

ICT 舗装（路盤工）の施工について

(株)ニューテック康和	土木本部	千葉支店	山崎明洋
(株)ニューテック康和	土木本部	工事部	竹之内芳計
(株)ニューテック康和	土木本部	千葉支店	畔蒜椋也

概要：近年、人口の減少や少子高齢化が進んだことに加え、若年労働者の建設業離れにより、建設業の担い手確保が大きな課題となっている。その対策として、将来にわたる社会資本の効果的な整備を図るために、人材確保と生産性向上の推進が挙げられる。本稿は後者である生産性向上を目的として、舗装工事に注目した。3次元設計データを用いた自動制御 ICT 舗装を施行し、施工性、経済性について評価したものである。

Key Words：ICT, 路盤工, モーターグレーダ

1. はじめに

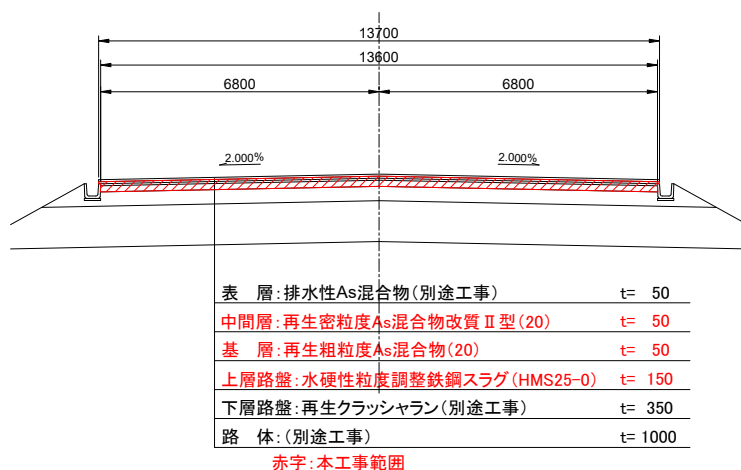
本工事は、銚子連絡道路延伸に伴う舗装改築工事である。当初設計では従来施工方法（以下、従来施工）での発注であった。現場規模・条件等の検討を行った結果、路盤工の ICT 舗装施工（以下、ICT 施工）の試行する現場として有効と判断し、ICT 施工を実施した。本稿は、従来施工と ICT 施工の施工性、経済性について報告を行うものである。

2. 工事概要

工事件名	国道道路改築工事（舗装工その2）		
施工場所	千葉県山武郡横芝光町芝崎地先		
発注者	千葉県道路公社		
施工延長	L=320m		
標準幅員	W=13.7m		
上層路盤工(HMS-25)	厚 15cm	A=4,350 m ²	
基層工(再生粗粒度)	厚 5cm	A=4,220 m ²	
中間層(再生密粒度)	厚 5cm	A=4,250 m ²	

※ICT 施工作業範囲 上層路盤工のみ
標準断面図を図-1、現場平面図を図-2 に示す。

図-1 標準断面図



山崎明洋

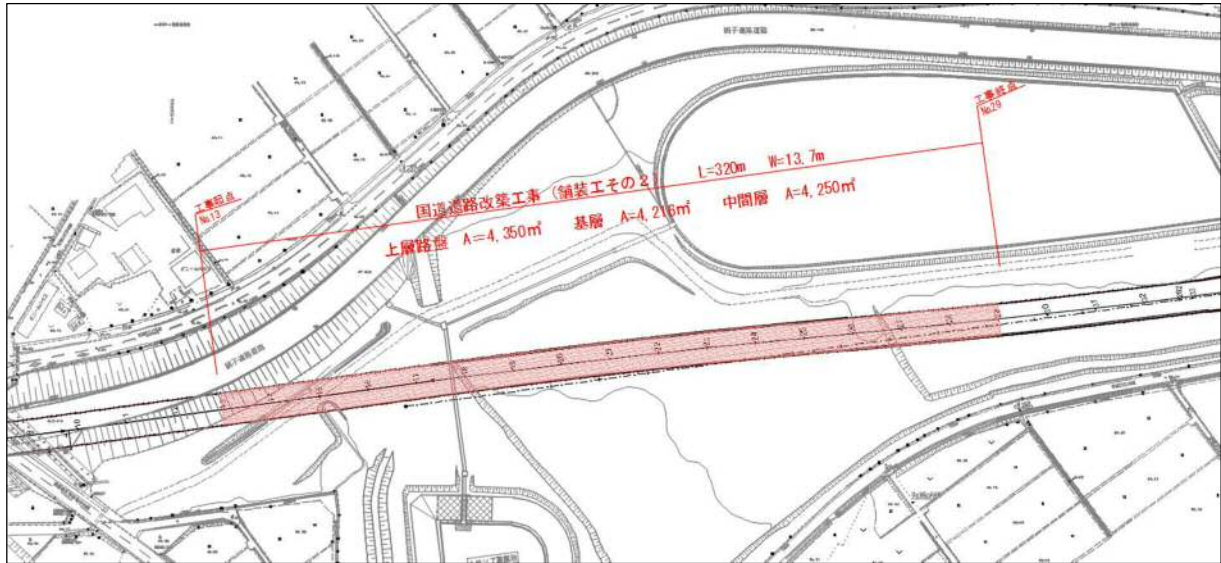


竹之内芳計



畔蒜椋也

図-2 現場平面図



3. 従来施工と ICT 施工との比較

3.1 工法の比較

従来施工は、道路中心線測点ごとに丁張を設置し、路側の構造物と水系を用いて結び縦横断の高さをスケール等にて目視確認しながらモーターグレーダにて敷均しを行う工法である。

一方、ICT 施工は、自動追尾トータルステーション（以下、TS）にてモーターグレーダの位置情報と 3 次元設計データを照合比較し、モーターグレーダのブレードを自動制御して高精度な敷均しを行う工法である。本工事で使用した ICT 施工概要を表-1 に示す。

表-1 ICT 施工概要

現況測量	レベル・トータルステーションを使用し、測量業者が実施
3 次元設計データ作成	測量業者によるデータ化
情報化施工（建機データ）	建機リース社が実施
ICT 建機	3.1m 級 ICT モーターグレーダ（写真-1）
ICT 建機操作方法	マシンコントロール
3 次元位置検出方法	TS 方式（写真-2、写真-3）
基準点	現場内 5 箇所



写真-1 3.1m 級 ICT モーターグレーダ



写真-2 建機側受信機



写真-3 TS 設置

3.2 性能の比較

従来施工と ICT 施工との比較を施工性と経済性において行った。

3.2.1 施工性

施工性の評価は、施工速度と施工精度について行った。表-2 に従来施工と ICT 施工の施工手順及び施工速度を示す。

表-2 施工手順および施工速度の比較

	従来施工	ICT 施工
施工 手 順	(1)現況測量	(1)3次元測量・3次元データの解析
	(2)丁張設置 (レベル測量等)	(2)TS 設置 (基準点視準)
	(3)水系により、スケール直視にて検尺、スプレーにて切り盛り高さを路面にマーキングする	(3)モーターグレーダの運転席内コントロール BOX の起動 敷均し高さの設定、表層 FH=-145mm (本現場)
	(4)モーターグレーダにて整正作業	(4)モーターグレーダにて整正作業
	(5)各ローラにて締固め	(5)各ローラにて締固め
	(6)再度(3)工程	(6)TS 検測測定器により高さ確認
	(7)再度モーターグレーダ、手作業にて整正調整作業	
	(8)各ローラにて締固め	
	(9)再度(3)工程にて確認	
施工 速 度	施工面積：4,350 m ² 過去実績施工速度：700 m ² /日 (施工日数：4,350 m ² /700 m ² =6日)	施工面積：4,350 m ² 施工日数：3日 施工速度：4,350 m ² /3日 = 1,450 m ²

従来施工では、作業前に丁張の設置、水系の設置、検尺および路面へのマーキング作業等が必要となり敷均し作業を開始するまでの重機待機時間が発生する。更に、敷均し転圧作業完了後も再度検尺とマーキング作業で確認をし、それを繰り返し行う。

一方、ICT 施工では、TS の設置、自動追尾の動作確認後すぐに、敷均し作業を行えるため重機の待機時間が減り、マーキング作業および高さ確認作業の必要もないため生産性は大幅に上がった。施工状況を写真-4 に示す。

その結果、従来施工による施工速度が700 m²/日（過去実績）に対して、ICT 施工は1,450 m²/日と2倍以上の施工速度を有することが明確となった。

路盤材敷均し作業においては、従来の重機操作で路面の平坦性を確保するため切盛り（上下）のブレード操作と余剰骨材の配分方向に注意し作業する。しかし、ICT 施工では、ブレード作業（上下）を自動で行うため、余剰骨材の配分方向のみの作業に集中できた。更に、オペレーターが重機から降りて、目視で敷均し具合を確認する必要もないため、作業をスムーズに行うことができ ICT 施工の作業操作速度は熟練オペレーターの作業速度と同等と感じた。

次に施工精度であるが ICT 施工した場合、碎石敷均し転圧完了後に基準高を測定した結果、1 回の敷均し作業で概ね±15mm 以内におさまっていた。従来施工では数回敷均し作業および検尺作業を行わなければ得られない施工精度である。したがって上層路盤の敷均し作業としては、高い施工精度で施工できると判断できる。更に、従来施工では敷均し完了後高さ確認の測定時、測定する作業員により個人差があったのに対して、ICT 施工ではマーキング作業が不要なため人為的な誤差がなかった。

上層路盤の敷均し作業を高い施工精度で施工できた結果、基層工を施工する際のアスファルト合材の割り増しが、表-3 に示すように従来施工より大分抑えられた。縦断方向だけでなく横断方向に対しても、凹凸なく平坦に仕上げられた結果だと考えられる。

表-3 基層工 アスファルト合材実績使用量

	従来施工	ICT 施工
施工面積	4,420 m ²	4,420 m ²
舗装厚	基層厚 5cm	基層厚 5cm
使用アスファルト合材量	再生粗粒度 550 t	再生粗粒度 510 t
費用	5,500,000	5,100,000
費用対比	1	0.93

3.2.2 経済性

表-4 に従来施工と ICT 施工の機械費・労務費、表-5 に ICT 施工に必要な設備費および表-6 に従来施工と ICT 施工の総費用の比較を示す。

表-5 に示すように ICT 施工にはデータ作成等の設備費が必要となるが、表-4 に示すように日当たり施工量が ICT 施工にすることで従来施工より優れており、本工事規模（4,350m²）の施工面積であれば、従来施工よりも費用を抑えて施工できる結果となった。

更に、3.2.1 施工性記述の通り上層路盤の施工精度が向上したため、基層工のアスファルト合材使用量が抑えられ、費用面で寄与できた。



写真-4 上層路盤敷均し状況

表-4 機械費および労務費の比較

品名	数量	単位	単価	従来施工	ICT 施工
モーターグレーダ	1	台	15,000	15,000	
モーターグレーダ (ICT 建機)	1	台	30,000		30,000
マカダムローラ	1	台	8,000	8,000	8,000
タイヤローラ	1	台	9,000	9,000	9,000
振動ローラ	1	台	6,000	6,000	6,000
作業員 (重機運転手含む)	7 / 6	人	22,000	154,000	132,000
燃料費	180	L	110	19,800	19,800
1日当たり金額				211,800	204,800
施工日数				6日	3日
金額				1,270,800	614,400

表-5 ICT 施工に必要な設備費

品名	数量	単位	単価	金額
建機側コントロールBOX	3	台/日	12,000	36,000
システム基本料金	1	式	55,000	55,000
自動追尾 TS 検測セット	3	台/日	14,000	42,000
保証料	3	台/日	1,800	5,400
システム設置諸経費	1	式	165,000	165,000
現地3次元データ作成	1	式	280,000	280,000
計				583,400

表-6 総費用の比較

	従来施工	ICT 施工
機械・労務費	1,270,800	614,400
設備費等	0	583,400
計	1,270,800	1,197,800
費用対比	1	0.94

4. ICT 施工の現場の声

当初、ICT 建機及び TS の取扱いに現場職員および作業員に不安があった。しかし、現場での実機を前にしてリース社の説明を受けて、イメージしていたよりも難しいものではなく従来施工以上に精度の高い路盤面を修正することができた。施工完了状況を写真-5に示す。

以下に、現場作業員の意見を集約する。

- ① マーキング作業がないため腰をかがめての測定作業が不要なため負担が軽くなった。
- ② マーキング作業で発生するスプレー缶の準備および廃棄処分の作業が不要となった。
- ③ ブレード作業 (上下) の必要がないため、構造物際の箇所などは構造物に接触しないよう注意す



写真-5 上層路盤転圧完了状況

ればよいだけのため、作業効率が向上する。

- ④ 敷均し作業および転圧作業の際に道路中心線上に、丁張水系がないため作業が容易にでき、丁張を気にして下をみなくていいため周囲の確認が行いやすい。

5. ICT 施工の注意点

施工データの断面は 20m ピッチにて作成した。短いピッチで断面を作成すると細かい勾配変化になってしまうため波打つ原因となる。曲線部は 5m ピッチ程度から作成し、データを見て波打つようだとピッチを長くして作成する等の工夫が必要である。

今回の現場状況は、周りに障害物がなく TS の自動追尾が良好な状態で行えた。それでも碎石運搬車の車体に阻害され、幾度か自動追尾をしきれない場面があった。通行車両の多い場所、建物等が多い場所では自動追尾の方法を検討しなければならないと感じた。

TS1 台につき ICT 建機 1 台となる。複数台 ICT 建機がある現場では混線に注意が必要で、自動追尾範囲は 150m 程度である。

道路中心線上の施工には注意が必要である。道路中心線が横断勾配の頂点で振り分けられているため、ICT 建機が道路中心線に近い位置にあると自動制御ブレードが R 側の高さで L 側の高さを混同する。従来施工は横断勾配の低いほうから敷均しを行うが、ICT 施工では道路中心線側から行ったほうがスムーズに施工が行えた。

碎石敷均し作業において、転圧後の仕上がり高さを想定して敷均し高さを設定する必要がある。今回は想定より若干転圧後の沈みが大きかった (-5mm 程度)。施工途中で設定高さの修正を行った。その点においては経験と勘が必要と感じた。

6. まとめ

銚子連絡道路延伸に伴う舗装改築工事にて、生産性向上を目的とした路盤での ICT 施工を試行した。本試行の範囲内で明確となったことを以下に示す。

① 施工性

- ・従来施工より施工速度は 2 倍以上となった。
- ・熟練オペレーターと同等の技術で敷均しを行うことができる。
- ・上層路盤敷均し作業の高い施工精度が確保できる。

② 経済性

- ・日当たり施工量が増加するため施工日数の短縮できた。
- ・本工事施工量 (4,350 m²) 以上あれば従来工法より有効である。
- ・施工精度が向上したことにより、後工程のアスファルト合材の使用量が抑えられた。

③ 現場の声

- ・従来施工以上に精度の高い路盤面を整正することができた。
- ・検尺などの負担の大きい作業が減少した。
- ・現場内に丁張がなく、ブレード作業も自動制御のため周囲の確認が行いやすくなった。

なお、ICT 施工を検討するにあたり関係各位の指導をいただき、ここに謝意を表すものである。