

部 会 報 告

コンクリート機械の変遷 (3)

機械部会 コンクリート機械技術委員会

第2部 トラックミキサの変遷

1. まえがき

日本の生コン事業は、1949年頃から開始されたが米国では既に1913年に生コン事業が興り、その運搬車も1926年には開発されていた。

当時の日本では、現場練りのミキサ装置で練るか、あるいはトタン板の上でスコップを用いて練る程度の作業であった。1951年頃には、防波板付きダンプが開発され生コンをこぼれないよう工夫した運搬車として使用された。中には揺動式の攪拌翼を設けた運搬車も開発されたが、分離を十分に防ぐ物ではなかった。

同じ頃国産初の傾胴型トラックミキサが開発されている。1953年頃には、強制攪拌式のハイロー型ミキサが登場し、生コン品質が良いということで公共事業の工事に指定されていた。しかし、上部開放型のため積載量の確保がむずかしく1971年頃から製造されなくなり、傾胴型が現在まで主役となっている。

2. 輸送車のはじまり

1950年頃から生コンをトラックで運ぶことが始まっている。当初は平ボデイトラックにそのまま、あるいは大きな鉄桶に生コンをいれトラックの荷台に載せ又は直接ダンプで運んでいた。

生コン打設では低スランプの生コンの場合打設が大変な仕事になり、手扱いしやすい高スランプいわゆるザブコンと称する生コンが多く使われるようになった。しかし、ザブコンはやわらかいため液体状であり、ダンプや平ボデイで運搬中荷台の中を前後左右勢いよく動きこぼれ落ちてしまうことや現場に着くころにはモルタルと骨材が分離し、練られていない生コンになっていることがあった。こぼれに関してはダンプの荷台に防波板を設けて対処しそれなりの効果を上げたが、分離に関しては揺動式の翼を設け攪拌させる機構を取入れた。しかし、特に高スランプ生コンでは逆に分離を促進させてしまい、数台の試作車のみで終わってしまった。

しかし、ダンプトラックによる運搬は今でも健在で、スランプ2.5cmの舗装コンクリートを運搬する場合に限り使用される。

3. トラックミキサの登場

1951年頃犬塚製作所で国産初の傾胴型トラックミキサが開発され、さらに三荒商会と金剛製作所との共同開発により水平胴型トラックミキサが開発された。やがて市場の要求に応え米国のトラックミキサも輸入されるようになった。

同じ頃富士物産は米国のコンクリート・トランスポート・ミキサーズ社と技術援助契約を結びハイロー型ミキサ(写真—1)を萱場工業(現KYB)に製作依頼した。



写真—1 ハイロー型トラックミキサ

同社は当初、ハイロー型(オーブントップ型)のボデイを輸入し国産トラックに架装する方式で生産を開始し、1955年から自社設計による国産ハイロー型トラックミキサを製作するようになった。

また市場には米国のチャレンジ社やウオシントン社製品が輸入されたり提携を進める会社が出てきて、新潟鉄工所や新明和工業川西モータサービスも市場に参入した。

萱場工業も強制攪拌式(ドラムの中でロータを回転させて強制攪拌する方式:ハイロー型)から重力式(ドラムそのものを回転させる方式:傾胴型)への転換期に入り、1959年コンクリート・トランスポート・ミキサーズ社から傾胴型の技術を富士物産経由で導入

し、業界の趨勢に焦点を合わせた。

1963年頃萱場工業は舟形トラックミキサを導入し改良開発も試みた(写真—2)。米国での商品名は“アジター”で主に道路工事などの低スランプ生コンを扱う機種である。ダンプ機構でベッセル前方の持ち上げと攪拌翼を回転させて行うものである。上部開放型であるため走行時生コンがこぼれる等の理由から長くは続かなかった。



写真—2 舟形トラックミキサ

数々の試行錯誤の上、量産化まで生き残ったのはハイロー型と傾胴型であった。

4. ハイロー型トラックミキサ

ハイロー型トラックミキサはドラムの中に水車状のパドルロータが組み込まれ回転することにより、生コンを練り上げるものである。生コンを開放されたドラムの上部から投入し、混練または攪拌走行した後ドラム後部のゲートを開放し排出する。

パドルロータの先端にあるゴムブレードやワイパなどにより、ドラム内壁に付着したモルタルや骨材などを完全に排出するものである。ドラム上部が開放されているため①投入された生コンの量や排出後のドラム内生コン残量が目で確認しやすい②排出前の生コン練り上り状況が確認しやすい③内部の点検整備が容易で

あるなどの利点があると共に、強制攪拌翼でドラム内部をあまねく攪拌できることから生コン品質には定評があり、当時公共事業にはこのハイロー型トラックミキサが指定されていた。

しかし、このハイロー型トラックミキサの欠点として所要動力が大きかったことが挙げられる。同容量の傾胴型ミキサに比較して約4倍の動力を必要としていた。燃料を余計に消費すると共に機械部品の摩耗などによる交換費用などランニングコストのアップがあった。さらに骨材事情も変わり玉砂利から碎石に変わりつつあり、また骨材の大きさも最大径40mm、80mmが扱われ駆動力アップとなった。

また運搬車の使命である積載量の確保がむずかしい点もあった。1963～1965年頃ディーゼルトラックメーカー4社から大型3軸車が発売され、標準車の積載量が10tを超えるものができた。傾胴型はドラムの長さを延ばすことでドラム容量を増加させることができたが、ハイロー型はロータの半径を伸ばしたりロータ軸を2本にする案もあったが所要動力が大幅に増加し商品として成り立たなくなり、衰退の道をたどることになった。

ハイローの語源はHigh Quality Low CostのHiとLoの文字をとり商標化したものである。1953年より37台を米国コンクリート・トランスポート・ミキサーズ社から輸入し架装、1955年から国産化し、合計2,512台生産し、1964年東京オリンピックを境に全盛時代は終わり、傾胴型ミキサに移り変った。

KYB社では、このハイローミキサをたたえ、同社熊谷工場正門脇にその勇姿を記念保存してある(写真—3)。

5. 傾胴型ミキサ

現在のトラックミキサはほとんど傾胴型でトックリ型のドラム内壁にスパイラル状に二条のブレードを備え、投入・攪拌時はドラムを正転(後方から見て通常



製造	1968年
駆動方式	油圧式
ドラム容量	4.5 m ³
ミキシング容量	2.5 m ³
最大混合容量	3.0 m ³
架装重量	2700 kg
シャシ	日野ボンネットキャブ

写真—3 記念保存ハイロー型トラックミキサ

左回転)し、排出時は逆転させるものである。

前方鏡板部分に駆動用動力を伝えるフランジがあり、後部の開放部にシールパイプがある、シールゴムを介してホッパをフレームに組付けている。生コンはホッパからドラム内に導かれる、ドラム内の生コンは二条のブレードと前方部のミキシングブレードによって攪拌され品質を維持している。排出時はドラムの逆回転により二条の連続したブレードにそって生コンが後方に運ばれ、ドラム後端から出てフローガイド・シュートの流れ所定の場所に排出される。シールパイプ(脱着シール含む)は、積載容量に余裕を持たせるもので山間地の走行・急停車時等の生コンのこぼれを防止するのが目的である。この方式をシールホッパ型と呼んでおり、日本固有の方式と考えられる。これに対しシールパイプのないものをオープンホッパ型と呼んでいる。諸外国では、オープンホッパ型が主流を占めている。オープンホッパ型では、生コンがこぼれやすいため同一積載量の運搬ではドラム容量を大きくしなければならない。

プラントで練られた生コンを運搬する手段としてトラックミキサを利用しているが、このトラックミキサはアジテータ車として使われている。すなわちプラントで練り上げた生コンをドラム内に受け入れ、その品質を維持するために攪拌しながら運搬している。ドラムを回転することにより、二条のブレード・ミキシングブレード・混練孔などにより生コンの対流が起き、生コンどうしのせん断運動も含めて分離を防ぐと言われている。この対流作用を起こさせるためには、空間

容積が必要である。ドラムの空間容積を利用して生コンが上下・左右・前後に移動することにより生コン品質が均一に保たれている。

傾胴型ドラムの開発当初は、分離や低スランプ生コンの投入・排出に難点があり、ハイロー型トラックミキサに勝てなかったが、関係者の努力により今では性能も向上しスランプ0に近いものや尻上りの傾斜地でも排出できるようになってきている。

6. 現状のドラム

トラックミキサのドラムは特殊な形状のため、新規検査等に際してその都度書類を揃え、ドラムに水または生コンを積載して受検するため、業務の複雑さが大きな悩みとなっていた。

日本自動車車体工業会(以下車工会と称する)は受検手続きの簡素化を図るため、運輸省に要望し1961年新型ドラムの届出制を実施することになった。ドラム型式届出制は新型ドラムについて車工会が自主審査した上で当局に申し出を行い、当局はこれを全国の運輸局に通知するものでこれにより受検業務の合理化が図られた。その後、数回の見直し・追加を行い現在に至っている。

1960年～1970年頃は、積載量競争が続いたがこの競争に終止符を打つべく車工会ではドラムの統一を図った。標準車の最大積載量別に区分け(表一)し、ドラム容量を決め、さらにドラムの取付け角度も統一したため積載量競争も下降ぎみになった。

表一 トラックミキサドラムの諸元

車両総重量区分 (トン)	標準車の最大 積載量区分 (トン)	ドラム容量 (m^3)	最大混合容量 (m^3)	ドラム取付 角度 ($^\circ$)
20 超	12.00 以上	10.2	5.2	16
18 以上 20 以下	10.00 以上 12.00 未満	8.9	4.5	
8 以上 18 未満	7.50 以上 10.00 未満	6.3	3.2	18
	6.00 以上 7.50 未満	5.6	2.8	
	5.00 以上 6.00 未満	4.4	2.2	
8 未満	4.00 以上 5.00 未満	3.4	1.7	20
	3.25 以上 4.00 未満	2.8	1.4	
	2.75 以上 3.25 未満	2.5	1.2	
	2.75 未満	1.9	0.9	

ドラム容量は、車両総重量区分または標準車の最大積載量区分のどちらかを満たしていればよい

7. トラックミキサの駆動方式

7.1 動力取出し

自動車の走行用エンジンから動力を取る方法には、以下の4つがあげられる。装置名をPTO (Power Take Off) という。

(1) フロントエンドPTO (FEPTO)

エンジン前方のクランクシャフト前端にあるプーリ部から動力を取るもの

(2) ミッションPTO (MPTO)

ミッションの横壁にある動力取出し窓にギヤボックスを装着し動力を取るもの

(3) フライホイールPTO (FWPTO)

トラックミキサのために作られたと言える方式でエンジンフライホイール外周部付近に動力取出し軸を設けて取るもの

(4) トランスファPTO (TPTO)

プロペラシャフトの中継点 (センタベアリング) などにギヤボックスを装着し動力を取るもの

トラックミキサは当初 MPTO から動力を得ていたが、このPTOは停車作業を行う特装車用に作られており走行時も動力を必要とするトラックミキサには不向きであった。1958年頃から大型トラックミキサの動力取出しは、FEPTOが採用されているがエンジン前端から得た動力をドライブシャフトでキャブ後方のミキサ装置に伝えるのはスペースの関係上至難の技であった。中・小型車は特に空間が極端に少ないことからMPTOを利用する車が多かった。現在のミキサ用シャシには、FWPTOが全車に取付けられ、架装性が大幅に向上した。

7.2 主動力伝達方式

機械駆動方式は1965年頃までのミキサ車に採用されていたもので、PTOから取出した動力をユニバーサルジョイントとスプライン継手を組み合わせた不等速ジョイントによりキャブ後方の減速機まで伝達しチェーン等を介してドラムまたはロータ軸を回転するものであった。生コンのユーザにとって、いかに均質の生コンを1回に大量入手できるかが重要な購買要因となるので、機械駆動式では走行中のエンジンから得た動力とドラム回転が不均衡となり、生コンの品質に悪影響が生じるという欠点もあった。

1962年頃から各社とも油圧を利用する駆動方式を採用する動きが見られた。大型ミキサには、ピストン方式のポンプ・モータが採用され、中・小型ミキサはギヤ方式のポンプ・モータが採用された。

油圧化により、FEPTOを採用した大型車はドライブシャフトの代わりに油圧配管を通すだけなので作業が大変楽になった。しかし装着したポンプはエンジンダリルから前方に突き出しており、ドライバーには不評であった (図-1)。

やがてミキサ用シャシにFWPTOが装備されるようになりポンプが前方に突き出している姿は消え現在に至っている。

1982年に萱場工業では大型車にドラムコントロールの自動制御機構を取入れたポンプの商品化に成功した。これはエンジン回転数1500rpm以上ではエンジンの回転数に関係なく、ドラムのスピードを一定に保つものであり、省エネはもちろんのこと従来機械式で問題であった生コン品質の均質化に寄与した。今では各社ともこの方式を採用している。

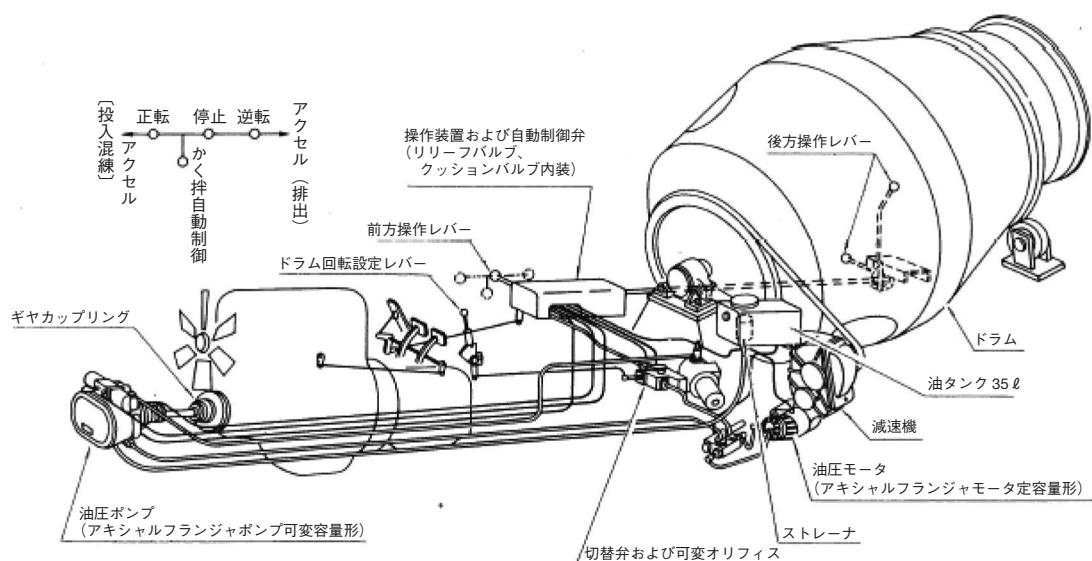
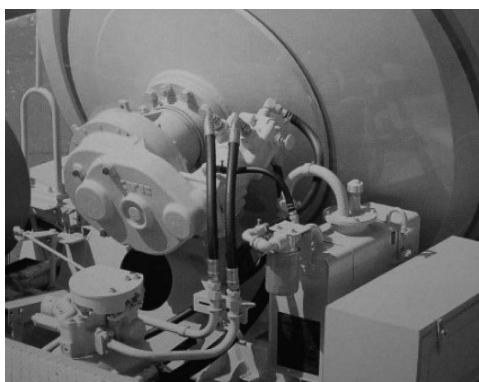


図-1 FEPTO式駆動系統図

中・小型車には、二系統ポンプ方式を採用した大小2台のギヤポンプを使用し小ポンプはファンベルトから動力を取出し、大ポンプはMPTOで動かすもので、走行中は小ポンプのみで停車時の作業（投入・排出など）では大ポンプからも動力を得て大きな負荷・高速回転に対応させるものである。この方式は故障の少ない機種としてユーザの評価は高く、ピストン式に変わるまでの長期にわたり採用されていた。今では中型車にもドラムの自動制御機構が取り入れられている。

また1982年にはドラム先端中央に遊星歯車減速機（写真—4）を採用し、チェーンドライブ（写真—5）から外観イメージが様変わりした。



写真—4 ダイレクト駆動式



写真—5 チェーンドライブ式

8. 電子制御トラックミキサ

2004年にKYBは電子制御式油圧ポンプを搭載した低騒音・省エネルギー型トラックミキサを開発し販売した。トラックミキサは停車してエンジン回転を上げて作業することが多く、騒音問題・燃費が劣るなどの環境悪化、さらにまれにはあるが誤って生コンを路上への垂れ流す事故を起すことがあった。そこでドラム駆動制御・操作系を電子化しこの課題を改善したので電子制御トラックミキサである（写真—6）。

電子制御トラックミキサは油圧モータを2速可変制御式とし、使用頻度の高い建築用の生コンや洗浄などの停車中の作業はモータ2速側へ制御することにより



写真—6 電子制御式

エンジン回転を高速にすることなくドラム回転を上げることができる。よって作業騒音の低減・燃費向上・CO₂削減に貢献した環境対応のミキサ車となっている。また、ミキサ車の走行時には自動的に攪拌回転になるよう制御し、生コンの垂れ流し防止に対応している。追加機能として排出前の自動混練機能やドラム洗浄時の自動洗浄回転制御機能も追加している。

9. 今後のトラックミキサ

ユーザの立場にたって、昇降性の改善・洗浄性の改善・排出性能や攪拌性能の向上など種々の改良を行い効果を上げてきたが、より一層ユーザに満足してもらえるトラックミキサにするため、今後の課題としては以下があげられる。

①ドラムはつりの容易化

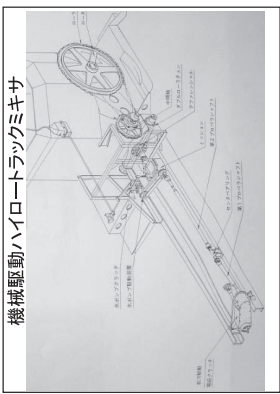
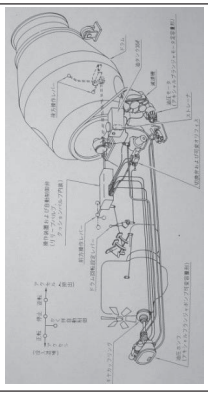
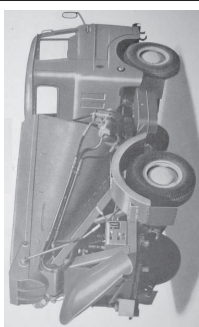
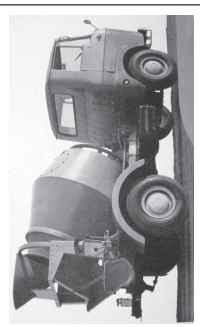
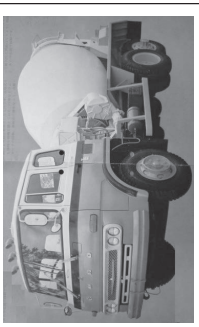
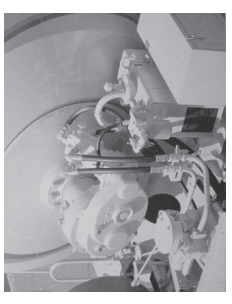
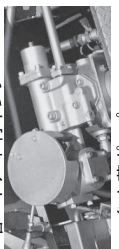
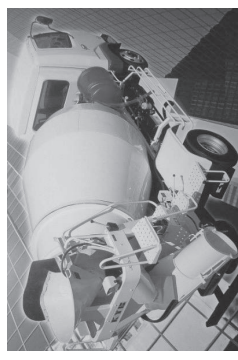
ブレードの洗浄孔・脱着式シールの採用などにより改善されてきているものの鉄と生コンは仲がよく付着するものであり、付着しにくい材料の開発や、はつりしやすい構造の取入れが必要である。

②洗浄性の向上

生コン排出後ドラムブレード・シュートなどにモルタルが付着しやすいため、その洗浄装置としてシャワーにより洗い流す方法を取入れているが、完全に洗い流すまでにはいたらずブラシがけ作業も必要であり、今後ブラッシングレス化も課題である。

③環境対策

現在生コン品質維持のためトラックミキサだけがアイドリングストップができない。走行中に充電しエンジンOFF時でも電動でドラムを攪拌回転できるハイブリッドミキサの開発が急がれる。これができれば現場待ちでエンジンOFFにでき、CO₂排出低減や燃費向上がさらに可能になる。

年度	1950～1965	1965～1980	1980～1995	1995～
市場の要求と開発	【トラックミキサの導入期、機械式誕生】 1953年生コンJISが制定され生コン運搬専用トラックの開発要求が強まる - 生コンの練りは強制攪拌、重力攪拌方式など各種の生コン専用運搬車を開発	【機械式から油圧式、ハイロー型から傾胴型へ】 - 機械駆動式の問題点の改善要望（操作性、騒音、応急駆動等）の要望が強まる - ドラム駆動は回転制御可能な油圧駆動式を開発 - メンテナンスの楽な傾胴型が主流になる	【ダイレクト駆動、省エネ型へ】 - 安全性、耐久性等の改善要求が強まる - 生コン重量増で軽量化が求められる - 安全性に優れるダイレクト駆動を開発 - 省エネサーボ付ポンプを先行開発	【多様化・電子化の時代へ】 - 生コンの多様化が進み品揃えが要求される - 騒音低減、汚水飛散防止など環境重視が強まる 2～22トン車、8機種種のシリーズ化完了 - ミキサ業界初の電子制御ミキサを市場投入
製品の変遷	1953年 ハイロー機械駆動式強制攪拌ドラム 機械駆動ハイロートラックミキサ  1959年 機械駆動式傾胴ドラム ロケットトラックミキサ（チェーンタイプ）  1962年 ダンプ併用式 船型トラックミキサ 	1966年 油圧駆動式強制攪拌ドラム 油圧駆動ハイロー型トラックミキサ  1962年 全油圧駆動傾胴小型ドラム 油圧駆動傾胴トラックミキサ（チェーンタイプ）  1965年 全油圧駆動傾胴大型ドラム 油圧駆動傾胴トラックミキサ（チェーンタイプ） 	1982年 センタードライブ型（大型、中型） MR45型トラックミキサ  1982年 新型油圧機器を搭載 省エネサーボ付ポンプ  LS弁内蔵ポンプ  1988年 軽量型減速機を搭載 小型用開発  大型用開発 	1996年 22トン車対応 MR52型トラックミキサ  1995～1998年 7、8トン車対応 MR28、MR32型トラックミキサ  2004年 電子制御トラックミキサを発売 MR44E型 

図－2 トラックミキサの歴史