

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1）

(株)熊谷組 首都圏支店 正会員 ○佐藤嘉之 眞船常雄 板野眞吾
 (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

RC地下連続壁（以下、RC連壁）は遮水性がよく、断面性能が大きいことから、大深度のシールド工用立坑として利用されることが多い。また、近年、建設コスト削減を目的とした薄肉化に伴い、高強度化される傾向にあり、本工事においても壁厚1.3m、呼び強度70N/mm²の高強度コンクリートによるRC連壁が計画された。そのため、シールドマシンによる直接切削に関する懸念や、温度応力ひび割れに伴う漏水の懸念から、RC連壁の設計や施工に関する合理化が求められている。

そこで、本工事では設計手法の見直しや、スランプフロー55cmに高流動化した普通コンクリートの採用、現場打設実験による水中気中強度比の見直し等、多数の設計・施工に関する合理化やコンクリートの品質向上に対する取組みを行ったので、それら内容と結果について報告する。

2. 工事概要

本工事は、東海旅客鉄道株式会社が建設を進めている中央新幹線における非常口の新設工事で、RC連壁を仮設土留めとして、大規模かつ大深度の円形立坑を構築するものである。図-1に立坑計画図を示す。

本立坑は、図-1に示すように、連壁長124.0m、内径36.1m、連壁厚1.3m、掘削深度89.6mの円形立坑で、先行エレメント、後行エレメントともに1ガット1エレメント、合計52エレメントで構築され、エレメント間の継手はコンクリートカッティング工法が用いられた。

3. RC連壁コンクリートの課題

当初計画におけるRC連壁の設計基準強度および呼び強度、配合強度を表-1に示す。『コンクリート標準示方書 施工編（以下、コンクリート標準示方書）』¹⁾では、RC連壁に用いる水中コンクリートは、過去の実績から安定液中での打設時の強度を気中打設時の強度の0.7倍程度としており、本工事においても設計基準強度49.0N/mm²の連壁コンクリートは、水中気中強度比（以下、気中強度比）を考慮して呼び強度70.0N/mm²と計画され、その配合強度は84.0N/mm²と非常に高強度となった。また、青木ら²⁾は、本工事のような大深度立坑においては、打設されたコンクリートは自重加圧によりさらに強度が増加すると報告して

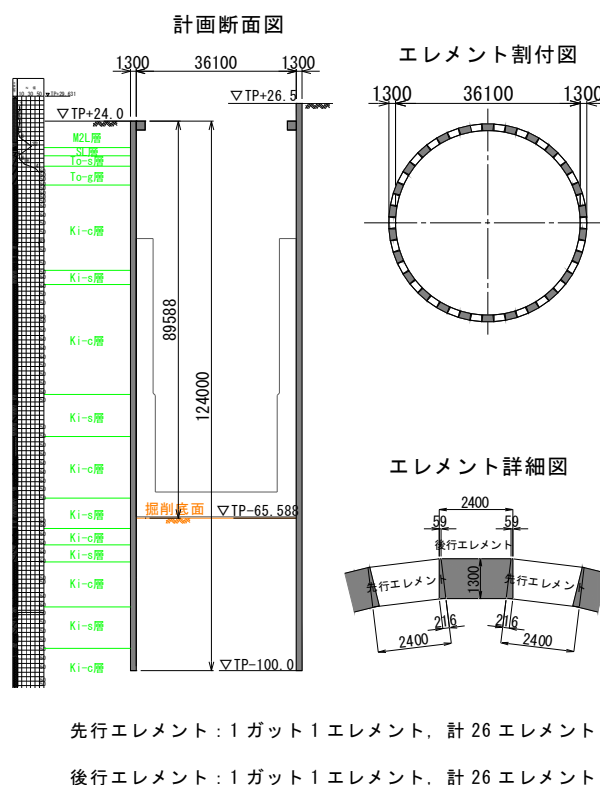


図-1 立坑計画図

表-1 当初計画におけるコンクリート強度

設計基準強度 (N/mm ²)	49.0
呼び強度 (N/mm ²)	70.0
配合強度 (N/mm ²)	84.0
水中気中強度比	0.7

キーワード：RC連壁，大深度円形立坑，品質向上

〒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

おり、シールドマシンによる直接切削を行うトンネル開口部付近のコンクリート強度は 100N/mm^2 を超えるものと想定された。

そこで、施工に先立ち切削実験を実施したところ、呼び強度 70N/mm^2 のコンクリートは時間をかければ切削可能であったが、 100N/mm^2 を超えるコンクリートの直接切削は非常に困難であることが確認された。

また、一般的にRC連壁の後行エレメントは、先行エレメントに拘束されるため、写真-1（他現場事例）に示すような水平方向の温度応力ひび割れが発生しやすい。本工事においては、先行エレメント、後行エレメントともに1ガット1エレメントの合計52エレメントで構築されるため、後行エレメントとなる26エレメントで温度応力ひび割れの発生が懸念された。

4. 本工事で採用した課題に対する取組み

本工事で採用した過剰なコンクリート強度の抑制対策および温度応力ひび割れ対策を表-2に、温度応力解析モデルおよび結果を図-2、図-3に示す。

対策1では3次元モデルを用いることで設計の合理化を図り、設計基準強度の見直しを行った。

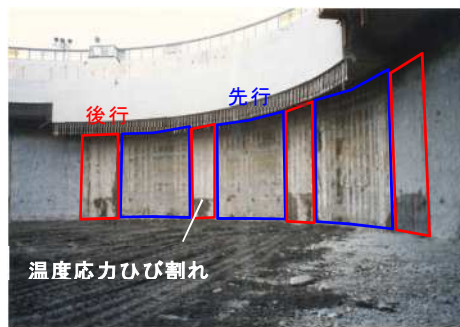
対策2については、別稿（その2）で詳細を示すが、高流動コンクリートを用いることで水中気中強度比の見直しを行った。

対策3では低熱セメントを用いることで水和熱の抑制を図り、対策4では最終エレメントのコンクリートの打設からRC連壁に側圧が作用する内部掘削開始までに、RC連壁構築設備撤去や頭部の補強リングの構築、掘削準備等で3ヶ月以上要することから、管理材齢を91日とすることでセメント量の低減を図った。

図-3に示すようにこれら対策工によって、標準期施工においては、最小ひび割れ指数が0.38から1.03に改善され、また、夏期施工においても、鉄筋を1ランクアップする程度でひび割れ幅を0.2mm以下に抑制することができた。実施工においても、目立ったひび割れは発生しておらず、本工事の温度応力ひび割れ対策は有効であったと考えられる。

【参考文献】

- 1) 土木学会：2017年制定 コンクリート標準示方書【施工編】，平成30年3月
- 2) 青木茂，三浦律彦，三浦尚：高強度連壁コンクリートの非排水三軸加圧下における強度性状，土木学会論文集，No.571/V-36，105-117，1997.8



先行エレメント：3ガット1エレメント
後行エレメント：1ガット1エレメント

写真-1 ひび割れ発生状況（他現場事例）

表-2 本工事で採用した対策工

	対策工	対策工の効果
対策1	設計基準強度の見直し	セメント量の低減
対策2	気中強度比の見直し	セメント量の低減
対策3	低熱セメントへの変更	水和熱の抑制
対策4	管理材齢（91日）の変更	セメント量の低減
対策5	補強鉄筋の追加	ひび割れ幅の抑制

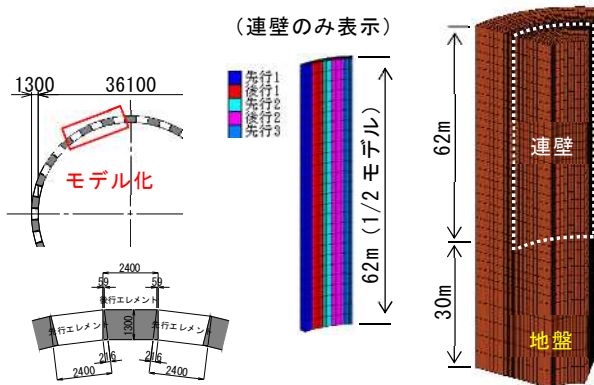
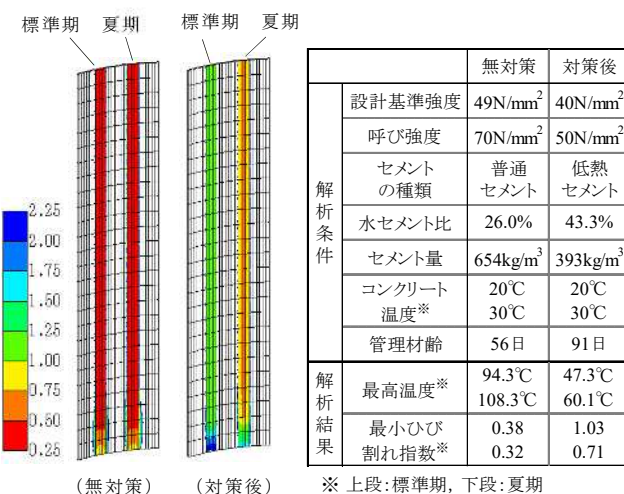


図-2 温度応力解析モデル



先行エレメントは非発熱体としてモデル化

図-3 温度応力解析結果