

VI-236

建設車両自動運転システムの開発（その2）
ー現場での無人走行実験ーハザマ 技術研究所 正会員：*滝澤 幸信
筑波大学 電子情報工学系：油田 信一

1. まえがき

ダンプトラックをメインとした建設工事における資機材運搬作業は、各工種の中でも、最も中核的な作業の一つといえる。そこで、この作業の省人化が実現できれば、停滞気味といわれている建設産業における生産性の、飛躍的な向上につながると考え、建設車両自動運転システムの開発（図1）に取り組んでいる。一昨年の第46回年次講演会では、同システムの具体的な構想と基礎的な実験状況について報告した。本稿では、実験車の概要と、これを用いて行った実際のダム現場での無人走行実験（写真1）について報告する。

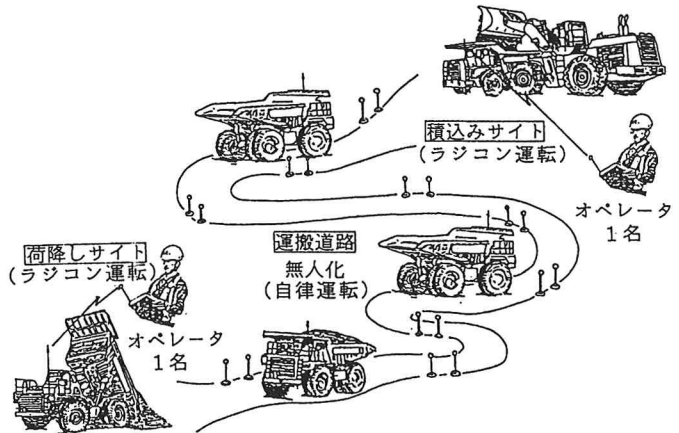


図1 建設車両自動運転システムのイメージ

2. 実験車の概要

実験車のシステム構成を図2に示す。本実験車は、機能毎に以下の3つのユニットで構成している。

1) 自動操縦機能（無人走行用CPU）

以下の2)、3)のユニットより得られる情報を統合し、通常の工事用道路を長距離にわたり無人走行するための演算処理を行う。

2) 車両位置・方位計測機能（位置・方位計測用CPU）

本実験車は、予め計画した経路を出来るだけ蛇行を少なく無人走行させる手段として以下の2種類の車両位置・方位計測系を有している。1つは、実験車に搭載したジャイロとロータリーエンコーダから成る自律計測系。2つ目は、レーザー投受光装置と路肩に設置したコーナーキューブを用いた自律計測値補正用の援助計測系システムである。

3) 前方障害物認識機能（画像処理用CPU）

無人走行中において、前方に作業員や他車両が進入してきた場合、無人車は自律的な判断によって緊急停止する等の衝突回避行動をとる必要がある。本システムでは、実験車に搭載したCCDカメラによる車両前方映像をコンピュータ処理し、作業員や他車両を認識するものである。



写真1 走行実験の状況

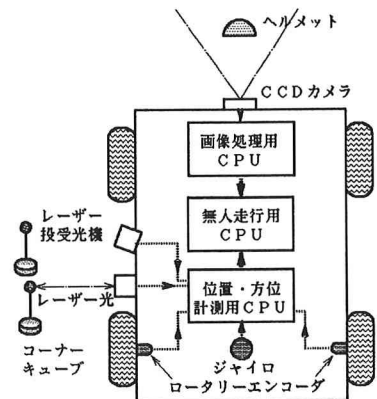


図2 実験車システム構成図

3. 実験結果およびその評価

実験は、広島県に建設中の建設省中国地方建設局八田原ダムで行った。今回の実験に使用した工事専用道路の状況を表1に示す。さらに、無人走行の実現に必要とされる目標性能と、現場実験によって得られた結果を表2に示す。

表1 実験コース環境

実験コース全長	500m
最小カーブ半径	約40m
道路横断勾配	1.5% (直線) 4.0% (カーブ)
道路幅平均	7m (2車線)
最大起伏勾配	1.0%
その他	全面舗装道路

表2 実験結果

機能	項目	目標性能	現在の性能	評価
運転モード	乗車運転機能 遠隔操縦機能 無人運転機能	※左の3つの機能を簡単に切り換えられる。	※同左	○ ○ ○
無人運転 走行性能	走行継続距離 最大走行速度 最大蛇行幅 最小旋回半径	2km以上 (1ルートあたり) 40km/h ±0.9m (0~40km/hにおいて) 15m	2km以上 (1ルートあたり) 15km/h ±0.9m (0~15km/hにおいて) 40m	○ △ △ △
車両自己位置 方位計測性能	位置計測精度 方位計測精度	±50cm ±0.5deg	±70cm ±1.6deg	△ △
前方障害物 認識性能	前方認識範囲 作業員の認識 " (曇天、小雨) 他車両の認識	20~60mの範囲 100% (晴天) " (曇天、小雨) 100% (視界不良時除く)	同左 20% (晴天) 100% (曇天、小雨) 開発中	○ △ ○ △

注) ○：完成、△：未完成

今回の実験から、以下の3つの課題が抽出された。

- 1) 自動操縦機能：急なカーブや高速走行の際、ステアリング駆動装置の動作速度が遅く、現状では蛇行幅が大きくなる傾向がある。対策として、ステアリング駆動装置の高出力化と位置・方位計測システムの精度向上を図ることにより目標の無人走行性能を達成出来ると考えている。
- 2) 車両位置・方位計測機能：ジャイロ自体の精度が不十分であったため、全体として目標精度を実現できなかった。対策としては、ジャイロのハード部分の調整と、援助計測系による自律計測系データの補正アルゴリズムの改良があげられる。
- 3) 前方障害物認識機能：晴天時では、直射日光が作業員の着用しているヘルメットに反射し、通常の色抽出が困難となる。今後は、晴天時専用のアルゴリズムを追加することを検討している。また、逆光時には、画像が完全に飽和し色抽出が不可能となるため、現在はレーザレーダ等の別センサとの併用による信頼性の向上を検討している。なお、他車両との衝突回避機能として、前方障害物認識技術を応用した他車両の認識システムを現在開発している。

4. あとがき

今後は、今回の実験で抽出された問題点を改良した後、現場実験による再評価を行う予定である。そこでは、特に今回の実験では確認できなかった最高速度40km/h、走行継続距離2km以上での性能確認に重点をおき、早期実用化を目指したいと考えている。