

高架橋分割施工のスラブひび割れ対策

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○半井 恵介
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 田畑 勝幸
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 山田 兼太郎

1. はじめに

高架化工事は用地の制約等により、上下線分割した高架橋構築となる場合がある。分割施工では、後施工箇所のスラブにおいて、先施工との打継ぎ箇所等で外部拘束を受け、線路直角方向に「拘束ひび割れ」が発生しやすい(写真-1、図-1)。

高架下利用を考慮するとスラブの貫通ひび割れは漏水に繋がるため、如何にひび割れの発生を抑制するかが課題である。

当社では、これまで高架化分割施工時のひび割れ対策の標準化に至っていなかったが、近年の高架施工の取組結果から対策検討フローを作成し、今後水平展開を図ることを考えている。

方法とされる温度応力解析を照査の方法とし、分割施工部で外部拘束を受ける特殊な施工条件を反映させた。解析には、3次元有限要素法(FEM)温度応力解析ソフト「ASTEAMACS ver.8.0」を使用した。

品質対策として、ひび割れ指数が1.00を下回った場合には、理論上コンクリートの引張強度を発生応力が上回る結果となるため、抜本的な対策として、配合検討等の見直しを図り、再度ひび割れ指数の算定を図ることを検討した。配合検討等の対策に関しては、過去の施工実績から膨張材のコンクリートへの追加配合を検討した。

また、コンクリート標準示方書¹⁾記載の表-1より、ひび割れ指数が1.00を上回っても1.40以下の場合、ひび割れ発生確率が高いことから、補強鉄筋にてひび割れ幅を抑制することとした。配置については、施工に影響を与えない範囲で追加することとした。

表-1 ひび割れ発生確率と安全係数

対策レベル	ひび割れ発生確率	安全係数lcr
ひび割れを防止したい場合	5%	1.85以上
ひび割れの発生をできる限り制限したい場合	15%	1.40以上
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	50%	1.0以上

2 (2) 施工結果と考察

拘束ひび割れ本数とひび割れ指数の関係を図-2に示す。拘束ひび割れに関しては、今回のスラブのような300~400mmの厚さの薄い部材では、0.10mmのひび割れでスラブを貫通するものがあったことから、0.10mm以上のひび割れを対象にグラフ化した。

図-2から一定のひび割れ指数以上で拘束ひび割れの発生が抑制できることが分かった。しかし、ひび割れ指数が1.40以上であっても、拘束ひび割れの発生が多数確認された。これは、既往の検討²⁾がマスコンクリートを対象としており、今回の対象であるスラブのような薄い部材には合致しないことが考えられる。薄い部材でのひび割れ指数の活用には安全側の閾値の設定が必要であると考えられ、スラブにおいては、ひび割れ指数1.50以上では0.10mm以上の拘束ひび割れが発生していないことを踏まえ、品質対策を不要とするひび割れ指数の閾値を1.50以上とした。

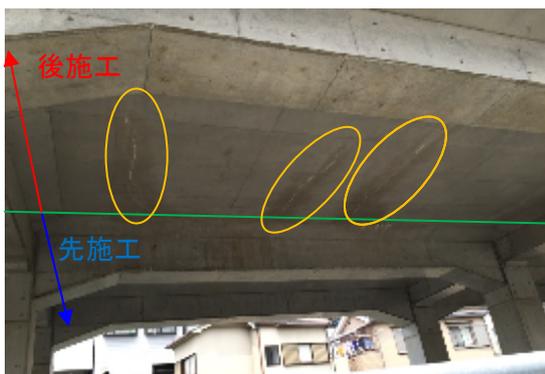


写真-1 拘束ひび割れ

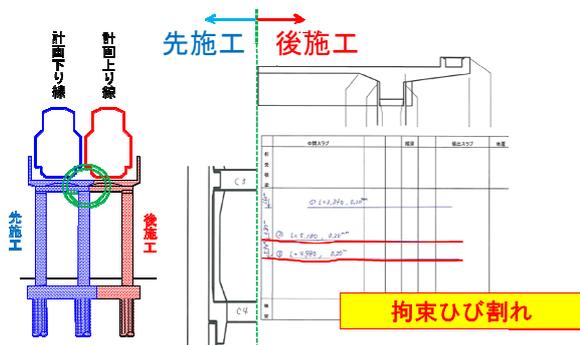


図-1 拘束ひび割れ

2. A 高架での対策検討と施工結果

2 (1) 対策検討

セメントの水和に起因するひび割れの一般的な照査

キーワード 高架橋分割施工、拘束ひび割れ、鉄筋比

連絡先 西日本旅客鉄道(株) 大阪工事事務所 施設技術課

住所: 大阪府大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル4F、 電話: 06-6100-0046

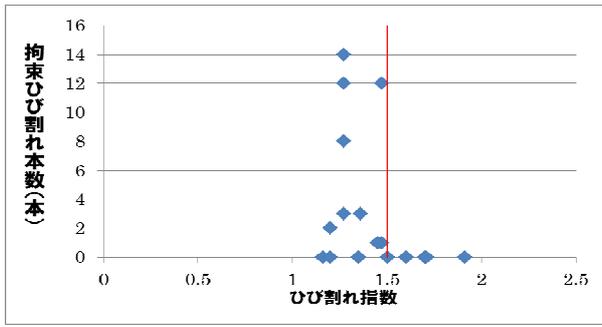


図-2 拘束ひび割れ本数とひび割れ指数

また、拘束ひび割れ本数と鉄筋比に着目した結果を図-3に示す。A高架では、施工に影響を与えない範囲で補強鉄筋を追加したが、施工結果を検証すると0.8%以上の鉄筋比を確保すれば、拘束ひび割れ発生を抑制できることが確認できた。

ひび割れ指数1.50以上を確保できない場合は、補強鉄筋により鉄筋比0.8%以上を確保することとした。

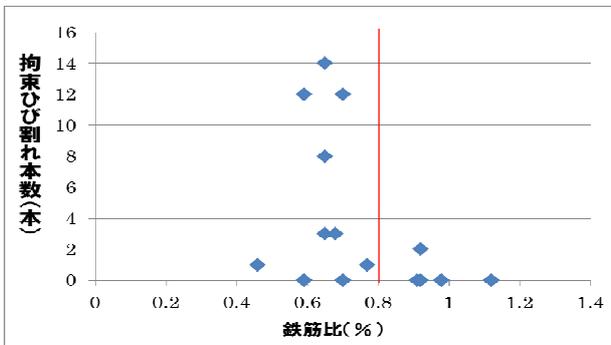


図-3 拘束ひび割れ本数と鉄筋比

2 (3) フロー図の作成

以上のA高架の結果を基に、図-4に示す対策検討フローを作成した。

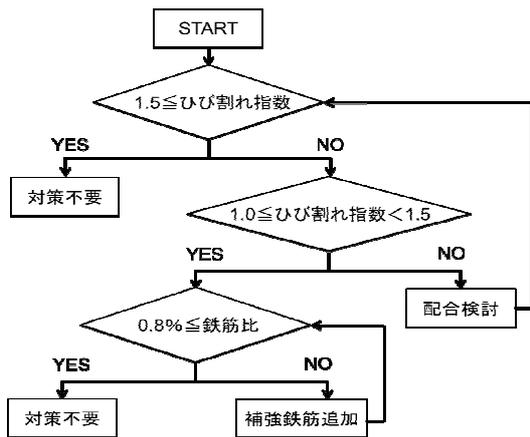


図-4 対策検討フロー

4. B高架での対策検討と施工結果

4 (1) 対策検討

B高架では工事費の制約により、温度応力解析結果を反映してコンクリート配合を変更できないため、温度応力解析を省略し、全てのスラブにおいて補強鉄筋により鉄筋比を0.8%以上とし、ひび割れ幅を抑制する対策を講じることとした。

4 (2) 施工結果と考察

B高架では、全てのスラブにおいて0.1mm以上の拘束ひび割れの発生を抑制することが出来、鉄筋比の閾値の有効性を確認することができた(図-5)。

一方で梁部材がマッシュプであることから温度応力に起因するひび割れが発生した(図-6)。これらのひび割れすべてに対して補強鉄筋追加で対応することは施工上困難であるため、ラーメン高架橋のように様々な形状の部材がある構造物に対しては、対策検討フロー図に則り、まずはひび割れ指数の検討を行うことが望ましい。

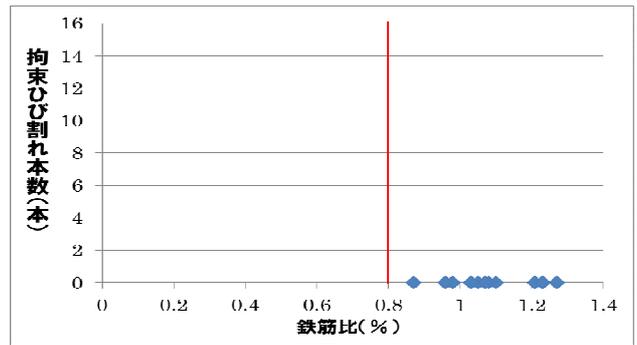


図-5 拘束ひび割れ本数と鉄筋比

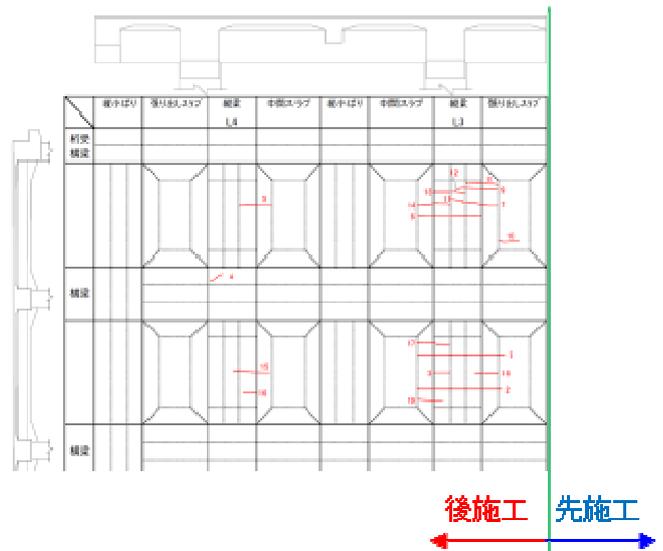


図-6 変状展開図

5. おわりに

A高架、B高架の検証結果を基に高架橋スラブの分割施工時の対策検討フローを作成し、今後の工事において有効な高架橋分割施工時のひび割れ対策を技術ストックとして残すことができた。更なる精度向上に向けて、今後もデータ蓄積、検証に取り組みたい。

参考文献

1)土木学会：コンクリート標準示方書[設計編]，平成25年3月，2012年制定・第1刷発行 pp.91-98, 229, 303-318
 2)日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひび割れ制御指針