

Ⅲ－B 95 高強度吹付けコンクリートによるNATM支保構造の合理化に関する一報告

飛島建設 土木設計部 正会員 熊谷幸樹
飛島建設 名古屋支店 正会員 松尾勝弥
飛島建設 技術研究所 正会員 平間昭信
日本道路公団 川北真嗣
日本道路公団 佐野信夫

1. はじめに

近年、わが国では、NATMにおける支保構造の合理化が推し進められており、その一手段として、吹付けコンクリートの高強度化が挙げられる¹⁾。今回、高強度吹付けコンクリートの適用による「吹付け厚さの低減」および「一掘進長の延伸」を目指した試験施工を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験施工の概要

2. 1 検討配合

吹付けコンクリートの検討配合を表－1に示す。

2. 2 試行パターンと試行割付け

検討した試行パターンを表－2に、各試行パターンの割付け平面図を図－1に示す。

試行1では、区間①と区間②において、吹付け厚さのみを変化させ、吹付けコンクリートの高強度化により吹付け厚さの低減が可能であるかを検証した。試行2では、区間③と区間④において、一掘進長のみを変化させ、吹付けコンクリートの高強度化により一掘進長の延伸が可能であるかを検証した。

2. 3 支保効果の確認方法

試行パターンの支保効果の確認は、地山変位の収束値および最大変位速度の大小比較で検討した。図－2に示すように、地山変位は一断面の測点数を増やしたA計測により測定し、初期値は吹付け約2.5時間後とした。

2. 4 地山状況

発進作業坑でみられた地山の地質構成は、主に熱水変質が著しい白川花崗岩（白亜紀）よりなり、塩基性貫入岩類が一部に分布し、各区間ごとに以下の3つに区分された。

区間①：高角度（70°以上）の節理が発達し、変質の進んだ花崗岩

区間②～③：発進作業坑と鋭角に交差する塩基性貫入岩類と著しい変質帯を伴う花崗岩

区間④：割れ目沿いに若干の赤褐色の変色が見られるが、比較的硬質の花崗岩

これらの地山状況を相対的に判定すると、区間④、区間①、区間②～③の順に悪い地山性状であった。

なお、試行区間の土被りは、100～115m程度であった。

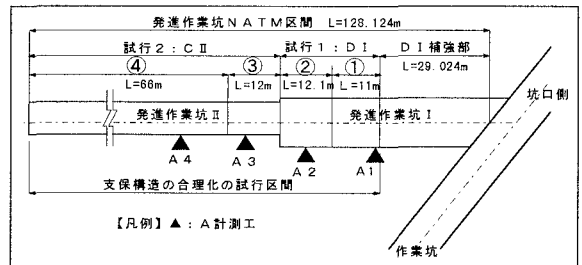
表－1 検討配合

配合区分	水セメント比(%)	細骨材率(%)	単位量 (kg/m ³)				高性能減水剤添加率	急結剤	
			セメント	水	細骨材	粗骨材		種別	添加率
通常	56.8	65.2	380	216	1126	610	—	通常用	7% ^{*1}
高強度	45.0	63.3	450	203	1035	610	0.6% ^{*1}	高強度用	10% ^{*1}

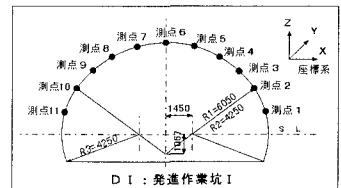
注^{*1}：高性能減水剤および急結剤添加率は、セメント単位重量の重量百分率である。

表－2 検討した試行パターン

試行No.	試行目的	試行区間	地山等級	配合区分	一掘進長	吹付け厚さ	鋼製支保工	長さ耐力	ロックボルト		掘削断面積 (m ²)
									延長方向	周方向	
試行1	吹付け厚の低減	区間①	D I	通常	1.0m	15cm	H-125	3m	1.0m	1.2m	61.0
		区間②	D I	高強度	1.0m	10cm	上・下半	18tf	1.0m	1.2m	
試行2	一掘進長の延伸	区間③	C II	通常	1.2m	10cm	—	3m	1.2m	1.5m	36.9
		区間④	C II	高強度	1.5m	10cm	—	12tf	1.5m	1.5m	



図－1 試行パターンの割付け平面図



図－2 A計測工（三次元計測）

キーワード：NATM、高強度吹付けコンクリート、支保構造、合理化、A計測

連絡先：〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 TEL 03-3288-6515 FAX 03-3288-5285

3. 試行結果および考察

各試行区間における天端沈下および上半内空変位の経時変化を図-3、図-4に示す。また、試行にあわせて実施した強度試験から得られた各配合のヤング係数の経時変化を図-5に示す。

3. 1 試行1：高強度化による吹付け厚の低減

1) 地山変位の収束値について 天端沈下はともに約7mmと同程度であった。上半内空変位は通常配合が26mmに対し、高強度配合の方が17mmと小さい値となった。

2) 最大変位速度について 天端沈下は通常配合が吹付け2.5日後で4.7mm/日に対し、高強度配合が吹付け直後に7.1mm/日であった。また、内空変位は通常配合が2.5日後で12.9mm/日に対し、高強度配合が直後に17.2mm/日であり、高強度配合の方がいずれも大きい結果となった。これは、通常配合では下半掘削により上下半掘削が2.5日間中断し、最大変位速度の発生時点では両配合で材齢が異なり、図-5に示すとおり通常配合の方が高い軸剛性(吹付け断面積×ヤング係数)があったためと考えられる。なお、吹付け厚さの実測値(支保工間凹部)は、通常配合が17cmで、高強度配合が12cmであった。

3) 考 察 高強度配合の区間②の地山状況が通常配合の区間①よりも相対的に悪かったことも考慮すると、地山変位の収束値の大小比較からは、吹付けコンクリートの高強度化により吹付け厚さを低減した試行パターンは、通常のD Iパターンと同等以上の地山変位の拘束効果があったものと考えられる。

3. 2 試行2：高強度化による一掘進長の延伸

1) 地山変位の収束値について 天端沈下は通常配合が4mmに対し、高強度配合が0mmであった。また、内空変位は通常配合が15mmに対し、高強度配合が4mmであり、高強度配合の方がいずれも小さい値となった。

2) 最大変位速度について 天端沈下は通常配合が吹付け直後で3.7mm/日に対し、高強度配合が吹付け直後で0.1mm/日であった。また、内空変位は通常配合が直後で6.7mm/日に対して、高強度配合が直後で3.2mm/日であり、いずれも高強度配合の方が小さくなった。これは、図-5に示すとおり高強度配合の方が同一材齢で高い軸剛性が得られたためと考えられる。

3) 考 察 高強度配合の区間④の地山状況が通常配合の区間③よりも良かったことを考慮する必要があるが、吹付けコンクリートの高強度化により一掘進長を延伸した試行パターンは、通常のC IIパターンと同等以上の地山変位の拘束効果があったものと考えられる。

4. まとめ

本試行では、同一材齢で通常配合よりも高い剛性が得られる高強度吹付けコンクリートの適用により「吹付け厚さの低減」および「一掘進長の延伸」の可能性が見出せた。今後は、諸々の地山で同様の試行を実施し、NATMにおける支保構造の合理化に向けた基礎データを蓄積していきたい。

＜参考文献＞ 1) 松尾ほか：NATMにおける高強度吹付けコンクリートの支保効果に関する一報告、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集第VI部門、pp. 142-143, 1995

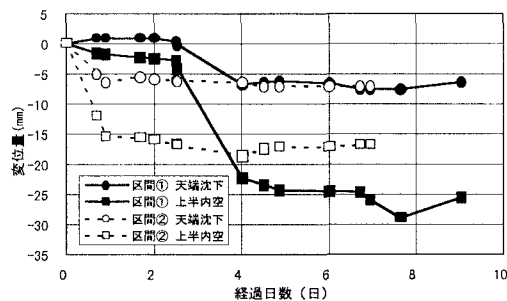


図-3 試行1の天端沈下・内空変位の経時変化

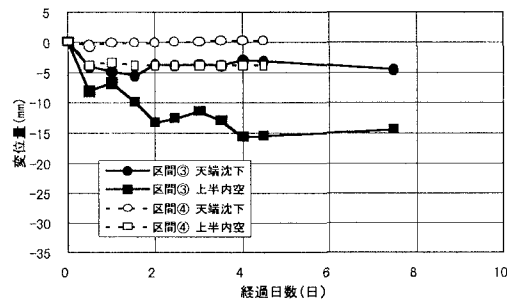


図-4 試行2の天端沈下・内空変位の経時変化

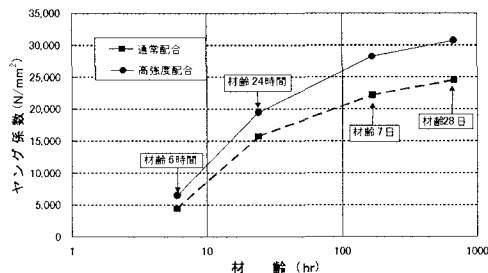


図-5 通常および高強度配合のヤング係数の経時変化