

論文名 『法枠吹付工における品質確保とICT法面の出来形管理の試行について』

工事名 令和元年度 1号丸子地区東工事用道路工事

地区名 静岡地区

会社名 木内建設株式会社

主執筆者氏名 安田 衛 00022981

工事名	令和元年度 1号丸子地区東工事用道路工事				
工事場所	静岡市駿河区丸子赤目ヶ谷地内				
工期	令和2年3月12日 ～ 令和4年3月31日				
発注者	国土交通省 中部地方整備局 静岡国道事務所				
工事概要	工事用道路工 工事延長 L=74.0m				
	仮橋・仮栈橋工事 w=6.0m				
	上部工		109.6	t	
	覆工板設置		396	m <sup>2</sup>	
	仮設高欄		132	m	
	仮設防護柵工				
	落石防護柵 H=3.0m		109	m	
	法枠吹付工				
	法枠工 □300 1,500×1,500		3,288	m <sup>2</sup>	(4,204m)
	植生工		240	m <sup>2</sup>	
	法面吹付工 t=8cm		54	m <sup>2</sup>	
	調査業務				
	用地測量・補償調査		1	式	
	地質調査		1	式	

## 1. はじめに

平成13年7月に斜面点検により地すべり地形を確認し、平成16年に降雨に伴う地すべり変動を確認し、以後、地すべり観測機器・調査の実施を継続し、平成26年に変動を確認した。

変動が確認されている法面の直下には、国道1号丸子バイパスがあり、法面防災対策事業の1工事として、法面防災工事に伴う工事用道路工事を行う予定でした。

法面防災工事を進める中で、私有地を工事用地として使用する中で借地契約の締結に時間を要し、工事内容の変更を余儀なくされ法面工事の法枠吹付工を下段部分の施工のみ行う事となりました。

工事用道路工事については、引き続き線形（ルート）変更の検討及び借地部の用地測量や補償調査、地質調査を並行し実施しました。



着手前写真

## 2. 法枠吹付工における懸案事項とICT法面の試行

急遽、法面工事を施工する事となり通常工事と異なり準備期間もなく行い、会社内及び協力業者の協力のもと施工検討を行い、懸案事項の抽出を行いました。

### 《懸案事項》

- 1) 法枠吹付工の施工時期が冬期施工となる為、吹付モルタルの強度低下の防止対策及び品質確保が必要であった。
- 2) 材料の供給についても施工ヤード（吹付プラント・使用材料置場等）のスペースが狭隘かつ大型車両の搬入が困難である。
- 3) 法枠吹付工の施工箇所は、切土整形を行わず、現状法面に合わせて法面清掃完了後に施工する。法面整形基面でない為、法枠組立が困難であり、また吹付モルタルの品質に影響を及ぼす恐れがある。



法面清掃後の現況



不陸調整箇所測定

- 4) 法枠吹付工の施工後に鉄筋挿入工の計画があり、施工面が崩積土（堆積土砂）であった為、鉄筋挿入施工時に孔内崩壊の恐れがあり、その後の施工に影響がある。
- 5) 施工箇所の平均法長約30mあり、出来形検測においては法枠吹付延長が約4,200mある為、出来形管理基準より40m毎の測定106箇所を検測する。  
但し、ICT法面を今後実施していく上で、試行的に実施し、検測成果を検証して今後の施工に繋げる。

上記5項目の懸案事項に対し解決策の検討を行った。

### 3. 改善策と実施結果

懸案事項における改善案と実施結果については、下記の通りです。

#### 《 改善案 1) 》

吹付モルタルの配合については、土木工事追加特記仕様書より使用する細骨材の配合比 C : S = 1 : 4 及び W/C = 45% ~ 55% の規定を満たす現場配合を計画し、試験練りを実施した。

#### (設計条件)

水セメント比	45~55%
単位セメント量	400kg/m <sup>3</sup> 以上
空気量	空気量4%を想定(一般的な数値)

また、冬期施工又は夏期施工時において、初期プラスチック収縮ひび割れの発生抑制を防止する目的とコンクリート小片の剥離・剥落防止(表面剥離の低減)の為、ファイバー(モルタル・コンクリート用ポリプロピレン微細繊維)を使用した。

冬期施工による吹付したモルタルの凍結防止対策として凍結防止剤(ベルワンP)も含め品質確保を行った。



凍結防止剤(ベルワンP)



投入状況

#### 《 実施結果 1) 》

現場練り吹付モルタルの品質においては、塩化物含有量・圧縮強度σ<sub>28</sub>は全てにおいて管理規格を満たし、現場法吹付面もクラックの発生もなく、不良箇所もありませんでした。また、冬期期間での施工でもあり、圧縮強度試験σ<sub>7</sub>をすべての施工日に実施し、設計基準強度の70%をすべて上回り、圧縮強度試験σ<sub>28</sub>の設計基準強度σ<sub>ck</sub>=18N/mm<sup>2</sup>に対し平均圧縮強度25.3N/mm<sup>2</sup>であった。

吹付モルタル品質管理表		材料名	
項目	内容	単位	規格
塩化物含有量	0.05%	%	0.05%
圧縮強度σ <sub>7</sub>	19.7	N/mm <sup>2</sup>	18.0
圧縮強度σ <sub>28</sub>	25.3	N/mm <sup>2</sup>	18.0

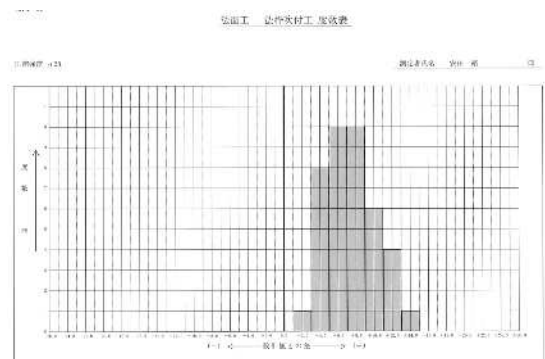
凍結防止剤投入管理表		材料名	
項目	内容	単位	規格
投入量	100kg	kg	100kg
投入回数	1回	回	1回

吹付モルタル打設管理表		材料名	
項目	内容	単位	規格
打設日	2023.12.15	日	2023.12.15
打設時間	10:00~12:00	時間	10:00~12:00
打設箇所	1F 廊下	箇所	1F 廊下
打設厚	50mm	mm	50mm
打設面積	10.0	m <sup>2</sup>	10.0
打設量	0.5	m <sup>3</sup>	0.5

吹付モルタル打設管理表		材料名	
項目	内容	単位	規格
打設日	2023.12.15	日	2023.12.15
打設時間	10:00~12:00	時間	10:00~12:00
打設箇所	1F 廊下	箇所	1F 廊下
打設厚	50mm	mm	50mm
打設面積	10.0	m <sup>2</sup>	10.0
打設量	0.5	m <sup>3</sup>	0.5



平均値	25.3	N/mm <sup>2</sup>
最大値	31.1	N/mm <sup>2</sup>
最小値	19.7	N/mm <sup>2</sup>
最多値	23.5	N/mm <sup>2</sup>
データ数	40	

《 改善案 2) 》

材料供給は、4 t 車両をベースとして細骨材（砂）と袋詰めセメントの小運搬を行い、材料の供給が滞る事の無い様に施工ヤードの位置を施工箇所の奥側とした。



伐採完了後撮影

《 実施結果 2) 》

材料供給の滞りによる作業工程遅延もなく、また作業通路導線と吹付配管等の区別けを行う事で作業効率の低下も無く工程通り作業を終了できました。



吹付プラント設置状況



資材搬入通路

《 改善案 3) 》

法枠吹付工の施工基面が現状法面で行う為、激しい凹凸部においては型枠と地山との間に間隙が生じ、変形によるひび割れの発生の恐れがあり、施工が困難であったが現状地盤と同等となるソイルセメントの下地吹付けをすることで施工精度を確保した。



下地吹付状況



吹付作業状況

《 実施結果 3) 》

下地吹付けを行い、法枠吹付モルタルの型枠及びモルタルの品質の影響を及ぼさない様に凹凸部を極力なくすことで出来形・品質とも良好であった。

《 改善案 4) 》

法枠吹付工の箱抜き（挿入孔）を施工するにあたり、下部法面の現状法面土質が崩積土（堆積土砂）であり、削孔した孔内壁の自立が困難であると想定されました。

孔内壁が自立できない場合、単管掘りから二重管による工法を変更し、コアボーリングを行うなど挿入孔寸法をφ65mmより大きくする必要がありました。

将来工事の工法変更を想定して箱抜き寸法を大きくすることで施工ロスの軽減に努めた。



箱抜き穴設置



φ65からφ115へ変更

《 実施結果 4) 》

今後の施工においての検証となるが、現状地盤土質が崩積土（堆積土砂）であり、法面工事の経験者及び専門業者からの意見をもとに実施したものであります。箱抜き型枠径を大きくするだけであり、今後において類似工事があった場合には経験知識として参考としていきたい。

《 改善案 5) 》

ICTの活用を順次行っていくなかで、ICT法面工（吹付工）を出来形管理検測で、現場においては試行活用として実施した。

法枠吹付出来形においては、従来の出来形管理検測方法とUAVによる検測方法で法枠の高さ・幅・枠中心間隔（縦・横）を同一箇所で行った。

○主要工種から順次、ICTの活用のための基準額を拡充。

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度 (予定)
<b>ICT土工</b>					
	ICT舗装工(平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度:コンクリート舗装)				
	ICT浸漚工(浸漚)				
		ICT浸漚工(河川)			
		ICT地盤改良工(高圧・中圧混合岩盤)			
		ICT法面工(吹付工)			
		ICT付帯構造物設置工			
			ICT地盤改良工(深層)		
			ICT法面工(吹付法枠工)		
			ICT舗装工(新設工)		
			ICT基礎工・ブロック幅付工(新設)		
			ICT構造物工		
			民防等の要領を踏まえた基準の策定・改定		



UAV測量実施状況

《 実施結果 5) 》

前記述にて下地吹付けの実施においても、施工前・後の事前検証の結果は測定誤差は近似値の数値であった。

測定結果一覧表

二級全 吹付法吹工 (1)吹付法吹工(1)吹付法吹工

二種 吹付工

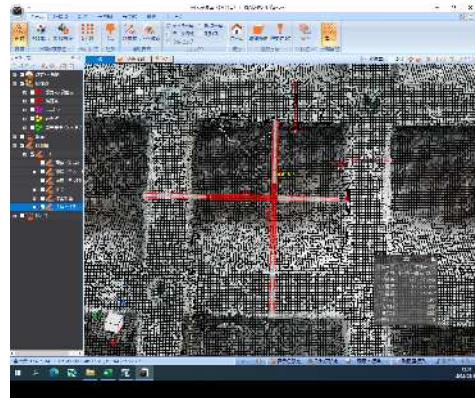
種別 吹付法吹工

測定者 安田 智

また、当工事において、吹付法吹工でのICT法面工を試行的に活用した結果、出来形寸法の幅・高さ・枠中心間隔は施工管理基準の規格値内に収まりました。



従来出来形管理写真



UAV点群データ出来形

法吹付工の出来形寸法（幅・高さ・枠中心間隔）の測定値を通常検測とUAV検測で比較検証を行った。結果、測定数19箇所 平均値で0~4mmの測定誤差、最大値・最小値では0~20mm誤差でありました。

※幅・枠中心間隔の縦横の検測差より高さの前後（奥行き）での検測差において若干ではあるが誤差が現れた。

測定結果総括表

二種 吹付工

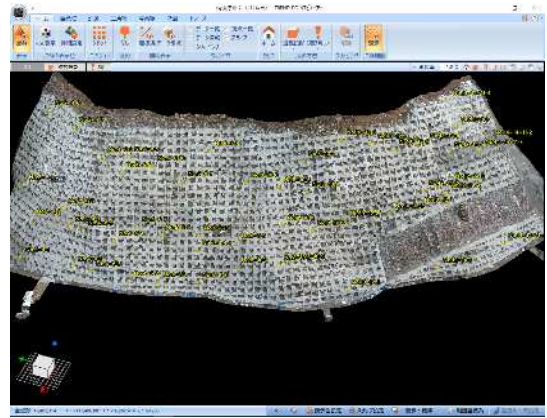
種別 吹付法吹工

測定項目	測定値		規格値		測定誤差		検出率		検出率	
	平均値	標準偏差	最大値	最小値	最大値	最小値	検出率	検出率	検出率	検出率
幅	1400	10	1400	1400	0	0	100%	100%	100%	100%
高さ	100	5	100	100	0	0	100%	100%	100%	100%
枠中心間隔	1400	10	1400	1400	0	0	100%	100%	100%	100%

#### 4. 終わりに



法枠吹付工完了



UAV測量による点群データ



仮栈橋工事 着手

今回の工事においては、法面防災に関わる工事の為に工事用道路でありました。  
法面工事と並行し工事用道路の線形変更の検討から用地測量・補償調査等を行い、  
主たる工種である工事用道路（仮橋・仮栈橋工事）を全延長約525m内65mを工期終盤でしたが着工  
することができ良かったと思えました。今後、この経験が違う施工場所で生かせる様にしていきたい。