

透水性コンクリート吹付工の採用による 工程短縮について

宮崎県土木施工管理技士会
旭建設株式会社
工事部技術部長
木下 哲 治
Tetsuji Kishita

1. はじめに

平成24年6月27日の梅雨前線に伴う時間あたり最大54mm、24時間累計267mmの豪雨により道路山側上方からの沢地形が拡大崩壊した。また、道路路側の構造物が約25m区間で大きく崩壊、道路下部の海岸沿いの斜面も大きくえぐられ崩壊したため、全面通行止めとなっていた。

今回の工事は、国道448号本牧地区の道路決壊箇所を早急に復旧し、国道の道路上部及び道路下部斜面の崩壊対策を実施することで、一般通行者の方々の安全を確保するものである。

工事概要

- (1) 工 事 名：本牧工区道路災害復旧工事
- (2) 発 注 者：宮崎県串間土木事務所
- (3) 工事場所：宮崎県串間市大字市木
- (4) 工 期：平成25年2月5日～
平成25年10月2日
- (5) 工事内容（図-1）

道路上部：現場吹付法枠 F200 $A=810.4\text{m}^2$

（枠内モルタル吹付 $t=8\text{cm}$ ）

現場吹付法枠 F300 $A=187.5\text{m}^2$

（枠内割栗石設置）

落石防護柵 $A=50.0\text{m}^2$

道路下部：現場吹付法枠 F200 $A=1,218.8\text{m}^2$

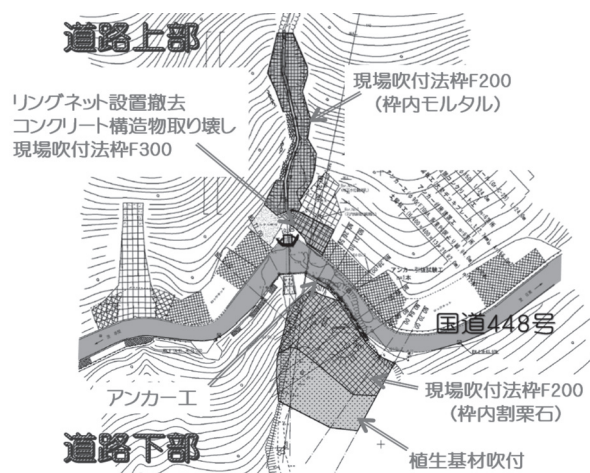


図-1 施工平面図

（枠内割栗石設置）

植生基材吹付 $t=5\text{cm}$ $A=684.0\text{m}^2$

アンカー工 $N=9$ 本

道路上：排水構造物工1式、舗装工1式

今回の工事は昨年の梅雨の大雨による災害復旧工事であるため、梅雨の季節をむかえる前に道路上部及び道路下部の現場吹付法枠工及び枠内中詰めまで完了させておかなければ、新たな2次災害の危険性があった。

アンカー工の施工を完了させ道路上の安全を確保したうえで現場吹付法枠の施工に着手した。

道路上部を1班体制、道路下部を2班体制とし増員、増班により工期短縮を図った。

そして本工事の工程管理において最も大きな検

討を必要とするのは、災害の誘因でもある斜面からの湧水の処理を目的とした現場吹付法枠工の枠内割栗石設置の施工であり、その工程短縮について、品質管理を含め問題点を提起する。

2. 現場における問題点

枠内割栗石設置施工における問題点

①道路下部（海岸沿い）の法面は、8分以上の勾配が約70%占めており、凹凸が非常に激しいことから、中詰め割栗石の設置が非常に困難である。急峻であることで将来的な地震等の影響により、中詰めされた割栗石の抜け出しも発生しやすく、随時、周囲の割栗石も進行的に抜け出し崩壊する危険性が懸念される。（図-2、図-3）

また、斜面はガリ侵食の進行が非常に激しいこともあり、割栗石の背面地山からの湧水や雨水が浸透及び流下することで、背面地山が容易に浸食され空洞化し、割栗石が沈下する危険性も考えられる。

②割栗石設置には、クレーン（25t）での割栗石搬入が不可欠であり、時間制限等の交通規制が必要となる。

図-4のクレーンの設置位置は一番道幅が広い箇所に着いた場合であるが、それでも大型車両は通行ができない状況である。（図-4）

③実績としての標準的な枠内栗石積み（ $t=20\text{cm}$ ）の施工は、日当たり施工 $4\text{m}^2/\text{人}$ 。

枠内面積 830m^2 を10人体制で行った場合、21日必要となる。

しかし、急勾配での施工難と激しい凹凸により栗石の使用量が大きく食い込むことから、1.5倍の手間がかかると思われる。また、時間規制内での施工とクレーン据付撤去時間を考えると4～5時間/日（56%）となることから、施工日数は実働で56日以上と予想される。

これはあくまで10人体制で施工した場合であり、割栗石をワイヤーモッコで吊った状態でしか施工できない区間では5人での施工となるため、この日数以上かかることが容易に考えられる。



図-2 施工箇所



図-3 施工箇所

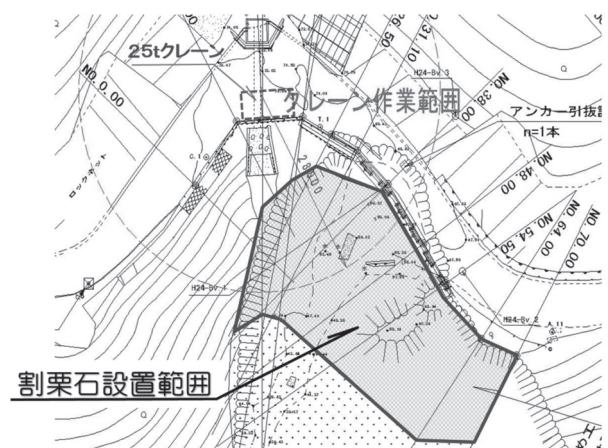


図-4 クレーン作業範囲

当初設計の目的や機能、品質を十分に考慮したうえでの工程短縮に対する対策検討を要する。

3. 対応策と適用結果

問題点①では地形的な条件により品質の確保が難しいこと、問題点②ではクレーンによる施工条件から地域住民に影響の大きい時間制限による交通規制が必要なこと、そして問題点③では湧水対策である割栗石設置が梅雨の季節に入るまでに完了できないことがあげられた。

それらの諸問題を解決するため社内にて検討を行った結果、現場吹付法枠の枠内に対して透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）での施工を発注者に提案した。

透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）はNETIS No. KK-990039-A に登録された新技術で、従来のコンクリート吹付工と同等の強度を有しながら、礫相当の透水係数（ $1 \times 10^{-1} \text{cm/S}$ 以上）を兼ね備えたのり面保護工法である。

問題点①に対して透水性コンクリート吹付工は吹付により地山と密着した施工が可能であり、背面地山からの浸透水をザルコンの連続空隙により流下速度を減衰させながら法尻へと排水していくことができる。そのため吹付背面のガリ浸食や空洞化を抑制し、法面保護としての機能を確保する。

問題点②に対しては吹付けによる透水性コンクリートとして、別ヤードの吹付プラントからの長距離圧送で施工できることから、道路を占有する必要がなく、時間制限による交通規制を回避することが可能である。

問題点③に対しては、吹付施工効率が通常のコンクリート吹付とほぼ同等であることから、透水性コンクリート吹付量 83m^3 に対して実働施工日数が11日であり、梅雨時期に入る前に施工を完了

表-1 工程表

	5月	6月	7月
吹付法枠	●		
枠内栗石	●	●	●
ザルコン	●		

↑
梅雨に入る前に完了させたい

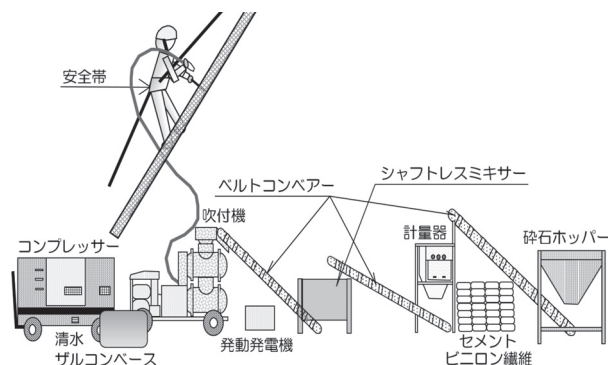
表-2 比較表

提案工法：透水コンクリート吹付工（ザルコン）／従来工法：中詰め栗石				
項目	活用効果			比較の根拠
経済性	向上	同程度	低下	枠内栗石積み $3,062\text{円/m}^2$ 透水コンクリート吹付工 $6,760\text{円/m}^2$
品質	向上	同程度	低下	栗石積みは施工の熟練度、心身のコンディションにより品質にバラツキ。 透水コンクリートは法枠との一体化、強度も 12N/mm^2 以上となる。
安全性	向上	同程度	低下	従来のモルタル吹付と変わらないので、クレーン使用時の道路上での危険性や、栗石の落下による災害の危険性を回避できる。
施工性（工率）	向上	同程度	低下	透水コンクリート吹付はモルタル吹付と同じ施工方法であり、施工日数は1日と80%以上の工程短縮となる。
長期にわたる排水性	向上	同程度	低下	割栗石は長期的に背面の土砂流出量が多いので、空洞ができ、緩みが発生する。 透水コンクリートは全面排水であるため、長期的に空疎率、透水係数の低下はほとんどない。

させることが十分可能となる。

当初設計の中詰め割栗石設置と透水性コンクリート吹付工（ザルコン工法）の比較については表-2の通りとなる。経済性には劣るものの品質、安全性、施工性、排水性について活用効果が向上すると思われるため、承諾により施工を実施した。

施工方法については、計量された各材料（セメント、骨材、ビニロン短繊維）を、ベルトコンベアにてシャフトレスミキサー（強制練りミキサー）内に投入し、3分以上攪拌した。その後、シャフトレスミキサーで攪拌された材料をベルトコンベアにより吹付機内に投入し、規定量に希釈されたザルコンベースと練り混ぜ、コンプレッサーからの圧縮空気により、圧送ホース、先端ノズルを通して吹付を行った。



◎示方配合

	セメントC (kg)	骨材S (kg)	調 整 水 水 (ℓ)	ザルコンベース (ℓ)	ビニロン繊維 (kg)
1m ³ 当たり	300	1,500	113.5	6.5	2.0

※ 0.15V0%

図-5 吹付プラント及び配合表

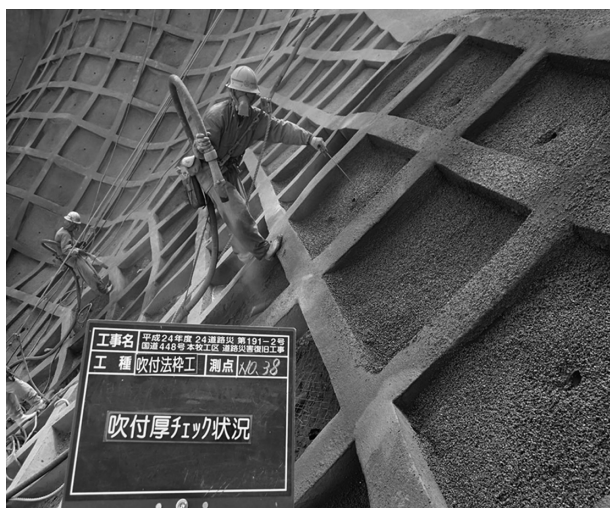


図-6 吹付状況

透水性コンクリート吹付は、7号砕石どうしをセメント及び混和剤により付着させることで、骨材間の微細な隙間から水を排水する構造になっている。

骨材には少なからず、製造過程においてダスト分が付着しており、その付着量も一定していない。そのダスト分を出来るだけ少なくすることが透水性性能を向上させることにつながる。

そのため、搬入した骨材をストックヤードにおいて、タイヤショベルにより攪拌しながら散水車にて骨材洗浄を行い、その後、砕石ホッパーへ搬入するようにした。(図-7) 規定の透水性試験に



図-7 骨材洗浄状況



図-8 透水性コンクリート供試体

加え、図-8のような供試体を作成し、ペットボトルの水が浸透していく様子を目視により確認を行った。

今回の透水性コンクリート吹付工の採用により当初設計での背面地山からの排水機能や品質を十分に確保しつつ、最大の課題だった工程短縮を達成することができたと思う。

この年の宮崎県の梅雨入りが6月4日に対して、5月25日に吹付が完了し、実働として10日程度、当初作業予定日数に対して80%近い工程短縮となり十分な成果があった。全体工期としても1ヶ月以上早く工事を完了することができた。

4. おわりに

宮崎県においても三方よしの取り組みが活発になりつつある中で、工程短縮により早期の一般通行者への安全安心の確保、そして、住民の方々にとって最も負担の大きい交通規制を回避できたことは、住民、発注者、企業にとって大きな利益につながったと思います。

最後に、今回の災害復旧工事に際して、多くのご指導をいただいた発注者である宮崎県申間土木事務所の方々をはじめ、各関係機関の皆様、そして、工事期間中、多大なご迷惑をおかけする中、ご理解とご協力をいただいた住民の皆様に対して、無事工事を完了できたことに感謝申し上げます。