

高強度・高流動コンクリートを適用した鉄道高架橋における温度ひび割れ抑制対策

阪急電鉄(株) 技術部 正会員 福井賢一郎 (株)大林組 正会員 ○川西 貴士
 阪急電鉄(株) 技術部 正会員 小林 孝安 (株)大林組 正会員 松下 修
 阪急設計コンサルタント(株) 正会員 山口 武志

1. はじめに

都市部における道路整備の一環として、大阪市計画都市高速鉄道の高架化が進められている。その京都線・千里線連続立体交差事業において、長大橋の桁を受けるラーメン橋台として位置づけられている高架橋については、高強度の高流動コンクリートの使用が計画されている。

この高架橋に用いるコンクリートについては、設計基準強度が 50N/mm^2 であり、単位セメント量が多ことや、梁や柱の部材寸法が数 m と大きいいため、水和熱に起因した温度ひび割れの発生が懸念された。また、構造物は、ラーメン構造であり、杭、梁、柱により、お互いが拘束し合うことと、部材の厚さが大きいことから、外部と内部の両方の拘束の影響を受けることが考えられた。

そこで、温度応力解析により、施工時のひび割れの発生の可能性を予測するとともに、温度ひび割れの低減対策について検討を行った。対策として、セメントの種類を低発熱系のセメントへの変更を検討し、コンクリートの表層部は断熱性の高い養生シートで被覆することとした。本稿では、事前の検証結果および実構造物への適用結果について報告する。

2. 低熱ポルトランドセメントの適用効果の検証

対象とする高架橋の構造概要の例を図-1 に示す。コンクリートは、高流動コンクリートとし、表-1 に示す配合とした。セメントの種類として、普通ポルトランドセメント(N)と低熱ポルトランドセメント(L)の2種類について検討を行った。この構造物の中でも梁やスラブ部材は、外部拘束による影響が大きくなることが想定されたので、条件の厳しい夏季の打込みを想定した。温度応力解析に用いたモデルおよび打込みの工程を図-2 に示す。温度応力解析に用いる条件については、土木学会の標準示方書に準拠した。

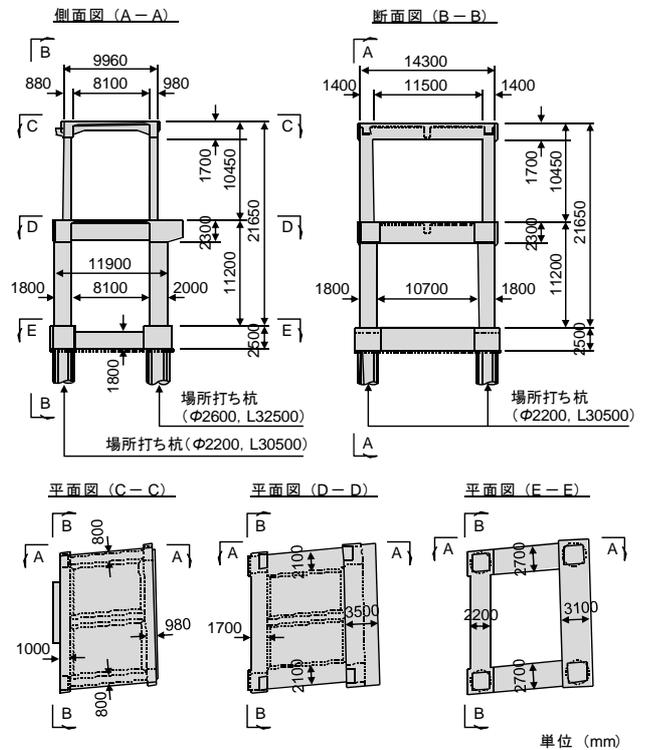
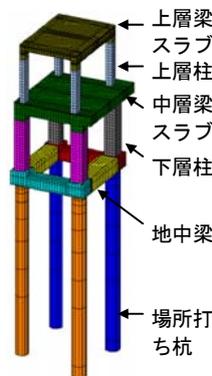


図-1 高架橋の構造概要図の例

表-1 コンクリートの配合

| セメントの種類 | 水セメント比 (%) | 単位量 (kg/m ³) | |
|---------|------------|--------------------------|-----|
| | | W | C |
| N | 39.0 | 175 | 449 |
| L | 37.0 | 175 | 473 |



| 打込み部位 | 打込み時期 | 打込み時のコンクリート温度 (°C) |
|---------|-------|--------------------|
| 地中梁 | 夏季 | 33.7 |
| 下層柱 | 秋季 | 20.8 |
| 中層梁・スラブ | 夏季 | 33.7 |
| 上層柱 | 冬季 | 12.6 |
| 上層梁・スラブ | 夏季 | 33.7 |

図-2 モデル図および打込みの工程

キーワード 高架橋, 高強度, 高流動, 低熱ポルトランドセメント, 温度ひび割れ, 温度応力解析

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL042-495-1012

外部拘束に起因する温度ひび割れに対する温度応力解析結果を表-2に示す。また、最高温度および最小ひび割れ指数の分布図の例を表-3に示す。

コンクリートの最高温度は、夏季の打込みを想定した梁部が高く、Nで95℃程度、Lで75℃程度まで上昇する結果となった。Lの使用により、20℃程度最高温度を抑制することが可能となることが分かった。

ひび割れ指数については、ひび割れ幅が過大とならないように制限することとし、目標とするひび割れ指数を1.0と設定した。地中梁や中層梁およびスラブについては、Nを用いた場合最小ひび割れ指数が0.6~0.7と低く、ひび割れが発生する可能性が高いことが確認されたため、Lを使用することとした。また、中層梁およびスラブについては、膨張材を併用することとした。下層柱については、ひび割れ指数は大きい値を示したが、部材の厚さが大きいいため、内部と表層部の温度差を低減するために、Lを使用することとした。

3. 脱枠後の養生対策と温度ひび割れ抑制結果

本構造物は、部材厚さが大きいいため、内部と表層部の温度差を低減するための養生方法としては、コンクリートの表面を断熱性の高い養生材で被覆することが効果的となる。そのため、型枠を取りはずした後は、断熱性の高いアルミ箔シートと気泡緩衝材を組み合わせた高断熱性の養生シート¹⁾にて養生を行った。養生の状況を写真-1に示す。

地中梁と下層柱におけるコンクリート打込み後の外観を写真-2に示す。低熱ポルトランドセメントおよび断熱性の高い養生シートの使用により、温度ひび割れを防止できた。

4. まとめ

高強度高流動コンクリートを鉄道高架橋に適用するにあたり、温度ひび割れの発生が懸念されるため、その抑制対策について検討した。

セメントに低熱ポルトランドセメントを使用し、型枠を取りはずした後、コンクリートの表面を断熱性の高い養生シートで被覆することにより、部材の厚さが大きい梁および柱部材において、温度ひび割れを抑制できる。

参考文献

- 1) 川西貴士他：断熱性に優れた養生シートの温度ひび割れ低減効果に関する検証，土木学会第65回年次学術講演会講演概要集，V-408，pp.815-816，2010.8

表-2 温度応力解析結果

| 打込み部位 | 最高温度 (°C) | | 最小ひび割れ指数 | |
|---------|-----------|------|----------|-----|
| | N | L | N | L |
| 地中梁 | 94.5 | 74.0 | 0.7 | 1.0 |
| 下層柱 | 79.2 | 54.4 | 2.2 | 3.0 |
| 中層梁・スラブ | 93.6 | 74.8 | 0.6 | 0.9 |
| 上層柱 | 54.4 | 32.2 | >20 | >20 |
| 上層梁・スラブ | 87.3 | 61.3 | 1.6 | 2.1 |

表-3 最高温度および最小ひび割れ指数分布 (中層梁・スラブの例)

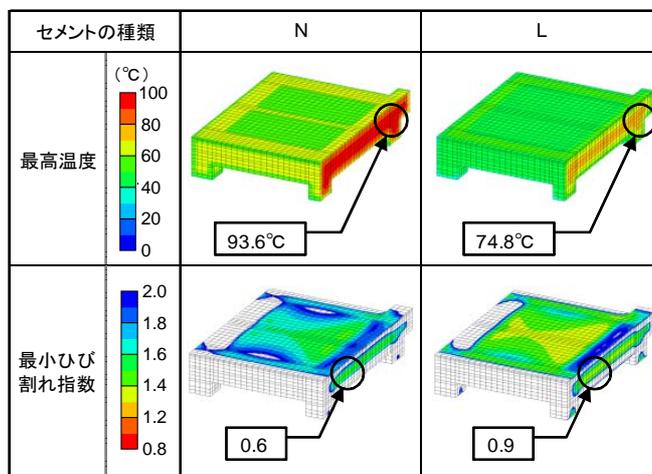


写真-1 高断熱性養生シートによる養生の状況



写真-2 構造物の外観 (地中梁および下層柱)