

日立製作所創業100周年記念シリーズ

## 開拓者たちの系譜

- 9 -

## 日立建設機械技術の挑戦

20トンクラス油圧ショベル開発史

日立建機株式会社 特命顧問

村田 泰彦

## 1 はじめに

先進国のみならず、新興諸国でも急速な国土開発が進む一方、新たな課題として地球環境問題への対応が求められる今日、日本がこれまで蓄積してきた建設機械技術が脚光を浴びている。

日立建機株式会社は、こうした時代の要請に対して、省エネルギー化、排気ガス対応をはじめとする環境適合、ITを活用したインテリジェント化、情報建機化などを世界に先駆けて推進しているが、ここでは、特に代表的な建設機械として、油圧ショベルの主流機である20トンクラスの、誕生から現在に至るまでの開発の歴史と将来展望について述べてみたい。

筆者は1969年、日立製作所に入社し、最初はホイールローダーの開発に携わった。日立建機に分社後、タイヤ式油圧ショベルの設計開発に携わり、第5代となる「UH07-3」の開発には当初から設計者として取り組み、第11代の「EX200-5」の開発段階までは設計者として直接かかわり、現在開発中の第14代までは間接的にかかわってきた。この間の経験や思いを失敗談、反省なども交えながら記述したいと思う。

## 2 揺籃期 (1961年～1976年)

1964年の東京オリンピック開催後、高速道路、新幹線などの列島改造が進み、多くの建設機械が必要になった。1961年から1968年にかけて日本のメーカー10社が、バケット容量0.3 m<sup>3</sup>クラスの油圧ショベルを続々と発売したが、その多くは欧米からの技術導入であり、独自開発であったのは日立建機(当時は日立製作所)を含め、わずか2社のみであった。また、1960年代後半には、0.6 m<sup>3</sup>クラスが各社から発売され、油圧ショベルも次第に大型化が進んだ。

## 2.1 初代「UH06」(1968年)

全装備重量：16.4 t、定格出力：85 PS、最高油圧：175 kgf/cm<sup>2</sup>

1965年に純国産技術として初めての油圧ショベル「UH03」を発売した3年後の1968年、油圧ショベルの主流クラスとなる中型の「UH06(バケット容量0.6 m<sup>3</sup>)」を同じく純国産技術として日本で初めて発売した。

基本設計はUH03と同じで、2ポンプ2バルブ油圧システム、走行動力伝達にはチェーンが使われていた。大容量バケットで作業量が多い、掘削力が強い、使いやすいなど、多くの好評を得た。このクラスは操業間もない土浦分工場生産を開始し、現在でも土浦工場の主力機種となっている。

## 2.2 2代「UH06-2」(1970年)

全装備重量：16.4 t、定格出力：85 PS、最高油圧：175 kgf/cm<sup>2</sup>

ユーザーニーズを積極的に取り入れたマイナーチェンジ機で、二つの油圧可変容量ポンプ、2バルブ式外部コンベンサー制御などの基本構成を確立し(実用新案)、合わせて足回り(上下ローラー、ドライブタンブ



村田 泰彦 (むらた やすひこ)

1969年東京大学工学部産業機械工学科卒業、日立製作所入社、足立工場配属。ホイールローダー開発に携わり、1970年日立建機株式会社に分社されてからは油圧ショベルの設計開発に従事。1991年土浦工場小型ショベル設計部長。1994年土浦事業本部資材部長。1998年サイアム日立取締役副社長（タイ駐在）。2002年執行役員、調達本部長、2005年執行役常務、事業統括本部副本部長兼品質保証本部長、2008年特命顧問。TCM株式会社社外取締役。



ラー、テイクアップタンブラー)を無給脂化し、日常のメンテナンス時間を大幅に短縮し、初代を上回る好評を得た。

### 2.3 3代「UH06D」(1971年)

全装備重量：17 t、定格出力：93 PS、最高油圧：175 kgf/cm<sup>2</sup>



エンジンメーカーと共同で定格出力を93 PSの限界までアップし、ロングアームを標準化することにより大作業量と作業範囲の拡大を両立させるとともに、直結型走行装置の搭載によりチェーンを廃止したフルモデルチェンジ機である。他社機に比べ圧倒的な好評を得た。

### 2.4 4代「UH07」(1973年)

全装備重量：18 t、定格出力：93 PS、最高油圧：175 kgf/cm<sup>2</sup>



バケット容量を平積呼称から山積へ変更し、型式を「UH07 (0.7 m<sup>3</sup>)」とした。足回りを機械式ショベル式からトラクタ式(通称、ブル足)にしたことにより、走行機動性、整備性が大幅に向上した。揺籃(らん)時代の完成機となり、シェア、売価とも他社を圧倒し、日立製作所からの分社後問もなく、トラクタから撤退していた苦境時代に、日立建機を支える主力製品となった。

## 3 競合期 (1977年～1985年)

1978年、わが国の建設機械生産は1兆円を突破し、国内だけでなく、海外輸出がいよいよ本格的にスタートした。日本メーカー各社は、技術提携から独自開発へと切り替え、世界マーケットを舞台にしたメーカー間競争が繰り広げられることとなる。こうした中で、高性能化、多機能化、省エネルギー化、低騒音化などの技術革新が急速に進んだ。

### 3.1 5代「UH07-3」(1977年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：97 PS、最高油圧：250 kgf/cm<sup>2</sup>

大手同業他社がUH07対抗機を自主開発、発売し大幅にシェアを伸ばしてきたため、開発が完了していたフルモデルチェンジ機「UH07-3」を急ぎ市場投入した。本機では主仕様を大幅向上させただけでなく、設計を基本から見直し、スタイルも刷新した。特に出力アップのための大型エンジン化、性能アップのための大幅な高圧化



により、高性能化を実現し、トップシェアをキープすることができた。また、自社製の低速大トルクモータで走行装置をコンパクト化し、性能、整備性の向上を図った。一方、新型エンジン、高圧化のため、信頼性が損なわれ、ユーザー、営業、サービスから強く改良を求められることとなった。

### 3.2 6代「UH07-5」(1979年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：105 PS、最高油圧：250 kgf/cm<sup>2</sup>



他社のモデルチェンジ機の一歩先を進む性能、品質をめざしたUH07-3のマイナーチェンジ機であり、他社に先駆けて直噴エンジンを搭載し、出力をさらにアップするとともに省エネルギー化も実現した。全馬力制御システムを採用することにより、高性能化したほか、高圧化による不具合（油漏れなど）解消、耐久性向上、諸々のユーザーニーズを積極的に取り込み、高信頼性、高シェアをキープし続けた。

さらに、ここから海外展開を本格的に図ったが、国内と異なる使われ方、ニーズに直面することとなった。具体的には、国内では禁止作業であるクレーン作業時における旋回操作性や、掘削時のスピードと掘削力不足などであった。

### 3.4 7代「UH07-7」(1983年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：115 PS、最高油圧：265 kgf/cm<sup>2</sup>

激化するモデルチェンジ競争下、さらに他社機のをめざし、特別プロジェクト体制で全工場を挙げて開発に取り組んだフルモデルチェンジ機である。海外ニーズも積極的に取り込み、世界特許であるOHS (Optimum Hydraulic System) 油圧システムにより画期的な複合操作性などを、ターボ付き新型エンジンにより大出力・低燃費をそれぞれ実現した。運転室も国際規格サイズに大型化し、操作レバーと運転席、モニターも大幅に刷新し、国内のみならず海外ユーザーからも大好評を得た。



ユーザー、営業、サービスから得た多くのニーズの取り込むために、徹底的なVEC (Value Engineering for Customers) 活動などを推進し、ほとんどの部品が新図面となった。生産台数も急増した結果、業界で初めて油圧ショベル累積生産台数7万台を達成した、記念すべき機種である。

## 4 新世代期 (1986年～1999年)

1980年代後半、日本メーカー間のモデルチェンジ競争がさらに激化し、各社とも新世代の油圧ショベルを市場投入する一方、欧米のメーカーが次第に淘汰（とうた）され始めた。日本メーカーの海外生産・販売は、欧米だけでなく、アジア諸国、中国などへ拡大しながら、グローバルに展開されていった。

### 4.1 8代「EX200」(1986年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：125 PS、最高油圧：350 (走行時) 285 kgf/cm<sup>2</sup>



新世代ショベル「Landy EXシリーズ」の主力機として登場した。OHS油圧システムをさらに改良し、マイコン搭載によりE-P制御（エコノミーモードとパワーモードをワンタッチで切り換える制御。優秀省エネルギー機器賞を受賞）で大作業量・低燃費を両立させた。走

行2速化、油圧パイロット式操作レバー、低騒音化など、数々の新技術を盛り込み、新世代に相応しいショベルに仕上げた。また、運転室のプレス構造化をはじめ、丸味を持たせたスタイルで機械工業デザイン賞を受賞した。ユーザーのアンケート調査で98%もの満足度を獲得し、業界における「日立神話」を定着させた。「日立神話」とは、「日立のショベルは他社機より優れている。特に操作性は抜群で、『プロ中のプロ』と言われるオペレーターは必ず日立機を選ぶ。」という、当時のユーザー評価である。

#### 4.2 9代「EX200-2」(1990年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：135 PS、最高油圧：350 kgf/cm<sup>2</sup>



追随してくる他社を振り切るべく開発したフルモデルチェンジ機である。油圧ショベルに一大革新をもたらすべく開発された電子ロードセンシングシステムにより、エンジン・ポンプのみならず、コントロールバルブまでもマイコンで制御し、操作性などの飛躍的な改良を図った。また運転室も自動車並みに刷新している。

しかし、新油圧システムの熟成不足から、ユーザークレームが多発し、「日立神話」が揺らぎ、シェア急落により経営危機に直面することとなった。「素人のオペレーターでもベテランのオペレーターと同様に操作することが可能」というセールストークで大々的に販売拡大を押し進めたものの、「操作性の評価」は「プロ中のプロ」のオペレーターが決めており、素人のオペレーターが自分で良いと評価しても、「プロ中のプロ」が「ダメ」と言えば、「自分の腕が未熟なためであろう」と判断してしまう。再びプロ中のプロのオペレーターから高評価が得られなければ、「日立神話」の復活はあり得ないという状況であった。

#### 4.3 10代「EX200-3」(1994年)

全装備重量：18.5 t、定格出力：135 PS、最高油圧：350 kgf/cm<sup>2</sup>

低下していくシェアに歯止めを掛けるべく開発したマ



イナーチェンジ機である。本来はフルモデルチェンジとして、操作性を抜本的に改良しなければならなかったが、開発の主力部隊を既納機対策に振り向けざるを得なかった経営状況のために、限られた戦力で急ぎマイナーチェンジを行った。電子ロードセンシングシステムにセンサーを追加し、油圧機器特性向上を織り込んだ。運転室の居住性も改良し、ユーザー評価を回復することができた。

#### 4.4 11代「EX200-5」(1996年)

運転質量：18.8 t、定格出力：135 PS (通常)、145 PS (高モード時)、最高油圧：350 kgf/cm<sup>2</sup>

前機種で歯止めが掛かったシェアを、全盛期のレベルまで回復すべく開発したフルモデルチェンジ機である。ここで基本油圧システムを従来方式に戻すか、ロードセンシングシステムのさらなる改良とするのかという重要判断を迫られた。外観は同一で、基本油圧システムが異なる2台の試験機を製作し、「神様オペレーター」と言われた全国屈指の「プロ中のプロ」を招き、試乗してもらった。その結果、高い評価を受けた従来システムに決定した。開発過程でさらに改良を加え、HIOS (Human and Intelligent Operation System) とした。ほかの新技术に関しては、事前に研究を推進したテーマの中から、リスクの少ない技術に絞って採用した。重負荷時、自動的にエンジン出力を135 PSから145 PSにアップし、低負荷になると自動的に135 PSに戻し、高作業量・低燃費に磨きを掛



けた。4種類の作業モードを設定し、オペレーターが作業内容に合わせて選択できるようにした。また、外気導入式大容量エアコンを標準装備するなど、居住性にも改良を加えた。

標準機以外に、高機能仕様機、重掘削仕様機、解体仕様機、超低騒音仕様機などの応用機も同時発売し、ますます多様化するユーザーニーズに応え、シェアを徐々に回復することができた。一度モデルチェンジに失敗すると、シェア回復に10年近くも要するのだと身をもって知らされた。

## 5 新機軸期 (2000年以降)

21世紀に入り、建設機械技術は成熟期を迎えつつある。そんな中、自動車並みの高級化が進行すると同時に、環境対応(排気ガス規制、低騒音化、安全化)や、いっそうの省エネルギー化、電子化、情報化、さらにはハイブリッド化が追求されるようになってきた。

### 5.1 12代「ZX200」(2000年)

運転質量：19.4 t、定格出力：140 PS (標準時)、150 PS (ハイパワーモード時)、最高油圧：350 kgf/cm<sup>2</sup>

従来の発想から脱皮し、「新機軸の次世代ショベル」との基本コンセプトで開発した油圧ショベルである。ユーザーの視点に立ち、ユーザーメリットをいかに拡大することができるかを問うた機種と言える。「稼げる」ショベル(高性能機)、ランニングコストの低減(構造物強度アップ等)、メンテナンスコストの30%低減(整備時間とコストの削減)、トータルライフコストの削減(衛星通信システム等)、CRES(Center Pillar Reinforced Structure)キャブ(安全性強化)など、実現可能なことはすべて盛り込んだ。中でも「e-ショベル」と称して、世界で初めて、本体の稼働状況を衛星・携帯通信で把握できるようにしたことはユーザー、当社双方に画期的なメリットをもたらした。



### 5.2 13代「ZX200-3」(2006年)

運転質量：19.8 t、定格出力：166 PS、最高油圧：350 kgf/cm<sup>2</sup>



排気ガス三次規制に対応するだけでなく、ZXをさらに進化させたフルモデルチェンジ機であり、「クリーン&パワフル」、そして低燃費の新世代エンジンを搭載した。伝統の複合操作性に加え、油圧システム改良により、スピーディなフロント操作を実現している。発売後には大変な好評を博し、社外から以下の名誉ある賞を受賞した。

- ・ドイツ・ハノーバー工業デザイン協会主催「IFデザイン賞」
- ・日本機械工業連合会主催、優秀省エネルギー機器として平成19年度「日本機械工業連合会 会長賞」
- ・日刊工業新聞社主催 第37回機械工業デザイン賞「日本力(にっぽんぶらんど)賞」
- ・財団法人日本産業デザイン振興会主催 2006年度「グッドデザイン賞」

## 6 進化

まずエンジン出力の進化をみると、初代の85 PSから13代では166 PSと、約2倍となっている。ユーザーから大作業量を要望され、激しい競争下、モデルチェンジごとに出力をアップしてきた。一方で、軽負荷時の燃料消費を抑制したいとのニーズに応えるため、軽負荷モードが導入された。エンジン自体はトラックメーカーで実績のあるベースエンジンをトラックメーカーと共同で油圧ショベル用に改良を重ねてきている。排気ガス規制の進展に合わせ、排気ガスが非常にクリーンになるとともに、技術的にもきわめて高度化しつつある。

最高油圧も175 kgf/cm<sup>2</sup>から350 kgf/cm<sup>2</sup>と、2倍になっており、高性能化を支えている。この高圧化に対応するためには、ハイレベルの技術が不可欠であり、新興国メーカーにとっては、先進国サプライヤーから調達せざるを得ない状況となっている。当初、日立建機は油圧機器類を海外、日本の専門メーカーから調達していたが、次第に自

社製に切り換え、他社からの囲い込み、競合優位化を図っている。競争力のある機械には、競争力のあるキーコンポーネントが必要不可欠なのである。

運転質量も、初代の16.4トンから、13代では19.8トンと約2割増加している。高出力、高性能化を支えるために、自重を増加させているが、鈍重化、コストアップを避けるために、限界設計をめざして重量アップを抑制している。

油圧ショベルは汎用性があるため、現在でも応用機、応用アタッチメントが続々と誕生している。当初は特定ユーザーに対する個別対応から始まったが、多くのユーザーからも同じ要望がある場合にはモデルチェンジ時に、標準機にも取り込むか、簡単に後付けできるようにして、より多くのユーザーの要望に応じてきた。これからもユーザーの要望に積極的に対応していくことが欠かせない。

## 7 おわりに

熾(し)烈な競争を40年間余り継続し、その間に13回のモデルチェンジを繰り返してきた結果、今では日本で開発された油圧ショベルが世界市場の約80%ものシェアを獲得するに至っている。

油圧ショベルは欧州で生まれ、日本の各メーカーが技術供与を受ける中、日立建機は終始一貫して日立伝統の国産技術、自主技術で必死に戦ってきた。分社当時の日立建機はトラクタからは撤退したが、ショベルでは絶対に負けるわけにはいかなかった。背水の陣に追い込まれていたのである。その後、ライバルが追いかけてきても、「製品力では絶対に負けない！」との強い信念を持ち続けたことが勝因だったと思う。そして、欧州や日本メーカーの技術動向をウォッチしながら、ユーザー、営業、サービスの要望を積極的に取り入れてきた。クレームは飯の種、セールスポイントに化けるものである。

今までベストを尽くして開発してきた機械の、発売後

間もない時期に、みずから機械の弱点を見いだすだけでなく、ユーザー、営業、サービスに徹底的にヒアリングし、次期モデルの構想立案、ネタの発掘にも努めた。日立建機が直接営業、直接サービスのメーカーであったことはほんとうに有難かった。

また、EX-2型で苦境に陥り、新技術の事前保証がいかに重要かが骨身にしみた。今後もQCD(Quality, Cost, Delivery)の事前保証を徹底してほしいと強く思う。合わせて「技術」はユーザーの要求に応える「手段」であって、どんなに高度な技術であっても、ユーザーニーズに応えられなければ「商品価値」はなく、逆に簡単な技術でもユーザーニーズに応えることができれば、商品価値が生ずるということを思い知らされた。

将来の建設機械は、さらなる環境適合、省エネルギー化、安全化、ランニングコスト低減などが求められ、その実現手段としてロボット化、ハイブリッド化、電動化が進むであろう。

一方、従来の競合メーカーのみならず、韓国、中国をはじめとする新興国から新たなライバルが追いかけてくる。油圧ショベルをライバルより「進化」させ続けることが重要で、今後も日立精神の下で、あくまでもユーザーの立場に立ち、クレームも含めてユーザー、営業、サービスから徹底的に要望を集め、要望を実現する技術を、他社より早く磨き、導入できれば、勝ち残っていけるものと信じる。

世界が成長し、人々が豊かになるには各国で社会インフラを整備する必要がある、そのためには建設機械が不可欠である。建設機械産業は今後も、引き続き成長が期待できる、恵まれた産業なのである。この恵まれた産業に携われたことに感謝しつつ筆を置きたい。

### 参考文献

- 1) 日立建機10年史、日立建機株式会社(1981)
- 2) 日立建機30年史、日立建機株式会社(2001)
- 3) 岡部信也：油圧ショベル大全、日本工業出版株式会社(2007)