

排水シールドトンネルにおけるインバートコンクリートの性状の検討開発

株式会社 奥村組 札幌支店 正会員 ○加藤清孝
株式会社 奥村組 技術研究所 正会員 東 邦和

株式会社 奥村組 札幌支店 中村誠喜
株式会社 奥村組 札幌支店 岩永 直

1. 検討の目的

シールドトンネルにおいて、インバートコンクリートとして図1のようにシールドマシン後続台車を掘進と同時に牽引させるため、下部（一次）コンクリートが打設される場合がある。

図2のように、下部（一次）コンクリートの要求性能は台車の通過時の仮設構造としての強度で決定され、8時間後 0.47N/mm²である。このため、スランプが極端に小さく、早期強度発現性に優れ、経済的である表1に示す配合を適用することを計画した。

表1 下部（一次）コンクリート設計配合

単位量 (kg/m ³)						
W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	AE減水剤 (kg/m ³)
43.7	31.3	83	190	678	1557	1.9

しかし、表1の配合で現地の骨材を用いて試験練りを行ったところ、透水性の高いコンクリートとなった。排水トンネルでは、インバートコンクリートに浸透した湧水にセメント分が溶出し、トンネル排水の性状がアルカリ性となることが懸念された。本

稿では、これに変わる数種類のコンクリート配合を提案し、トンネル湧水を模擬した流水中でコンクリートを養生させ、セメント分の溶出状況を確認する試験を実施した。

2. 試験手順

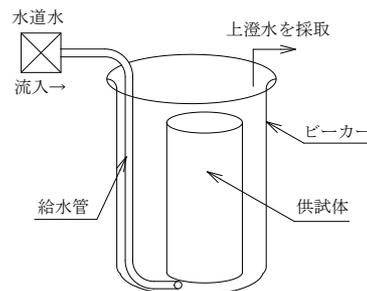


図3 試験模式図

写真1 試験状況

試験装置の模式図を図3に、試験状況を写真1に示す。作成後1日気中養生したΦ100×200mmの供試体をビーカーに投入し、給水管を用いて蒸留水を連続的に供給する。給水量は、設備上調整可能で最小である50ml/分とした。ビーカーに連続して給水し、あふれた上澄水を採取してpHとカルシウムイオン量を測定する。供試体投入前を初期値とし、投入直後から材齢10日まで毎日測定した。試験に用いた配合を表2、使用材料を表3に示す。当初の配合をA-1、セメント量を固定し、ペースト量を増加（単位水量を増加）させた配合をA-2、A-3、スランプが0cm程度の配合をB-1、スランプが8cm程度の配合をC-1

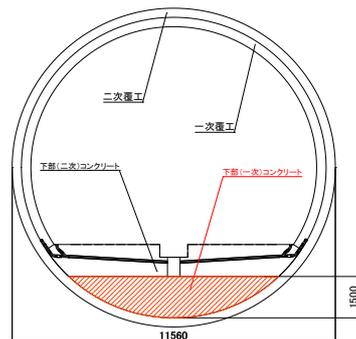


図1 トンネル断面図

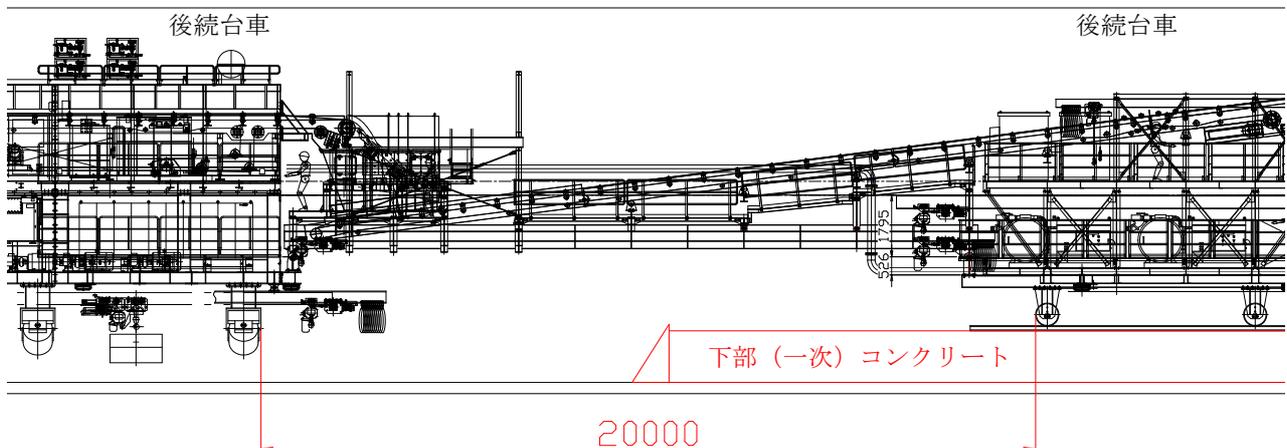


図2 下部（一次）コンクリート打設位置

キーワード 水密性, pH, カルシウムイオン, 早期強度, トンネル

連絡先 〒060-0004 北海道札幌市中央区北四条西2-1-18 株式会社 奥村組 札幌支店

表2 使用材料

材料	種別
セメント	早強ポルトランドセメント 3.14g/cm ³
水	上水道水
細骨材	砕砂 2.59g/cm ³
粗骨材	砕石2005 2.71g/cm ³
混和剤	AE減水剤

表3 使用配合

配合案	W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)	AE減水剤 (kg/m ³)
A-1	43.7	31.30	83	190	678	1557	1.90
A-2	65.0		124		645	1481	1.90
A-3	80.0		152		622	1429	1.90
B-1	65.0	46.45	190	292	808	975	1.46
B-2	80.0	46.45	190	238	829	1000	1.19
C-1	65.0	40.45	185	285	712	1096	2.27
C-2	80.0	40.45	185	231	730	1124	1.75
JIS	60.9	46.10	180	296	820	991	2.96

とする。さらに、経済性を考慮しセメント量を減じた配合をB-2, C-2とする。また、比較対象としてJISに認定された配合を含め、計8種類の配合を用いてセメント溶出試験を実施する。なおJIS配合以外は所定の強度を満足することを確認している。

3. 試験結果

pHの結果を図4、カルシウムイオン量の結果を図5に示す。各配合におけるpHとカルシウムイオン量は相関関係にある。A-1配合においては試験期間10日間で低下傾向が見られなかった。なお、試験7日目にカルシウムイオン量が大きく低下しているが8日目には再び上昇していることから特異値であったと考えられる。B配合, C配合について、一般的に水セメント比が大きいほど空隙が大きくなり溶出傾向は大きくなる想定であるが、今回の試験では、溶出傾向に差異は生じなかった。A-1配合を除いた配合は、3日程度でpHが7.0程度まで低下しており、その傾向はJIS配合と同程度であることから下部コンクリートとして利用できると思われる。

図6に1日後のpHとW/Cの関係を、図7にカルシウムイオン量とW/Cの関係を示す。2日以降は配合によるpHの差が明確でなくなるため、1日後の配合で比較した。配合A-1はセメントペースト量が少なくコンクリートが他の配合に比べて粗になり、pH及びカルシウムイオン量が大きくなったと考える。その他の配合は水セメント比が大きいほどpH、カル

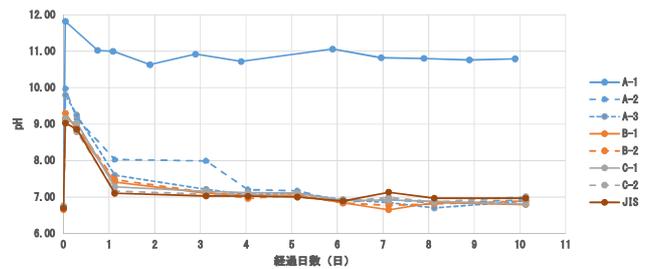


図4 各配合のpH

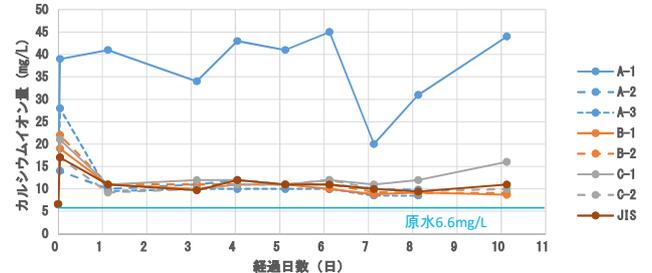


図5 各配合のカルシウムイオン量

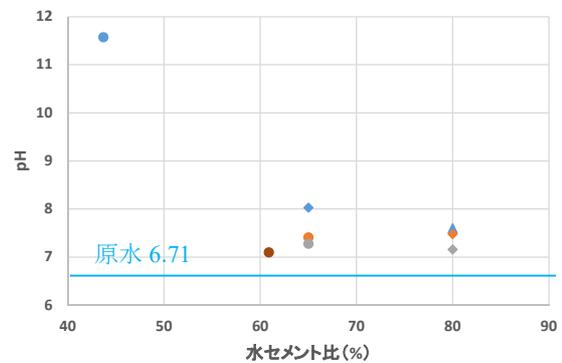


図6 1日後のpHに対するW/Cの影響

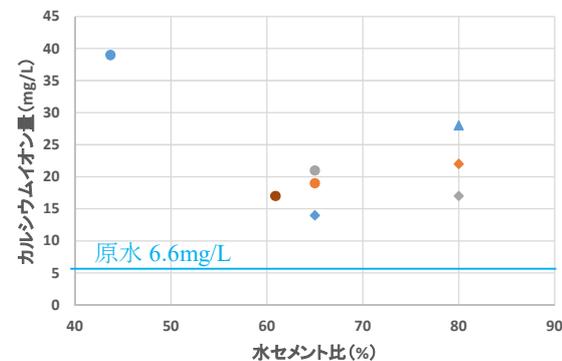


図7 1日後のカルシウムイオン量に対するW/Cの影響
 シウムイオン量が同程度以上となった。一般的に水セメント比が大きいほど水密性が低下する傾向と同じである。

4. まとめ

本試験で水セメント比によるセメント溶出傾向に差異が生じなかったため、本施工では経済性を考慮したB-2, C-2配合を基本配合とする。今後は本施工で排水のpHの監視を行い基本配合の有用性を確認し、施工性を評価した最適な配合を確立していく。