小型エレベータリングスクレーパは、運搬機と云うより、仕上げ用機械として使われている。右側は伊丹康夫博士がこの米国式資料を基に、当時わが国で使われていたスクレーパの適用範囲を細分化したものである。

(4) スクレーパドーザ史

スクレーパドーザは、Menck & Hambrock 社が製造したクローラ駆動の自走式スクレーパである。脱着式ブレードによるドーザ機能も有している。メンク社は、ショベル系掘削機の製造で有名であったが、転倒式スクレーパを 1934 年 (写真—23) と 36 年 (写真—24) に製産している。スクレーパドーザは、ドイツで最初にスクレーパを開発した Dr. H.Cordes が、独陸軍の要請により対戦車壕の掘削機械として、1938 年から開発を始めたもので、いくつかのプロトタイプ (SR39: 写真—25, 26 等) が試作されている。1943 年に SR43 (写真—27) を製品化し、1953 年に Menck & Hambrock 社が SR53 (写真—28) の量産を始め、SR65, SR85 へと進化した。

わが国では、日本車輛製造(株)が SR53 を技術導入して、日車メンク SR62 として国産化 (昭和 37 年) したため、通称メンクと呼ばれている。その後、改良型の SR64 となり、SR264 (昭和 42: 写真—29) と独自の発展をした。昭和 40 年には、国内需要から三角シューを装着した小型の超湿地タイプ SR40 (写真—30) も開発された。この辺は著者が若い頃に使った機種である。そして、SR264C から SR280P (写真—31) へモデルチェンジし、パワーシフトドライブとなって大型化した。しかし、バブル崩壊後に生産を停止した。

一方、本家の Menck 社は 1978 年に倒産し、SR85 をスイスの M.Buhrer 社が継承し、SR928, Operator 1030 に発展した。近年は、Frutiger 社が SR2000, SR2001 を日車から逆輸入している。そして、フルティガ社は 2000 年から 18 m³ 級の SR3000 (SRT-18: 写真—32) を開発した。また、近年は中国の瑞龍が SRT-12 (12 m³: 写真—33) を製造している。



写真—19 CAT DW-10 写真—20 CAT DW-21



写真—21 CAT 666 写真—22 Triple 657



図—8 Push Pull Loading と装置



図—9 Elevating Scraper と Auger Scraper



写真—23 1934年のMenckスクレーパ



写真—24 1936年のMenckスクレーパ



写真—25 転倒ボウル型の試作SR39



写真—26 試作SR39の例



写真—27 SR43



写真—28 Menck SR53



写真—29 日車SR264



写真—30 日車SR40



写真—31 日車SR280P-2



写真—32 Frutiger SRT-18



写真—33 瑞龍 SRT-12

軟弱地に強く、シャトル運転ができるスクレーパドーザは、わが国の土質・地形に合致し、その絶大な支持者達のメンク施工会社が幾つも残っている。日本車両は、20年以上前に生産を中止して再開の兆しはない。そこで、程度の良い中古機を求めて再生したり、部品取用の中古機を求めて、老朽機の稼働維持に努めている。Y社では、SR280をディファレンシャルステアリングに改造し、電動式も開発中である。

(5) わが国への導入

フレソノスクレーパが、日本人に使われたと云う記述が米国の文献にあるが、国内の資料では確認できない。スクレーパの確実な最初のもは、満州でのパワースクレーパである。建国間もない満州では、国防道路の急速施工が要請され、国道局が米国式トラクタ工法を昭和8年(1933)に導入した。ブルドーザの他に、Killefer製ロータリスクレーパ(写真—4右)とBaker製3連セルフローディングスクレーパ(写真—34)等を輸入、Baker製はエジェクタ以前の転倒式排土であった。前年開発のルターナのエジェクタ式キャリオールは、まだ無名で知るよしもなかった。そして、これらの使用実績は学会誌にも発表されたが、内地は建設機械の使用禁止時期で、この初期のトラクタ工法は注目されず、やがて忘却されてしまう。



写真—34 満州国道局の3連スクレーパ

ところが、太平洋戦争に突入後、ガタルカナル以降の米軍の反攻が始まると、ブルドーザやスクレーパを駆使した飛行場急速造成能力に圧倒され、陸海軍共に緊急開発が求められた。スクレーパは、ウェーキ島の鹵獲キャリオールを模倣して、金剛、宮原、帝国車両、日立等で製作されたが、戦力化には至らなかった。

戦後は、進駐軍が大量のブルドーザやスクレーパを持ち込み、国土復興に投入された。まず、米軍による各地の飛行場拡張整備に駆り出されたわが国の建設業者が、トラクタ工法に驚きながらノウハウを身に付けて行く。そして、これらの米軍機械は昭和22年から払下げを開始し、内務省もスクレーパ17台等を取得している。昭和23年に発足した建設省では、建設機械整備費が予算化され、払下げ機械の購入や国産機開発へ弾みを付ける。昭和26年には神戸製鋼がAllisとスクレー

パの技術提携を結び、昭和28年に日本開発機がオープントップ型牽引式スクレーパFA8型(6m³)を設計製作、その後FA8-S、-K型へと改良して100台程製造する。金剛製作所も同形式のC-80(6m³)を防衛庁の発注で製作する。同年、土研が牽引式スクレーパCat No.70とルトルノ(戦中からこの頃迄LeTourneauをこのように発音した)LS(8yd³)性能比較試験を実施している。昭和30年、三菱が、通産省の鉱工業研究補助金を得て、4輪駆動トラクタのモータスクレーパのWTS(4.5m³)を試作し、32年には防衛庁発注のウーリッジ型モータスクレーパMSを試作する。同年、日本開発機がFA12(9m³)を試作。33年、道路公団が輸入モータスクレーパを施工会社に貸与する。34年、建設省がトルコン駆動のEuclid S-7を輸入。同年、相模工業がD80用のRS6(6.1m³)を開発。35年には、Allis-Chalmers TS360, Cat DW21 + 470, 619 + 442, Tournapull-Cを輸入。36年、三菱が9m³モータスクレーパMS10型を試作、日本開発機はFA14(平11m³)を製作。37年、日立が5m³スクレーパを製作、輸入はEuclid TS12、エレベータースクレーパのLeTourneau D型。昭和40年、神鋼がAllis型TS260(山15.2m³)、42年は、三菱がツインモータスクレーパTMS-8型(写真-35)を、国土開発が24SBH、日車がSR264を開発する。43年、Euclid TS24を輸入。43年にはCAT 657(写真-36)、627の国内販売を開始。小松は、45年にツインエンジンのWS16(写真-37)を開発し、50年にはシングルエンジンのWS23Sを発表したが、現在は生産はされていない。



写真-35 三菱 TMS-8



写真-36 CAT657



写真-37 小松 WS16



写真-38 WABCO 333FT



写真-39 Deere1814D



写真-40 農耕トラクタ牽引

エレベータースクレーパは、国内の土質には不向きで普及しなかったが、日泰リースが、昭和46年に当時最大のWABCO 333FT(写真-38)を輸入して鹿島港工事に投入して注目された。

(6) 近年の動向

スクレーパ系の国内の現状は、前述の通りである。海外でもモータスクレーパの有力メーカは撤退して、CATだけとなってしまった。

牽引式スクレーパは、70年代初頭迄にトラクタメーカが生産を止めてしまったので、農業用のニッチ市場に参入したRomeやReynolds, Miskin等が成功を収め、土工業者にも提供し始め、牽引式スクレーパの再需要が米国で生まれている。これらは従来のスクレーパデザインを一新し、一軸多輪でボウルやエプロン、エジェクタのシリンダ位置を変更して、作動機構が独特で、ダースネックもなくしている(写真-39)。更に、排土時間短縮のためにエジェクタをなくして、転倒式に先祖帰りしたものもある。大型農業用トラクタで牽引され、2両連結運転(写真-40)が多く見られる。

4. おわりに

スクレーパの歴史を振り返ったが、紙幅の関係でかなり間引いてしまい、重要な欠落があるかも知れない。

モータスクレーパは、嘗て宅地造成工事の花形機械で、盛場から見上げた稜線上のMSは騎馬武者のように見えたものである。若い頃によく使い、大好きで得意な工法であったが、今は見ることもなくなり残念である。

JCMA

《参考文献》

- 1) H.H.Cohrs, 500 years of Earthmoving, GmbH, '95.
- 2) S.J.L.Allhands, Tool of the earth mover, SHCP, '51.
- 3) K.Haddock, Giant Earthmovers, MBI, '98.6.
- 4) EC.Orlemann, LeTourneau Earthmovers, MBI, '01.5.
- 5) P.G.Gowenlock, The LeTourneau Legend, '96.
- 6) H.H.Cohrs, Menck-Album, Giesel, '96.
- 7) 岡本, 建設機械の歴史, 建設の施工企画, JCMA, '08.1.
- 8) 岡本, 機械化土工のあゆみ, 土木施工, '09.8.
- 9) 岡本, 建設機械のモンスター達, 建設機械施工, JCMA, '15.1.
- 10) 岡本, 外地の機械化施工, 建設機械施工, JCMA, '15.4.
- 11) 岡本, 消えた建設機械遺産群, 建設機械施工, JCMA, '17.8.
- 12) 土工教室 / <http://hw001.spaqs.ne.jp/geomover/>

【筆者紹介】

岡本 直樹 (おかもと なおき)
建設機械史研究家
e-mail: gemvnky@gmail.com

