

トンネル覆工用高流動化コンクリートの初期強度特性

宮崎大学 工学部 学生員の佐藤 正一

宮崎大学 工学部 正会員 瀬崎 満弘

インフラテック 正会員 南 英明

1. まえがき

トンネル掘削工法として、NATM工法が広く用いられている。NATM工法では、吹付けコンクリートはロックボルト、鋼製支保工とともに主要な支保部材である。しかし、ショットクリートは掘削された地山に直接吹付けられるために、施工時の跳ね返り率が30%を超える場合があり施工管理に与える影響が大きい。そこで近年、ECL工法と呼ばれ、吹付けコンクリートの代わり型枠を用いて現場打ちコンクリートを加圧し、地山に密着し、密実で高品質の覆工体を構築するというトンネル施工方法が普及しつつある。

本研究ではECL工法の基礎的研究として、超早強セメント、高炉スラグ微粉末を用いて初期ならびに長期強度を有しかつ水密性の高い2成分高流動化コンクリートについての初期強度特性について検討した。

2. 使用材料、試験方法

2. 1 使用材料

本試験で使用した材料を表-1に示す。

2. 2 配合ならびに試験方法

本配合は表-2に示す。なお、コンクリートの空気量は2%としスラングフロー値は 55 ± 5 cmとした。コンクリートの混練方法を図-1に示す。コンクリート混練後JIS A 1101に準じスラングフロー試験を行った後に、コンクリートをスクリーニングしたモルタル分でブロッカー貫入試験(JIS A 6204)を行い、その貫入抵抗 35 kg/cm^2 時を始発時間として始発時間のみを測定した。

圧縮試験供試体の作成について、No.1~No.6はコンクリート打設後型枠側面を木ずちにて10回程度軽く叩き締固めを施した。No.7は比較のための標準コンクリートとしており、配合設計時のスラングフローは 15 ± 2.5 cmであり、供試体はJIS A 1132に準じて作成した。供試体は、気中養生し材令2,4,8,24時間で試験に供した。

3. 試験結果・考察

3. 1 試験結果

表-2にスラングフロー値ならびにブロッカー貫入試験より得られた凝結始発時間を示す。

・ブロッカー貫入試験

ブロッカー貫入試験においては、配合No.7の凝結

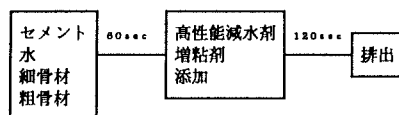
表-1 使用材料

超早強普通セメント	比重3.03, フロー値 $4800 \text{ cm}^2/\text{g}$
高炉スラグ微粉末	比重2.91, フロー値 $6170 \text{ cm}^2/\text{g}$
細骨材	山砂, 比重2.57, FM2.59
粗骨材	JIS2005砕石, 比重2.58, FM6.57
高性能減水剤	高縮リリゲン
材料分離低減剤	水溶性セロースエーテル

表-2 コンクリート配合ならびに試験結果 (kg/m^3)

配合 No.	セメント C	スラグ Slag	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	増粘剤 (g)	減水剤 (%)	スラングフロー (cm)	凝結時間 (分, 秒)
1	300	200	242	718	750	90	3.0	59.5	27'15"
2	350	150	242	714	746	90	3.0	60.0	26'44"
3	400	100	242	720	752	80	3.0	55.0	27'15"
4	300	200	219	793	734	-	3.95	50.0	20'40"
5	350	150	219	792	734	-	3.95	53.5	19'32"
6	400	100	219	794	736	-	3.95	50.5	17'40"
7	350	-	169	887	915	-	0.4	13.5	17'12"

ただし、No.7は標準配合であるのでスラングを測定した。
増粘剤は外割とし、減水剤率 $\times (C+Slag)$ とした。



始発時間が約 7~10分間遅れている。
これは標準配合No. 7の $w/c = 48.3\%$ を基準として配合設計を行っており、その他の配合より単位水量が 30 kg/m^3 増加していることと、かつ高性能減水剤を使用しているために、各配合毎に単位セメント量の増減があるにもかかわらず、使用単位水量の上限値を超えために凝結時間が遅れたものと考えられる。

配合No. 4~6では、高性能減水剤を使用限界近傍で添加しているにもかかわらず、前配合よりも単位水量が減じているために凝結始発時間が配合No. 7に近づいていることがわかる。このことから本試験で用いている粉体 500 kg/m^3 に関しては高性能減水剤の最大添加量近傍においての使用単位水量は 219 kg/m^3 が限界値であろうと考えられる。

・圧縮試験

圧縮試験結果を図-2,3に示す。

図-2(No.1~3)において、No.1は2時間

強度が 64 kgf/cm^2 であり、No.2,3に関しては単位セメントの増減に関係なく強度は 80 kgf/cm^2 と一定値を示し、その後、配合No.1~3は材令8時間から24時間までほぼ等間隔で緩やかに強度（強度差 20 kgf/cm^2 ）が緩やかに増加する傾向がみられる。

図-3 (No.4~7) においても単位セメント量 300 kg (No. 4)のものは、図-2の同一セメント量(No.1)との比較すると同様な強度の伸び性状がみられ、この単位セメント量に関して本実験では単位水量の影響を受けていないことがわかる。配合No. 5, 6は、材令2時間で 100 kgf/cm^2 を超え、その後も強度は急速な伸びを示し材令4時間で約 200 kgf/cm^2 に達している。配合No.6は、材令2時間ではNo.7との強度差が 50 kgf/cm^2 であるが、材令8時間を境にNo.7の標準配合の値とほぼ等しい値を示している。

3. 結 論

本実験において、単位セメント量 300 kg のものは材令2時間の初期強度には単位水量の影響を受けることなく一定の値を示した。また、今回の結果では材令2時間においては標準配合との強度差が顕著に認められるものの凝結始発時間が標準配合に接近するほど材令4時間以降での強度の伸び性状が同様な傾向を示すことが配合5,6から認められた。

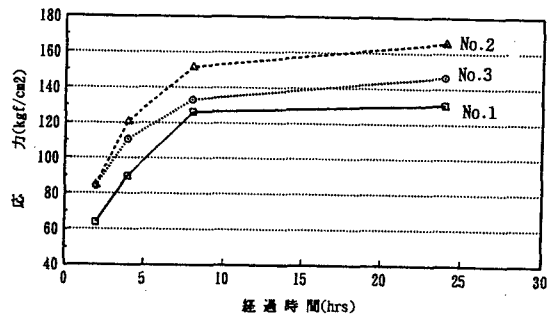


図-2 No.1 ~ No.3 圧縮強度-経過時間

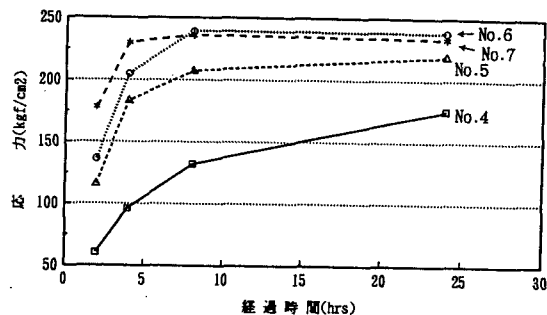


図-3 No.4 ~ No.7 圧縮強度-経過時間