

低セメント量高流動コンクリートの配合検討およびひび割れ制御

大林組 正会員 ○林 かほり 上垣 義明 小山 一郎 原 良輔

1. はじめに

巨大かつ大深度である水道施設の工事において、2つの施設を鉄筋コンクリート構造で接続する施工箇所があった。

この接続部は、コンクリートの締固めが困難な高密度配筋であり、鉄筋の最小空きの制約から、自己充填性の高いランク1の高流動コンクリートが採用された。また、この接続部に打設するコンクリートは、部材厚の大きなマスコンクリートであり、既設構造物による大きな拘束を受けるため、温度ひび割れが発生する可能性が非常に高いと予測された。

したがって、接続構造の耐久性を確保するため、単位セメント量がより少ない併用系の高流動コンクリートの採用を検討した。そこで、特殊増粘剤を使用した「ニューロクリート Neo[®]」の試験練りおよび3次元 FEM 温度応力解析を実施し、温度ひび割れを制御したコンクリートの配合を選定した。

2. 暫定配合の決定

ニューロクリート Neo とは、自己充填性を与える微量の特殊増粘剤(写真-1)と市販の高性能 AE 減水剤を使用することにより、セメント量が多く



写真-1 特殊増粘剤

温度ひび割れのリスクが高い従来の高流動コンクリートと比べ、圧倒的に少ないセメント量で高品質のコンクリート構造物を施工することが出来る材料である。また、使用するセメント量が少なくなるため、コストも安くなる。

ひび割れ制御対策を前提に、低熱ポルトランドセメントを選定し、試験練りを行った。室内試験練りにより選定した高流動コンクリートの配合を表-1 に示す。従来の粉体系配合に比較して、特殊増粘剤を60g/m³ 使用した併用系配合に変更することにより、単位セメント量を約 200kg/m³ 減量できることを確認し、これらの配合にて温度応力解析を行った。

表-1 事前室内試験練り配合

種類	配合	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	増粘剤
粉体系	68-65-20L	27.5	170	619	693	895	—
併用系	36-70-20L	42.7	175	410	984	759	60g

3. 温度応力解析

選定した配合で温度応力解析を実施した。解析ケースや条件を表-2 および表-3 に、解析モデルを図-1 に示す。コンクリートの発熱や強度に関する物性値は土木学会「コンクリート標準示方書(設計編)」に準じて設定を行った。

表-2 解析ケース

ケース	配合区分	単位結合材量	膨張材
①	粉体系	619kg/m ³	無
②	併用系	410kg/m ³	無
③	併用系	410kg/m ³	有

表-3 打設日・外気温

部位	打設日	外気温 (°C)	打設温度 (°C)
底版(1R)	8/3	26.6	31.6
側壁(2R)	9/2	25.3	30.3
側壁(3R)	9/23	21.1	26.1
側壁(4R)	10/9	18.6	23.6

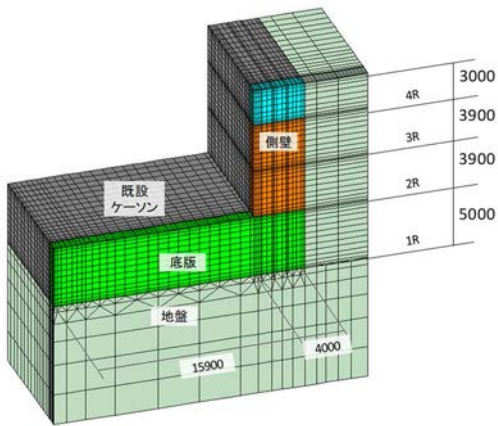


図-1 解析モデル図

最小ひび割れ指数の分布図を図-2 に、最小ひび割れ指数に基づいてひび割れ幅を予測した検討結果を表-5 に示す。なお、補修を必要とするひび割れ幅を0.4mm 以上と設定し、ひび割れ幅の制御目標値は、

キーワード 併用系高流動コンクリート 増粘剤 温度ひび割れ

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL03-5769-1322

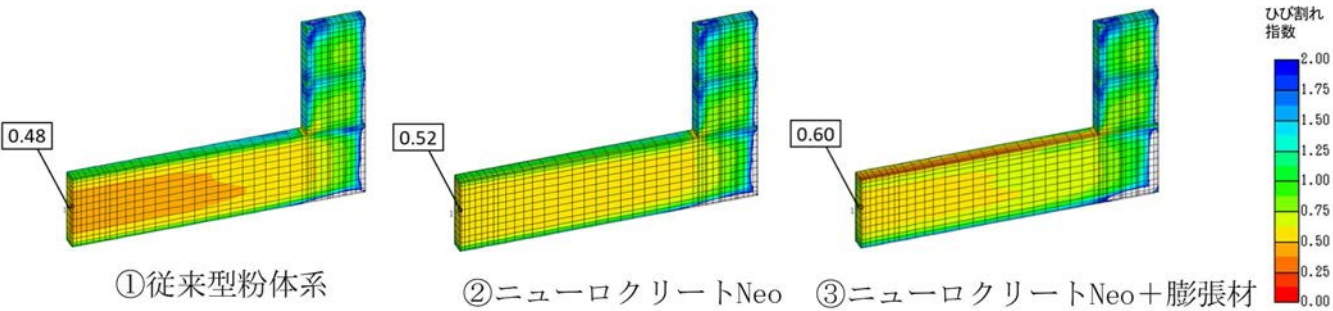


図-2 温度応力解析結果(最小ひび割れ指数分布図)

表-5 底版コンクリートにおけるひび割れに対する照査結果

	配合区分	膨張材	単位結合材量	最小ひび割れ指数	鉄筋比	推定ひび割れ幅	目標ひび割れ幅	判定
①	粉体系	無	619kg/m ³	0.48	0.38%	0.41mm	0.4mm 未満	NG
②	併用系	無	410kg/m ³	0.52		0.40mm		NG
③	併用系	有(15kg/m ³)	410kg/m ³	0.60		0.38mm		OK

0.4mm 未満と設定した。

解析結果より、粉体系よりも併用系(ニューロクリート Neo)を使用し、単位セメント量を少なくすることにより最小ひび割れ指数が大きくなるため、ひび割れリスクが小さくなることが分かった。しかし、目標ひび割れ幅を満足することができないため、この配合に水和熱抑制型膨張材を内割りで 15kg/m³ 追加したところ、目標値を満足する結果となった。

4. 試験練り結果

温度応力解析結果にて決定した配合において、室内試験練りを実施した。試験結果を表-6 に示す。

表-6 決定配合試験練り結果

項 目	設計値	試験結果 (静置 20 分後/45 分後)
スランプフロー	70.0 cm	69.0×67.8 cm / 68.8×67.8 cm
500mm フロー到達時間	5~20 秒	6.1 秒 / 7.4 秒
充填試験	300mm 以上	34.4 cm / -
空気量	4.5%	4.6% / -

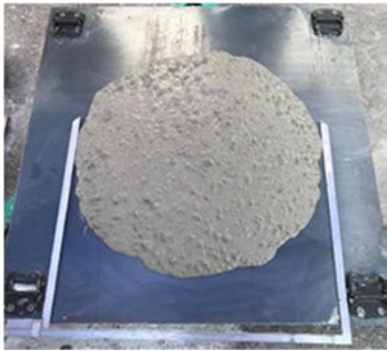


写真-2 スランプフロー試験結果

現場到着を想定した静置 20 分後に試験を行ったところ、試験結果はすべて合格となり、材料分離もなくフレッシュ性状は良好であった(写真-2)。さらに、高流動コンクリートに必要な充填試験においてもランク 1 の要求性能である 300mm 以上を満足した。また、出荷から 90 分後想定静置 45 分後であっても、スランプフローの経時変化は小さいことが確認された。

5. 高流動コンクリートの打設結果

実施工においては、打設箇所である地下 45m まで下方圧送したが、圧送管の閉塞などの不具合は全く発生せず、鉄筋間にコンクリートが十分充填された。底版部分の打設状況を写真-3 に示す。また、打込み3ヶ月経過後でも温度ひび割れの発生は認められなかった。



写真-3 高密度配筋部打設状況

6. まとめ

水道施設間接続部の工事において、温度応力解析を行い、単位セメント量の少ないニューロクリート Neo の優位性を確認した。また、低所に圧送する条件であった実打設でも問題なく施工することができ、打設後の構造物にひび割れは発生せず、高品質のコンクリート構造物を施工することが出来た。