

48. 次世代ホイール式油圧ショベル (URBAN GEAR128) の開発

コマツ：北田 智夫, *金山 登
大島陽二郎

1. はじめに

油圧ショベルは中小土木、都市土木、道路補修、住宅等各種工事に使われ、特に近年においては、作業装置の旋回半径を極力小さくして狭所での作業性をしやすくした超小旋回型油圧ショベルのニーズが高まっている。

一方、一昨年の道路交通法の改正により、建設機械の輸送規制が厳しくなると共に、路上放置に対する規制も益々強化されている。

こうした中において、ホイール式油圧ショベルは、道路上を自由に自走できる建設機械としてユーザに高く評価されているが、走行性能及び操縦安定性等の点で問題があり、しばしば交通渋滞の原因となり社会的問題ともなっている。

コマツでは、こうした走行性能のみならず安全性、作業性、さらには環境保全性にも優れる URBAN GEAR 128 (PW128uu：写真-1) を商品化したので現場間の公道での走行性能と狭い現場内での作業性を中心に紹介する。



写真-1. URBAN GEAR 128

2. 開発の狙い

2-1. 現場間の移動における機動性の向上

道路交通法の改正に伴い、それまでトラック輸送していたクローラ式油圧ショベルのバケット容量 0.45~0.8 m³クラスはトレーラ輸送に切り替えざるを得ず輸送コストの増加は避けられない状況となって来た (図-1)。

そこで、従来のホイール式油圧ショベルの最高車速は大略 35Km/h であった

油圧ショベルの大きさ		道路輸送の手段	
バケット容量 (m ³)	コマツ機種	改訂前	改訂後
0.28	PC60ｸﾞﾗｽ	トラック輸送 (セルフ)	トラック輸送 (セルフ)
0.45	PC100Nｸﾞﾗｽ		0.45~0.8m ³ クラスは輸送コスト増となる
0.45	PC100ｸﾞﾗｽ		
0.50	PC120ｸﾞﾗｽ		
0.80	PC200ｸﾞﾗｽ	トレーラ輸送	トレーラ輸送
1.4	PC300ｸﾞﾗｽ	トレーラ輸送 (分解要)	トレーラ輸送 (分解要)
1.8	PC400ｸﾞﾗｽ		
3.1~	PC750ｸﾞﾗｽ~		

(新JIS)

図-1. 道路交通法改正の影響 (輸送手段の比較)

が、URBAN GEAR 128では最高車速を同 49.5km/hとしたことのみならず加速性、操縦安定性等を含めた機動性の向上により輸送費を含めたトータルコストの低減を図った。

図-2にクローラ式油圧ショベルとトータルコストについて比較した結果を示す。PC100、120(バケット容量 0.45~0.50 m³)のユーザに対しては、月に1~2回以上輸送を必要とする使い方において(ケース1)、またトラック輸送が可能なPC60、PC100N(バケット容量0.28~0.45 m³)のユーザに対しては、月4回以上移動を必要とする使い方においては(ケース2)、トータルコスト上有利となる。

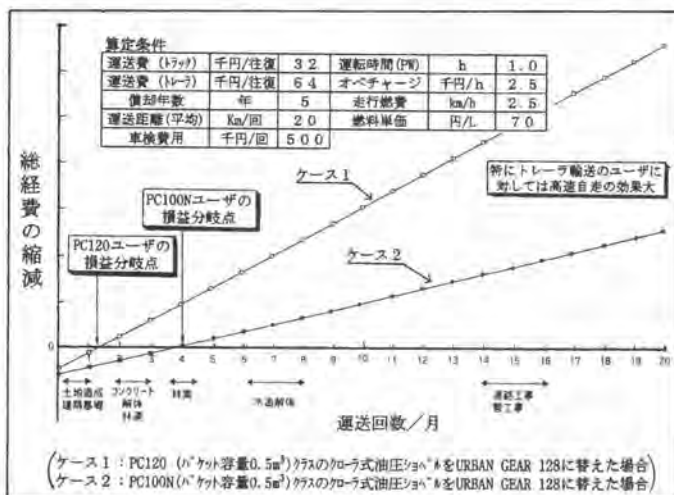


図-2. 経済性の比較 (対クローラ式油圧ショベル)

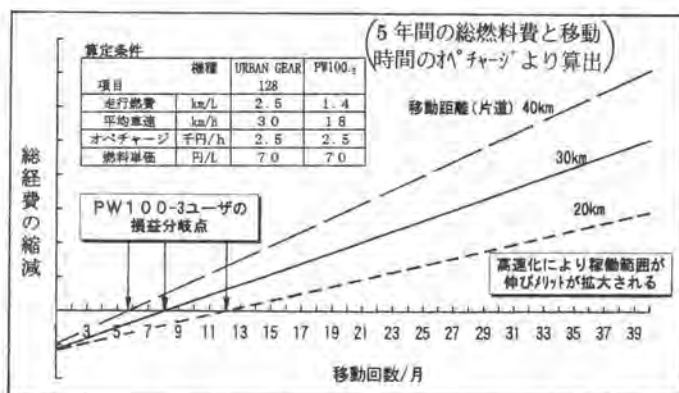


図-3. 経済性の比較 (対従来のホイール式油圧ショベル)

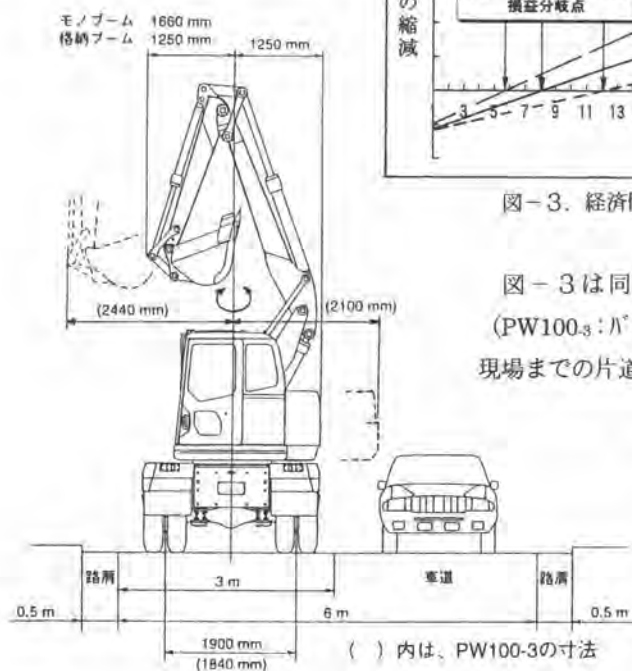


図-4. 超小旋回性

図-3は同じく従来のホイール式油圧ショベル (PW100-3:バケット容量 0.45 m³)と比較した結果を示す。現場までの片道走行距離が30km(PW100-3の平均値)の場合で、月7回以上移動を必要とする使い方においてはトータルコスト上有利となる。

そのほか、高速走行による移動時間の短縮により業務エリアを拡大でき、同一移動時間内でカバーできるエリア(面積)は約2.8倍(平均車速比の二乗)となる。

2-2. 現場内での作業性の向上

特に片側一車線の幅内でのアスファルトの打ち替え等の工事では、作業装置を旋回する時、その作業装置の一部が対向車線内にはみ出すと、対向車線を通行する車両の安全確保に配慮するため作業効率が上がらず、しばしば道路渋滞の原因にもなっている。

URBAN GEAR 128 は車幅内での旋回を可能としたため、片側一車線内での作業により現場スペースを有効に活用できる上、進行車両の安全も確保される（図-4）。

さらには、工事中の通行車両の安全確保のための監視員の数も減らすことができ、施工コストの低減にも寄与することができる。

3. URBAN GEAR 128 で採用した新技術

3-1. 走行性能の向上

これまでのホイール式油圧ショベルの駆動方式は現場作業での複合操作性に優れる油圧駆動方式が採用されている。しかしながら、同駆動方式は高速走行時の駆動効率が低く、最高車速を上げるにも限界があることが知られている。

(1) 新油圧機械式変速機（HDT*1）

そこで、URBAN GEAR 128 では手と足の複合操作性が要求される現場作業時および自走するときの発進時は油圧駆動とし、また道路走行時の中・高速走行域では機械式（ダイレクトパワー）とした新油圧機械式変速機（HDT）を採用した（図-5、図-6）。そして、エンジン、変速機、油圧ポンプおよび油圧モータは下部走行体内に配置した低重心設計により、高速走行時の車体安定性の向上を図った（図-7）。

(2) 新4輪駆動システム

フロントハブ内に組み込んだ2段遊星歯車式減速機と油圧モータおよびその動力を係合・遮断するハブクラッチとで構成したフロントアクスルによる4輪駆動方式としている（図-8）。

	油圧駆動	機械駆動 (ダイレクト)
パワーライン 伝達効率	×	◎
手と足の 複合操作性	◎	×

図-5. 油圧/機械駆動の特徴

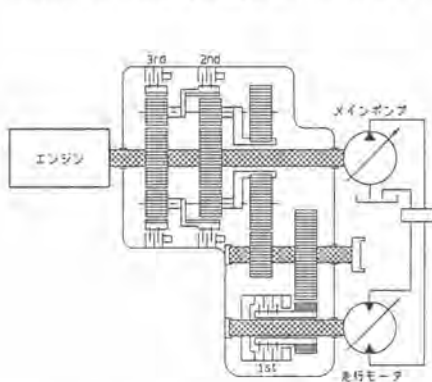


図-6. HDT（3速）の構成

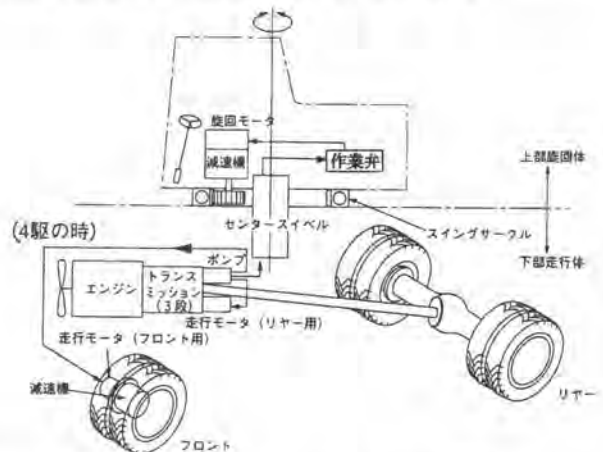


図-7. パワーラインの構成

*1. HDT : Hydrostatic & Direct Drive Transmission

前後輪の油圧モータは別々のCLSS*2バルブにより制御され、牽引力が必要とされる低速走行域ではCLSSバルブの圧力補償機能により前輪または後輪がスリップしても他方の車輪の牽引力が補償される（センターデフロック機能）。また、センターデフロック機能を必要としない中速走行域では両油圧ラインを連通させることにより、デフロック機能を解除し4輪駆動走行の効率化を図っている。

2輪駆動での高速走行時には、フロントハブ内のクラッチを遮断することによりフロントアクスルの空転ロスを低減している（車速 50Km/h 時のフロントアクスルの空転ロス、リヤアクスルの空転ロスの約 1/5）。

(3) 電子制御システム

HDTのクラッチ制御は、コマツにてすでに実用化している全段電子モジュレーションバルブ(EMCV*3)を採用することにより、ショックの無い変速を、また走行油圧モータのブレーキ弁（カウンターバランス弁）を使わず、直接走行弁を制御してアクセルオフ時の惰性走行、微速走行性（クリープ）等トルコン車と同等の走行フィーリングを実現させることにより、格段に運転操作性を向上している。

以上の新システムの採用により、旧モデルと同一出力のエンジンにも関わらず表-1、図-9に示す性能向上が達成できている。

3-2. 走行安全性の向上

(1) 高速走行に適した操縦安定性

これまでのホイール式油圧ショベルはサスペンションを装備していないため乗り心地が悪いだけでなく操縦安定性にも改善ニーズが多い。

URBAN GEAR 128 は、ホイール式油圧ショベルでは初めてハイドロニューマチックサスペンションを、さらにフロントアクスルはマクファーソンストラット式独立懸架、

*2. CLSS : Closed Center Load Sensing System
*3. EMCV : Electric Control Modulation Valve

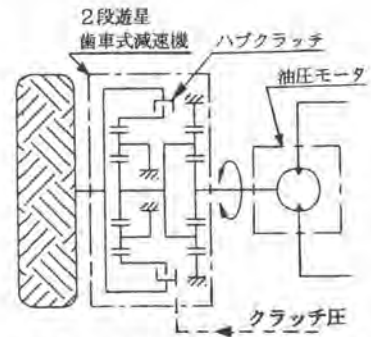


図-8. フロントファイナルドライブ

表-1. 仕様・性能の比較

項目	単位	URBAN GEAR 128	PW100-3 (旧モデル)
エンジン出力	PS	110	110
重量	kgf	13200	11000
バケット容量	m ³	0.45	0.45
最高車速	km/h	49.5	34.5
走行駆動方式	—	HDT	油圧駆動
発進加速性 (0→100m)	sec	16.7	19.6
2度勾配車速	km/h	31.6	23.2
T/M変速方式	—	自動変速	停止手動変速
走行燃費	km/L	2.5	1.4
走行騒音 (35Km/h時) 周囲15m	dB (A)	75	82

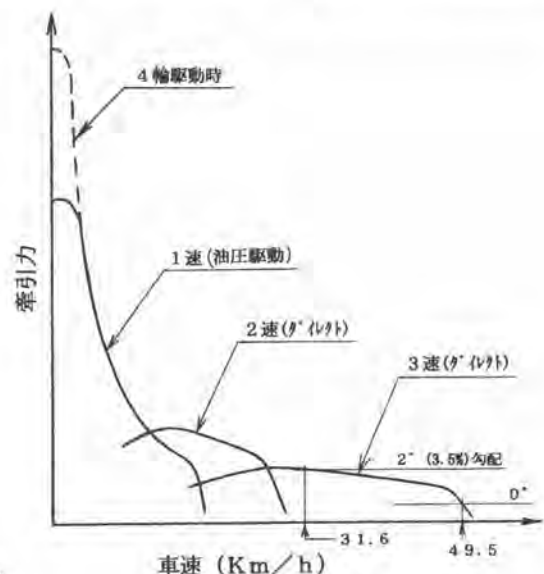


図-9. 走行牽引特性

リヤは4リンク式車軸懸架を採用している(図-10)。その結果、高速走行での直進性、操縦安定性に優れるだけでなくコーナリング時のローリングも極めて小さい。

図-11に車速30Kmで5cmのブロックを乗り越えた時の上下G(加速度)とその減衰特性の比較を示す。上下Gが小さくなっているだけでなく、振動がすみやかに減衰するようになっていることが分かる。

また、作業現場等では左右のフロントサスペンションの油圧回路を自動的に連通させ、左右のサスペンションシリンダの揺動量を大きくする(イコライズ機能)ことにより凹凸路面での追従性を高めると共に走破性を向上させている。

(2) ブレーキシステム

安全な高速走行を実現するためには、走るための性能とともに止まるための性能も重要である。

URBAN GEAR 128は2速、3速のダイレクト走行時に可変容量式油圧ポンプをリリースさせ吐出容量を制御することにより制動力とする油圧リターダを装備している。そして、油圧リターダは単にアクセルペダルを離しシフト(変速)レバーによるシフトダウン操作により作動し、長い下り坂でのブレーキの加熱を防ぐとともに、ブレーキパッドの寿命も大幅に向上する。また、オーバーラン時には安全性を高めるため、操作に依らず作動するオートリターダを採用している。

さらに、サービスブレーキには応答性及び制動性にすぐれた全油圧式とし、前後のブレーキ力を

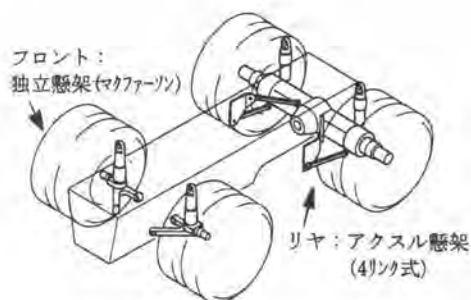


図-10. サスペンションの構成

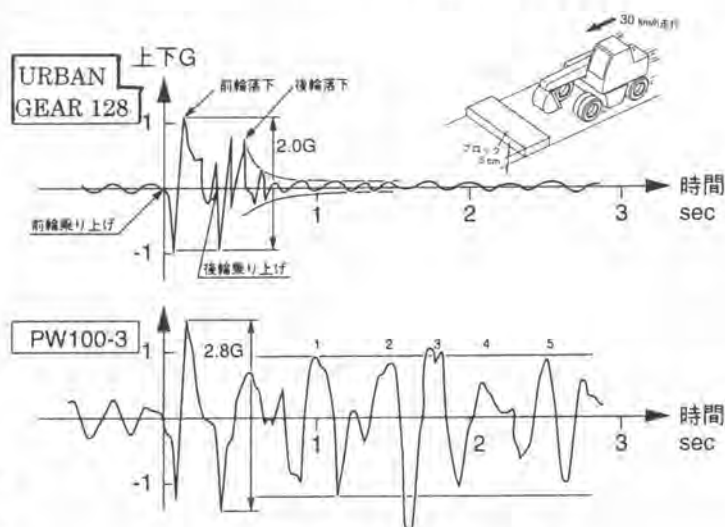


図-11. サスペンションの動特性

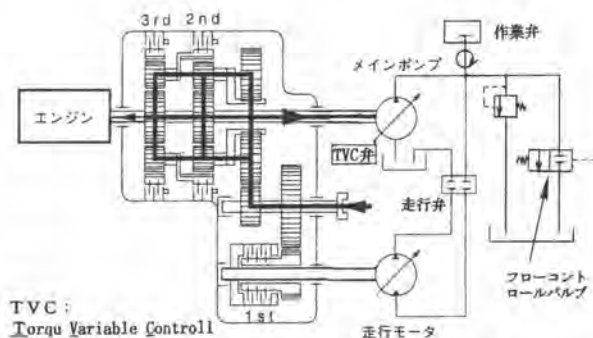


図-12. 油圧リターダの作動原理

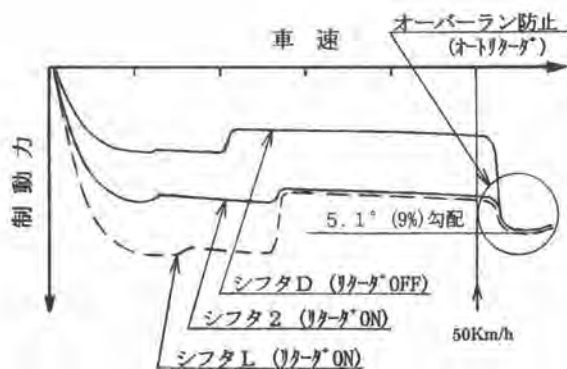


図-13. 油圧リターダの制動特性

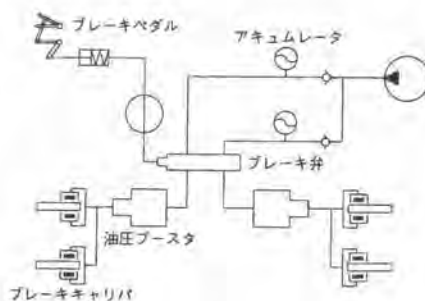


図-14. 全油圧式2系統ブレーキシステム

最適に配分した2系統乾式ディスクブレーキを採用している。

(3) 走行視界性の向上

2ピースブームと新リンクの採用により実現した格納式作業機により、前方への張り出し量と車両の高さが押さえると共に走行時の視界性が大幅に向上した（右前方視界性 52%→73%）。その結果、右折時の安全確認のみならず高速走行時の疲労低減にも寄与し安全運転に大きく貢献している。

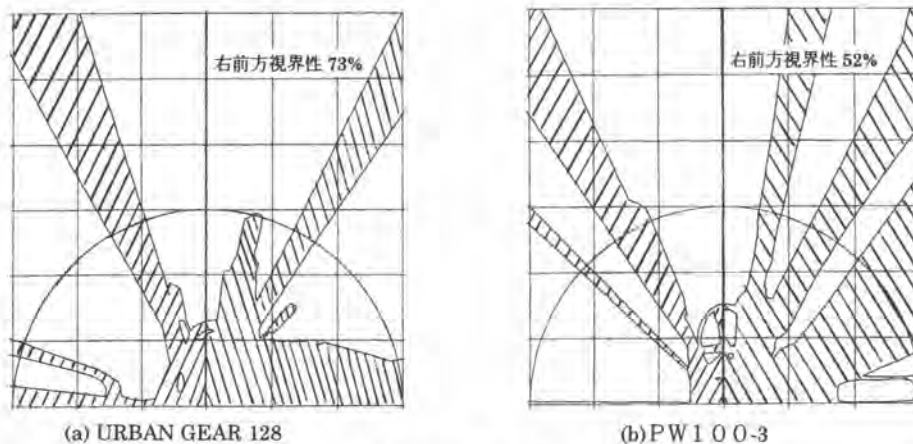


図-15. 走行視界性の比較

4. おわりに

今回、ホイール式油圧ショベルで初めてエンジンおよび新油圧機械式変速機（HDT）などを下部に配置し、いくつかの新技術を採用することによりユーザーニーズのもっとも高い高速走行（約50Km/h）と超小旋回性を両立させることができた。

今後も、既成概念に捕らわれることなく、ユーザーニーズや市場の動向を踏まえた建設機械の開発に取り組んでいく所存である。

最後に、今回の開発にあたり、御指導・御協力頂いた関係各位の皆様へ深く感謝します。