

二次覆工用中流動コンクリート

■ 概要

山岳トンネルの覆工コンクリートは狭隘な施工空間に起因した充填不良やコールドジョイントなどの不具合による耐久性の低下が問題とされてきました。セントルやバイブレータの改良による対策に加え、コンクリートの充填性能向上が検討され、型枠バイブレータで充填できる中流動コンクリートを採用した「トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート編)_東・中・西日本高速道路(株)」が制定されたことで、施工例が増えています。

■ 中流動コンクリートの特性

- ・スランプ 15cm の普通コンクリートとスランプフロー65cm の高流動コンクリートの中間的な性状です(図 1)。
- ・型枠バイブレータによる軽微な締固めで充填します。
- ・材料分離抵抗性能をフライアッシュや石灰石粉で得る粉体系と増粘剤添加型高性能AE減水剤で得る増粘剤系が選択できます(表 1)。
- ・フレッシュ時に必要な性能は表 2 で規定されます。

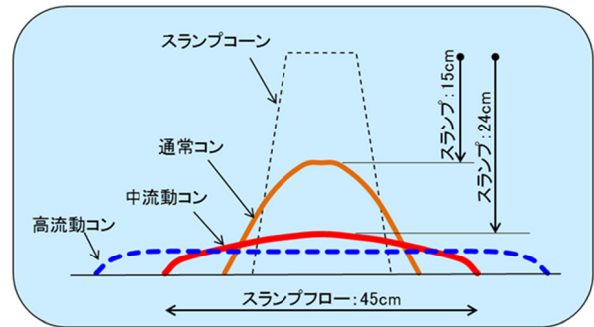


図 1 流動性能のイメージ

表 1 粉体系と増粘剤系の特徴

粉体系	増粘剤系
<ul style="list-style-type: none"> ・産業副産物が有効利用できる ・コンクリートが緻密化し長期耐久性が向上する 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造コストの変動が小さい ・設備に追加が少ない ・強度の低下がない
<ul style="list-style-type: none"> ・プラントに専用サイロが必要 ・若材齢強度がやや低い ・粉体の品質変動を考慮した製造管理が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・分離抵抗性がコンクリート温度の影響を受けやすい ・単位セメント量は 330kg 以上必要

表 2 配合決定のための基準

項目	基準値
材齢 28 日圧縮強度	18N/mm ²
スランプ	21.0±2.5cm *
スランプフロー	35~50cm *
加振変形後の広がり	10±3cm
U 形充填高さ(障害なし)	280mm 以上
空気量	4.5±1.5% *
最大塩化物含有量	300g/m ³
材齢 28 日の曲げ靱性係数	1.40N/mm ²

*: 筒先採取試料



写真 1 加振変形試験

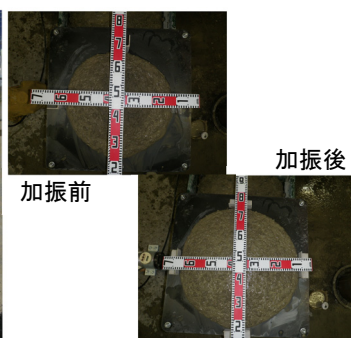


写真 2 U 型充填試験

■ 配合例

覆工に使用される標準的な 24-15-20 と中流動コンクリートの配合は表 3 のようになります。

表 3 配合例

	Gmax mm	W/C %	s/a %	単体量 (kg/m ³)					
				水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
標準	20	55.0	42.0	165	300	—	771	1072	1.80
粉体系 1	20	64.8	50.0	155	270	100* ¹	869	899	3.52
粉体系 2	20	64.8	49.5	175	270	100* ²	859	888	4.07
増粘剤系	20	51.5	51.5	175	340	—	908	868	4.76

*1: フライアッシュ *2: 石灰石微粉末

■ 施工方法の特徴

【圧送と打込み】

- ・コンクリートは低速度でなるべく連続して圧送します。
- ・分岐管を採用し両側壁の打設高さを同じにします。
- ・既設側から片押しで打ち込みます。

【締固め】

- ・バイブレータはトンネル軸方向 3m、断面方向 2m を目安に型枠表面の加速度変化が小さくなるよう設置します。
- ・コンクリートに吸収される振動エネルギーが一定になるように加振時間を決定します。

【側 圧】

- ・側圧を常時計測し、移動型枠の設計強度を上回らないよう打ち上がり速度を調整します。
- ・型枠バイブレータを作動させると瞬時に液圧まで上昇しますので、型枠の変形や移動に注意します。



写真 3 型枠バイブレータ

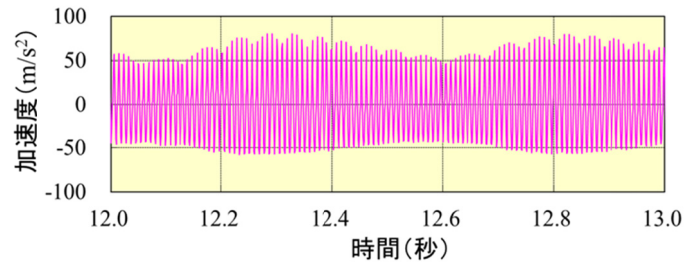


図 2 型枠表面の加速度測定例

■ 硬化後の性状

- ・使用材料により若材齢強度に違いがありますが、脱型時間が遅れることはありません。
- ・粉体量が多いことから長期強度の伸びが期待でき、緻密で耐久性の高いコンクリートです。
- ・均質でコンクリート流動痕の少ない覆工となります。

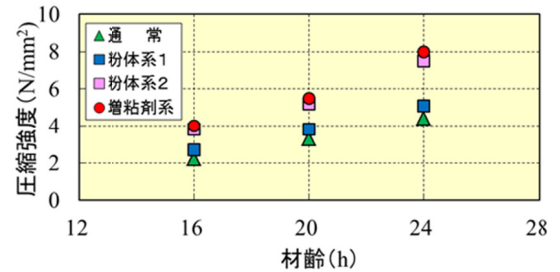


図 3 若材齢強度



写真 4 流動状況 (壁部)



写真 5 同 (アーチ部)



写真 6 表面の仕上がり

■ 実績

工事名	発注者	時期
舞鶴若狭自動車道 田上トンネル工事	中日本高速道路(株)名古屋支社敦賀工事事務所	2012. 6～2012. 7
津軽ダム県道付替 湯ノ沢トンネル工事	国土交通省東北地方整備局津軽ダム工事事務所	2012. 7～2012.10

■ 関連資料

- ・トンネルと地下, VOL.44, No.7, 2013.7
- ・土木学会 第 68 回年次学術講演会, 2013.9
- ・日本道路協会 第 30 回日本道路会議, 2013.10
- ・奥村組技術研究年報, No.39, 2013



写真 7
実大モデルによる
アーチ部打設試験