

大深度円形立坑用RC連壁のコンクリートの品質向上に対する取組み（その2）

（株）熊谷組 首都圏支店 正会員 ○里見賢 眞船常雄 板野眞吾 佐藤嘉之
 （株）熊谷組 技術本部 正会員 河村彰男
 （株）熊谷組 土木事業本部 正会員 山口哲司
 東海旅客鉄道株式会社 内藤健人

1. はじめに

本工事のRC連壁はコンクリート打設時間の制約から、先行・後行とも1ガット1エレメントで構築されるため、全52エレメントの半数の26エレメントが後行エレメントとなり、広範囲に及ぶ温度応力ひび割れの発生が懸念された。また、シールドの発進・到達においてはNOMST工法による直接切削が計画されており、コンクリートの過剰な高強度は避ける必要があった。

そこで、本工事においては、別稿（その1）で報告したように、RC連壁の設計・施工に関する合理化とコンクリートの品質向上に対する多数の取組みを行った。本稿では、それら取組みのうち水中気中強度比（以下、気中強度比）について詳述する。

2. 既往の指針による規定

一般的に、RC連壁のコンクリートのように安定液（泥水）中に打設されるコンクリートは、①自然地山を型枠とする、②締固めができない、③水中あるいは安定液中で施工する、④目視検査による確認ができない等の理由で、気中で打設されるコンクリートと比べて品質が劣るとされており、気中強度に対して強度を低減して評価する必要がある。

表-1、表-2に『鉄道構造物等設計標準・同解説基礎構造物（以下、基礎標準）』¹⁾の規定を抜粋して示す。表-1は呼び強度が50N/mm²未満の普通コンクリートに対する規定で、表-2は呼び強度51N/mm²以上の高流動コンクリートの規定となっており、基礎標準では泥水（安定液）比重やコンクリートの種類、強度によって気中強度比が区分されている。

3. スランプフロー管理の普通コンクリートの採用

本工事では図-1に示すように、次工事や経済性を考慮して浅部のコンクリート強度を低減している。また、2019年 JIS A 5308 の改正に伴い、普通コンクリートにスランプフローが追加されたことを受けて、コンクリートの品質向上や充填性の向上を目的に、深部の設計基準強度40N/mm²の連壁コンクリートだけでなく、浅部の設計基準強度30N/mm²の連壁コンクリートにおいてもスランプフロー55cmに高流動化した普通コンクリートを採用した。

表-1 呼び強度が50N/mm²未満の

普通コンクリートに対する気中強度比

施工条件			施工修正係数 (気中強度比)
打込み時の状態	施工法、施工部位	打込み時の泥水比重に関する施工管理条件	圧縮強度 引張強度 曲げ強度 支圧強度
水中 施工	・オープンケーソンの底スラブ	なし	0.8
	・オールケーシング工法 ・自然泥水 ^{※1} またはCMC系安定液 ^{※2} を用いたリバース工法 およびアースドリル工法	泥水比重 1.04以下	0.8
		なし	0.7
	・ベントナイト系安定液 ^{※3} を用いたリバース工法、アースドリル工法	泥水比重 1.10以下	0.7
		なし	0.6

※1 補助的にベントナイトを使用する場合でもベントナイト濃度が3%未満で、あれば自然泥水としてよい

※2 CMC (Carboxy Methyl Cellulose, ポリマー) を主成分とする安定液で、新液の状態ではベントナイトの配合率が3%未満のもの

※3 ベントナイトを主成分とする安定液で、新液の状態ではベントナイトの配合率が3%以上のもの

表-2 呼び強度が50N/mm²を超える

高流動コンクリートに対する気中強度比

(呼び強度:50N/mm²を超え60N/mm²以下、スランプフロー:50~60cm)

施工条件			施工修正係数 (気中強度比)
打込み時の状態	施工法、施工部位	打込み時の泥水比重に関する施工管理条件	圧縮強度 引張強度 曲げ強度 支圧強度
水中 施工	・オープンケーソンの底スラブ ・オールケーシング工法 ・リバース工法 ・アースドリル工法	泥水比重 1.10以下	0.8
		なし	0.7

キーワード：RC連壁，大深度円形立坑，水中気中強度比

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 (株)熊谷組首都圏支店土木部 ・TEL 03-3260-3415

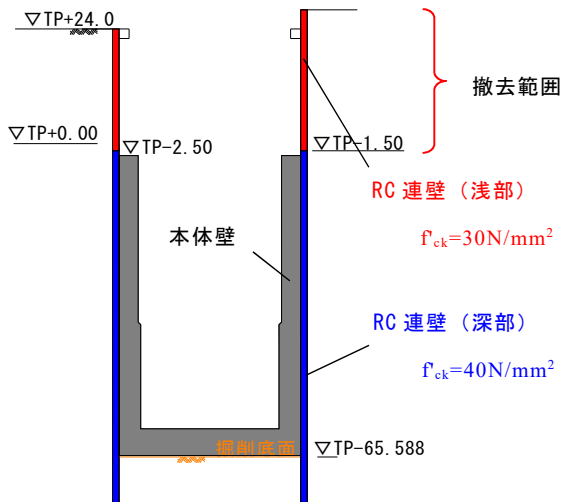
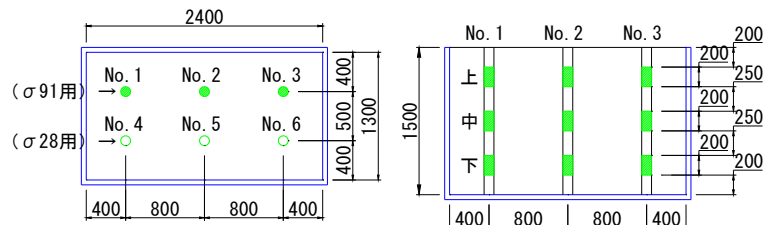


図-1 立坑断面



(打設状況) (打設完了)

写真-1 現場打設実験



(平面図) (断面図)

図-2 型枠寸法および供試体採取位置図

4. 打設実験による気中強度比の確認

安定液（泥水）の比重を 1.10 以下で管理し，水中不分離性の高い高流動コンクリートを用いた場合，気中強度比を 0.7 とすることは過大と考えられるが，表-1，表-2 に示すように，基礎標準においては呼び強度 50N/mm² 以下の高流動コンクリートに対する気中強度比の規定がなかった。

そこで，呼び強度 38N/mm² ($f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ，気中強度比 0.8) および 50N/mm² ($f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$ ，気中強度比 0.8) の高流動コンクリートが，気中強度比 0.8 を満足することを確認するために実施工を想定した現場打設実験を行った．現場打設実験では，写真-1 および図-2 に示すような実寸大の型枠内に比重 1.10 の安定液を満たし，トレミーによりコンクリートを打設した。

コア抜きによる供試体（以下、コア供試体）採取位置を図-2 に，材齢 91 日の圧縮試験結果一覧を表-3 に，コア供試体と現場水中養生を行った供試体の強度比を図-3 に示す．表-3 に示すように，呼び強度 50N/mm² および 38N/mm² のコア供試体の強度は，設計基準強度だけでなく呼び強度も上回っていることから，設計上の問題はないものと考えられる．また，図-3 に示すように全供試体において両者の強度比が 0.8 を上回っていることから，表-2 に示す基礎標準の適用範囲外（38N/mm²～50N/mm²）においても，安定液比重を 1.10 以下で管理することによって，気中強度比を 0.8 とすることが可能と考えられる。

表-3 圧縮強度試験結果一覧（材齢 91 日）

配合	50-55-20 M	38-55-20 M
設計基準強度	40 N/mm ²	30 N/mm ²
管理材齢	91 日	91 日
供試体（現場水中養生）	67.9 N/mm ²	58.3 N/mm ²
コア供試体	No.1	61.0 N/mm ²
	No.2	60.2 N/mm ²
	No.3	61.6 N/mm ²

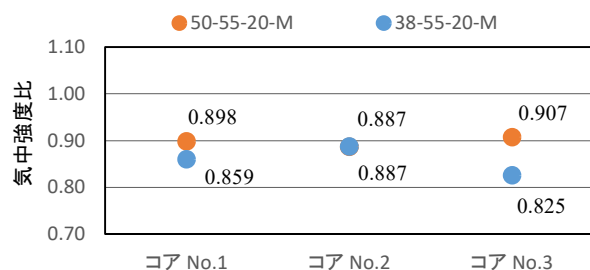


図-3 気中強度比（材齢 91 日）

5. まとめ

本工事では，スランプフロー55cmに高流動化した普通コンクリートの気中強度比に関する現場打設実験を行った．実験の結果，呼び強度38N/mm²の高流動コンクリートは，呼び強度50N/mm²の高流動コンクリートと比べて若干の強度低下が見られるものの，安定液比重を1.10以下で管理することによって，気中強度比を 0.8 とすることは可能であると考えられる．

【参考文献】

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物，平成24年1月