

# 舗装工事における各種 ICT 機器を用いた施工と施工性能評価

宇田川 健 治・古 島 勝・菊 地 重 徳

舗装工事の分野では、モーターグレーダ、ブルドーザ、アスファルトフィニッシャ、スリップフォームペーバ等が情報化施工において積極的に使われている。昨年度には「情報化施工推進戦略」が策定され、「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008」の目標の1つに「情報化施工の普及推進による工事の品質向上」が挙げられている。施工管理・監督業務の効率化においても、「施工管理データを搭載したトータルステーション (TS) を用いた出来型管理要領 (案) 舗装工事編」が、関東地方整備局によりとりまとめられ、各地で試験施工が行われている。また、非破壊で舗装密度の測定ができる機器も開発されており、コア採取することなく品質管理ができるようになった。

これらの ICT を利活用することにより、施工管理のさらなる効率化を図る。

キーワード：国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2008, 情報化施工推進戦略, 施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来型管理, 電磁波式舗装密度測定, マルチロードプロファイラ

## 1. はじめに

舗装工事においては、モーターグレーダ、ブルドーザ、アスファルトフィニッシャ、スリップフォームペーバ等が多く使われている。

今回、東京都内のアスファルト舗装工事現場において、TS (トータルステーション) 式ブルドーザを用いて路床工～上層路盤工、TS 式モーターグレーダを用いて上層路盤工、GNSS (汎地球測位航法衛星システム) 式アスファルトフィニッシャを用いて基層工、超音波式アスファルトフィニッシャを用いて表層工の施工が行われた。

施工後、レーザ式縦断プロファイラを使用し、各層 (下層路盤工、上層路盤工、基層工、表層工) で平坦性・IRI (国際ラフネス指数) の測定を行い、施工性能及び品質を確認した。

また、非破壊式アスファルト舗装密度の測定も行ったので、その概要も報告する。

## 2. 目的と概要

### (1) 目的

当現場では路床工、下層路盤工、上層路盤工、基層工、表層工全てにおいて、情報化施工機器 (表-1) を利活用した施工を行った。施工後に、レーザ式縦断プロファイラによる平坦性測定、国際ラフネス指数

(IRI) の測定、非破壊式アスファルト舗装密度の測定による、施工性能評価を行う。

表-1 情報化施工機器

工 種	施工機器
路床工	TS 式ブルドーザ
下層路盤工	TS 式ブルドーザ
上層路盤工	TS 式ブルドーザ
上層路盤工 (仕上げ)	TS 式モーターグレーダ
基層工	GNSS 式アスファルトフィニッシャ
表層工	超音波式アスファルトフィニッシャ

### (2) 各自動制御機器の概要

#### ① TS 式ブルドーザ、モーターグレーダ

TS 式は、近年舗装工、路盤工等に適用され始めている三次元マシンコントロール技術の1つである。重機制御のための計測技術にトータルステーション

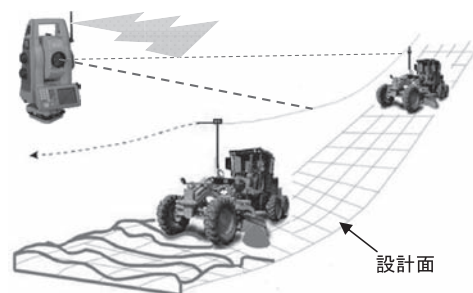


図-1 TS 式概要

表-2 TS式主要諸元

最大追尾速度	85°/秒
測距範囲	1000 m (全周プリズム)
測距精度	ファストコース ± (30 mm+2 ppm × D) m.s.e.
表示単位	10 mm
測距時間 (初回)	約 0.04 秒 (2.5 秒)
測角方式	アブソリュート測角方式
測角精度	3"
無線機能	約 300 m
使用時間	連続追尾: 約 3.5 時間
国土地理院登録	2級 A トータルステーション

(TS) を利用するため、高精度な高さ精度が得られ、舗装工、路盤工等の仕上げ精度が要求される作業に最適なシステムである。TS 式のシステム概要を図-1 に、主要諸元を表-2 に示す。

② GNSS (汎地球測位航法衛星システム) 式アスファルトフィニッシャ

GNSS 式は、近年舗装工、路盤工等に適用され始めている三次元マシンコントロール技術の1つである。重機制御のための計測技術にGPS (アメリカ合衆国製) 及び、GLONASS (ロシア連邦製) などの人工衛星を使用している。測位方式にはリアルタイムキネ



写真-1 GNSS式基地局設置状況

マティック測位方式 (RTK 測位方式) を採用し、水平精度±数 cm を確保している。また、高さ方向に幅を持つ回転レーザを併用することにより、高さ精度を mm 単位で設定することができる。GNSS 式のシステム概要を図-2 に、主要諸元を表-3 に GNSS 式基地局設置状況を写真-1 に示す。

③超音波式アスファルトフィニッシャ

超音波式は、3次元設計データに基づいた制御ではなく、超音波センサによりロープ、縁石、既設路面などの基準高までの距離を測定する。測定したデータはコントロールボックスへ送られ、スクリーンを自動制御する。超音波式の取り付け状況を、写真-2 に、主要諸元を表-4 に示す。

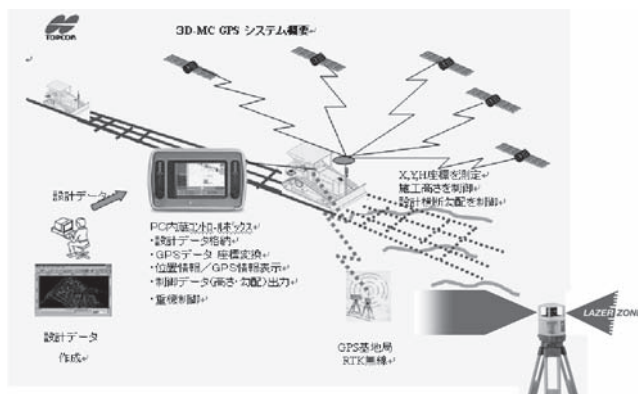


図-2 GNSS式概要

表-3 GNSS式主要諸元

RTK 観測	受信衛星	GPS (24 衛星) アメリカ GLONASS (現在 14 衛星) ロシア
	受信衛星数	最大 20 個
	データ出力	10 Hz
	水平精度	± (10 mm+1.5 ppm × D) m.s.e.
レーザ	使用範囲	± 10° (5 ~ 30 m) ± 5 m (30 ~ 300 m)
	高さ精度	分解能 1"
	回転数	600 min <sup>-1</sup>
	チャンネル	4 ch
設定単位		1 mm

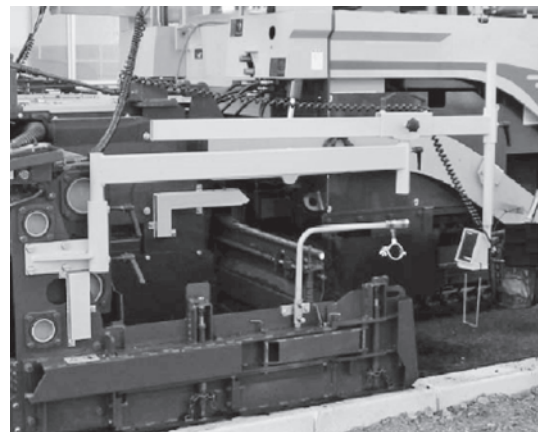


写真-2 超音波式取り付け状況

表-4 超音波式主要諸元

検出範囲	0.4 m ~ 1.0 m	
検出分解能	0.7 mm	
超音波	発信音の広がり	直径 15 cm at60 cm 直径 25 cm at90 cm
	温度補正	温度センサ、温度補正金具
	反射面寸法	φ = 3 mm 以上
	反射面角度	± 4° 以内 (鏡面) ± 10° 以内 (散乱面)
制御範囲	± 3 cm (標準)	
設定単位	1 mm	

### 3. 施工性能評価方法

#### (1) 工事概要

本検証は、東京都内のアスファルト舗装工事現場で実証した。

#### (2) 施工性能評価方法

今回の施工性能評価方法は、3つの指標（平坦性、IRI、テクスチャ）を同時に測定することができるMRP2000を使用し、平坦性（3mプロフィールメータによる方法）測定と、国際ラフネス指数（IRI）、を測定した。又、非破壊式アスファルト密度測定機（PQI302）による密度測定を行った。

##### ①舗装路面の平坦性測定

3mプロフィールメータにより、平坦性を測定する。

##### ②国際ラフネス指数（IRI）

国際ラフネス指数（IRI）は、1986年に世界銀行が提案した路面のラフネス指標で「2軸4輪の車両の1輪だけを取り出した仮想車両モデルをクォーターカー（図-3）と呼び、このクォーターカーを一定の速度で路面上を走行させたときの車が受ける上下方向の運動変位の累積値と走行距離の比（m/kmまたはmm/m）を、その路面のラフネスとする」と定義され、各国で採用されており、我が国においても、高速道路における平坦性の評価に優れるIRIを新たな平坦性の指標として採用されている。

又、今回の路面の凸凹等の測定方法とIRIの算出方法は、縦断プロファイル測定装置で縦断プロファイルを測定し、QC（クォーターカー）シミュレーションによりIRIを算出した。

図-3にクォーターカーモデルを示す。

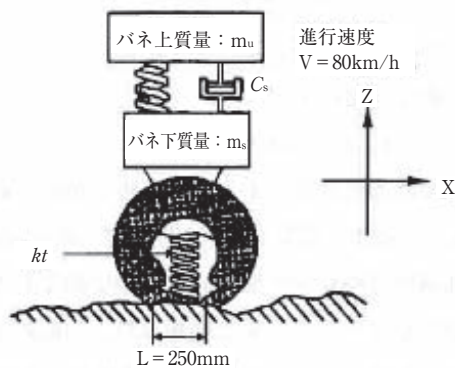


図-3 クォーターカーモデル

##### ③アスファルト舗装密度測定器（PQI301）

PQI301は、測定面（底面）より電磁波を出し、設定した舗装厚さの密度を約3秒で測定できる。コア採

取することなく測定することができるため、施工管理、監督の簡素化を図ることが期待できる。

PQI301の測定状況を、写真-3に示す。



写真-3 PQI301 測定状況

### 4. 結果と考察

#### (1) 検証施工の実施

TS式ブルドーザによる施工状況を写真-4に、GNSS式アスファルトフィニッシャーによる施工状況を写真-5に示す。各制御機器により舗設された路面は、良好な仕上がりであった。



写真-4 TS式ブルドーザ路盤施工状況



写真-5 GNSS式基層施工状況

(2) 各種試験結果

①舗設路面の平坦性

MRP-2000 による平坦性測定結果を表一5に測定状況を写真一6に示す。

表一5 平坦性測定結果

上層路盤工	$\sigma = 2.68 \text{ mm}$
基層工	$\sigma = 1.96 \text{ mm}$
表層工	$\sigma = 1.10 \text{ mm}$



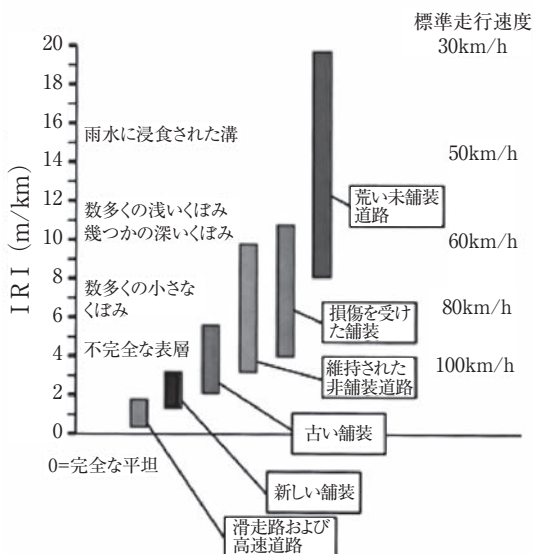
写真一6 MRP-2000 測定状況

②国際ラフネス指数 (IRI)

MRP-2000 による IRI 測定結果を表一6に示す。

表一6 国際ラフネス指数測定結果

上層路盤工	4.73
基層工	2.54
表層工	1.77



図一4 路面性状とラフネスの関係

③アスファルト舗装密度測定器 (PQI301)

PQI302 による、現場密度の測定結果は、コア供試体の採取による密度の測定結果と同等の測定結果が得られた。

(3) 考察

①情報化施工による、品質の向上

3D-MC などの情報化施工機器を用いて施工することにより、従来工法と比較すると均一で高精度な品質が得られる。

②情報化施工による、品質の確保、管理の効率化

現在、舗装工事における出来形、品質管理では、コア供試体により、舗装厚さ、現場密度の測定、アスファルト量などの現場試験が行われている。

しかし、コア供試体の採取方法や、コアの穴の埋戻しが適切でないと、そこから舗装が破損することがあり、舗装のライフサイクルコストを低下させている。

そこで、「施工管理データを搭載した TS (トータルステーション) による出来形管理」や、PQI301 などの非破壊でアスファルト舗装の出来形、品質管理を行う手法を採用する事により、施工現場でコア採取することなく出来形、品質管理を行うことができると考えられる。

(4) 今後の課題

情報化施工機器は、高精度な仕上がりが得られるが、次のような課題もある。

- ①初期導入コストが高い。
- ②システムを取り扱う専門知識を有した技術者が必要。

(5) まとめ

情報化施工により、施工の効率化や施工精度が確保できる。TS による出来形管理、非破壊式アスファルト舗装密度測定器等の採用により、施工管理、監督の効率化を図ることができる。

5. おわりに

近年、地球温暖化問題が大きく取り上げられ、情報化施工による施工効率の向上が、CO<sub>2</sub> の発生低減につながると期待されている。また、少子高齢化による、熟練オペレータ不足の適応策としても、期待されている。しかし、情報化施工を構成する主要技術は、機械制御技術、油圧制御技術、TS・GNSS による測量・測位技術、3次元設計データを扱う情報利用技術など、

多岐にわたる。そのため、システムを取り扱う技術者の育成が急務である。弊社では、生産性の向上、高精度な施工を実現する情報化施工を様々な現場で利活用していきたいと考えている。

最後に、今回の検証施工に多大なご協力を頂いた発注者、現場担当者、(株)トプコン販売、(株)クマタカエンジニアリング、西尾レントオール(株)殿に、深く感謝申し上げます。



《参考文献》

- 1) 舗装調査・試験法便覧, 社団法人 日本道路協会, 平成 19 年 6 月
- 2) 情報化施工推進戦略, 国土交通省, 平成 20 年 7 月 31 日

[筆者紹介]

宇田川 健治 (うたがわ けんじ)  
前田道路(株)  
工事事業本部 工務部 機械センター



古島 勝 (ふるしま まさる)  
前田道路(株)  
工事事業本部 工務部 機械センター  
係長



菊地 重徳 (きくち しげのり)  
前田道路(株)  
製品事業本部 機械部  
係長



## 橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
  - ・ 共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
  - 1) 鋼橋編
    - ・ 送出し設備質量算出式の改定
    - ・ 少数主桁架設歩掛の改正
    - ・ 歩道橋(側道橋)一部歩掛改定
  - 2) PC橋編
    - ・ 多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
    - ・ 架設桁架設工法 歩掛の改定
    - ・ トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

■ B5 判 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)  
別冊約 120 頁 セット

■定 価

非会員：8,400 円 (本体 8,000 円)  
会 員：7,140 円 (本体 6,800 円)

※別冊のみの販売はありません。  
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。  
※送料は会員・非会員とも  
沖縄県以外 600 円  
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>