

# CNG エンジン搭載ホイールローダの開発

橋口和文・高野光司

トラック、バス等の自動車では、圧縮天然ガス（CNG）を燃料とする天然ガス自動車（NGV）が普及しつつあるが、このたび5tクラスのホイールローダで、CNGエンジン搭載のLX50<sub>7</sub>を開発し、その場内テストもほぼ終わり、クリーンな排ガス、低振動、8時間連続稼働可能など、当初の狙い通りの機能・性能が得られていることが確認できた。

キーワード：ホイールローダ、CNGエンジン、排ガス、環境、騒音、振動

## 1. 開発の背景

日立建機株式会社では日立古河建機株式会社と共同で建設機械業界では初めて圧縮天然ガス（CNG；Compressed Natural Gas）を燃料とするホイールローダLX50<sub>7</sub>（以下、本機と省略）を開発した（写真—1参照）。



写真—1 CNGエンジン搭載ホイールローダ

自動車および産業機械から排出される排気ガスの環境に与える影響がクローズアップされており、首都圏を中心とした自治体で積極的に排ガスの低減策を推進している。

このような状況の中で、ディーゼルエンジンに替わる動力源として、PM（Particle Matter：粒子状物質、黒煙）の排出の無いCNGを使用するエンジンが注目を浴びてきている。

自動車ではCNGエンジンを使用したトラックやバスが急速に普及しており、産業車両でも建屋内で稼働するフォークリフトがバッテリー式やLPGエンジン等に替わり、徐々にその実績を上げているが、建設機械では本体価格、天然ガスの充填設備、搭載するエンジンシリーズ等の問題が

あり、まだ実用化はされていないのが実状である。

本機は建屋内で作業するホイールローダからの排ガスをクリーンにし、作業環境を改善したいとの要望に対応して開発に着手したものである。

## 2. 仕様と開発の狙い

本機の仕様を表—1に示す。

表—1 主な仕様比較表

型 式	LX50 <sub>7</sub> (CNGエンジン仕様)	<参考> LX50 <sub>7</sub>		
仕 様	バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.9	同 左	
	運 転 質 量 (kg)	5,260	4,695	
	エンジン	メーカー名	日産	クボタ
		型 式	H 25 CNG	V 3300
	定格出力 (kW(PS)/rpm)	35.3(48)/2,600	44.1(60)/2,200	
	定格積載質量(常用荷重) (kg)	1,440	同 左	
	最大掘起力 (kN(kg))	41.8(4,260)	46.6(4,750)	
	バケット上昇時間 (s)	5.5	5.0	
	バケット下降時間 (s)	4.0	3.5	
	走行速度 前進/後進 (km/h)	25/25	34/34	
寸 法	最大牽引力 (kN(kg))	44.1(4,500)	同左	
	燃料タンク容量 (L)	228(CNG)	75	
	全 長(BOC付き)(mm)	5,015	同 左	
		全 幅(バケット)(mm)	1,990	同 左
	全 高 (mm)	3,150	2,725	
	ダンピングクリアランス(BOC) (mm)	2,500	同 左	
	ダンピングリーチ(BOC) (mm)	880	同 左	
	タイヤサイズ	17.5/65-20-10 PR	同 左	

## 3. 主な特長

本機の主な特長およびテスト結果を以下に示す。なお、以下に述べるテスト結果は、ディーゼルエンジン搭載の標準機LX50<sub>7</sub>との比較データである。

(1) 排気ガス分析結果

排気ガスの測定結果を表-2に示す。

天然ガスはメタン (CH<sub>4</sub>) を主成分とする気体燃料のため黒煙や SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> の排出がほとんどなく、更に分子中の炭素 (C) が少ないので、HC, CO も大幅に低減できる。したがって換気が必要な構内や建屋内での作業に最適である。

表-2 排気ガス測定結果

排気ガス成分	改善率
CO	100%
HC	94%
NO <sub>x</sub>	83%

注) データはエンジンローアイドル時にマフラ出口において、検知管による簡易測定結果であり、参考値とする。

(2) 騒音測定結果

点火燃焼方式 (オートサイクル) のため、振動・騒音が極めて低く、さらに排気ガスの臭いもほとんどなく、オペレータには快適な居住性を、周りにはやさしい環境を提供できる。

テスト結果では、オペ耳元騒音については数dBの低減ができたが、周囲騒音についてはエンジン定格回転速度を大幅にアップしたため、ファンの風切り音が予想以上に大きくなり、当初見込んだほどの効果は得られなかった。今後の検討課題である。

(3) 連続稼働時間および視界・整備性

228 L (45.6 Nm<sup>3</sup>) のタンクを搭載しており、通

常作業では約8時間以上の連続稼働が可能である (詳細は (5) 経済性、を参照)。

またタンクを運転席上部に置くことにより、標準車と同等の視界ならびに整備性を確保できた。

写真-2 にガスタンクの搭載状況を示す。

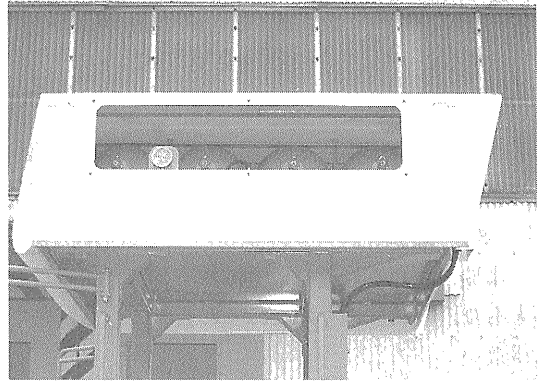


写真-2 運転席上部のガスタンク

(4) 安全性

CNGは20 MPa (約200 kg/cm<sup>2</sup>) でタンクに蓄圧し、減圧弁を通して徐々に大気圧に近い圧力まで落とし、気体燃料として使用する。

そのため、タンクの強度、ガス遮断弁、逆止弁、排気温度センサ、配管強度、更にはシートベルトを装着しなければエンジン始動できない装置等、あらゆる箇所に安全装置、安全対策を実施している。

本機の燃料系統制御システムの概要を図-1

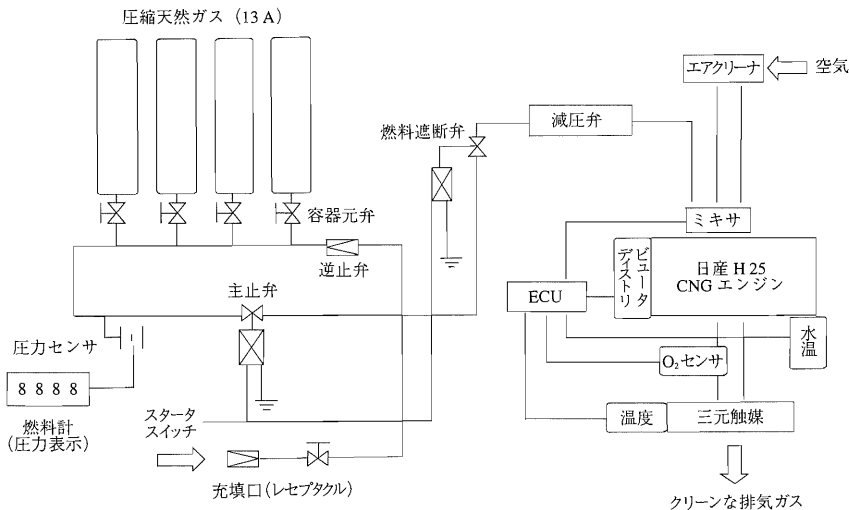
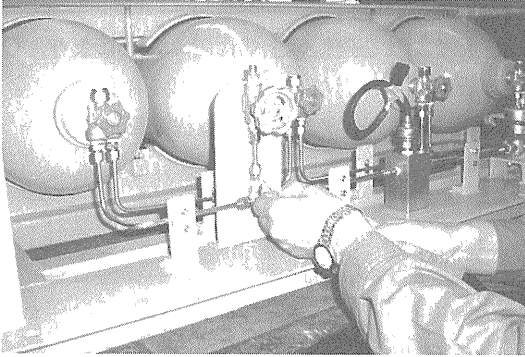


図-1 燃料系統制御システム概略図

に、気密テストの状況を写真—3に示す。



写真—3 気密テスト風景

### (5) 経済性

本機は開発1号機で建設機械業界初ということもあり、経済性についてはまだ云々できる段階ではない。

コストアップの主因であるCNG関連部品のコスト・パフォーマンスは、バス・トラック用のそれらと比較しても遜色はないと判断しているが、それでも割高感是否めない。メーカーとして原価低減を推進することはもちろん、購入者に対しては自動車と同様に補助金制度を活用することもできると考えている。これらを総合的に見ながら普及に努め、より一層の経済性向上を図りたい。

次に燃費についてのテスト結果を表—3に示す。

表—3 燃費測定結果

	CNG (Nm <sup>3</sup> /h)	ディーゼル (L/h)	備 考
掘 削	6.5	(9)	土砂の掘削 平地走行
走 行	6.1	(8)	
ローアイドル	1.2	(1.5)	

(注) 1. CNGは大気圧換算の気体容量を示す。  
2. ディーゼルエンジンは軽油で参考値。

燃費については搭載エンジンの排気量が異なるので単純比較はできないが、天然ガスの価格を60円/Nm<sup>3</sup>、軽油を70円/Lとし、稼働率を70% (掘削作業70%、アイドル30%) とすると時間あたり消費量はそれぞれ4.9Nm<sup>3</sup>、6.75Lとなる。これを金額換算すると約300円/h、480円/hとなり、燃費だけで見るとCNGエンジンの方が経済的である。

またこの結果から、一般的な作業における稼働率を70%とすると、フル充填時の大気圧換算容量が45.6Nm<sup>3</sup>であることから8時間以上の連続運

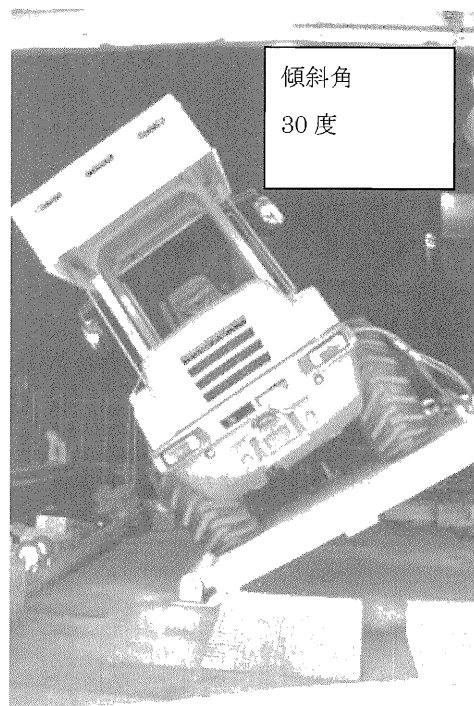
転が可能となる。

### (6) 操作性

開発機を導入予定のお客様に試乗をお願いした結果は次の通りであった。

- ① ディーゼルエンジンに比べて音が静かであり、振動も少ない。
- ② エンジンが標準機より小さいので、動きが鈍いのではないかと思ったが、力がある。
- ③ 前方・後方ともに視界が良い。

運転席天井にガスボンベを搭載しており、安定性について心配していたが、体感できるほど悪くないので安心した(写真—4に安定傾斜角測定時の様子を示す)。



写真—4 安定傾斜角測定風景

- ④ 作業・走行時の操作性、フィーリングが良い。
  - ⑤ シートベルトを着けないとエンジンがスタートできないという機構は安全で良い。
- というような開発時の狙い通りの評価を得られた。

#### 4. 燃料補給方法

本機は大型特殊自動車としての車検取得が可能であり、近くに高速充填施設を持つ天然ガスステーション（通称、エコステーション）があれば、そこまで走行し、ガスの充填を受けることができる。

近くにエコステーションがない場合は、自家用の小型ガス充填機を設置し充填を行うことになるが、その場合充填設備の大きさによるが、フル充填に数時間を要するため、本機の不稼働時間を利用してガスの充填を行うことになる。

あるいは事前に小型ガス充填機により天然ガスをポンペに充填しておき、このポンペの自圧を利用して本機に搭載されたタンクに充填する。自圧を利用して充填することからタンクにフル充填はできないが、70～80％は充填でき、また充填時間も数分で可能となる。

写真-5 に工場内で使用したカードル（ポンペを複数並べた蓄圧設備）を示す。

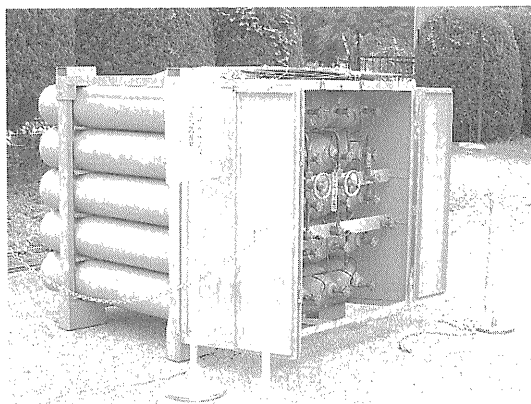


写真-5 テスト用に使用したカードル

#### 6. 今後の課題

天然ガスエンジン搭載の建設機械が普及するには、乗り越えねばならない壁が数多くある。従来トラックやバスが歩んできたのと同様に、

- ① 使用するエンジンおよび関連部品の開発と原価低減。
- ② CNG エンジンシリーズの充実による建設機械のシリーズの充実。
- ③ エコステーションの増設および充填設備機器や工事費の価格低減。
- ④ 車検を取れない（取らない）建設機械に対する当面の補助・支援金制度の確立。
- ⑤ 現場で稼働する機械へガスを供給するための移動式充填車両の開発と、それらを取巻く法規制の緩和。

等である。

これらの課題を解決し、作業環境の改善、ひいては国土の環境改善のためにはユーザ、メーカ、行政の総力を挙げた取組みが必要であると感じている。

J C M A

##### 【筆者紹介】

橋口 和文（はしぐち かずふみ）  
日立建機株式会社  
商品企画部  
主任技師



高野 光司（たかの こうじ）  
日立古河建機株式会社  
設計部  
主任技師

