

張出架設で施工する箱桁橋のウェブに発生するひび割れの抑制検討

極東興和株式会社 法人正会員 ○三原 桃子
 極東興和株式会社 正会員 河金 甲
 極東興和株式会社 和氣 佳純

1. はじめに

張出架設工法は、橋脚上の柱頭部から移動作業車を用いて橋軸方向に2～4m毎のブロックを打ち継ぎ延進する工法である。このような張出架設で施工する箱桁橋において、図-1に示すように、「新たに施工した側(新側)」の施工継目部のウェブにひび割れが発生した事例が報告されている。しかしながら、このようなひび割れ発生の原因は十分に解明されておらず、対策も行われていないのが現状である。そこで、本報告ではひび割れ発生原因を解析的に検討し、抑制方法を考察した。

2. 解析概要

ウェブのひび割れはウェブ幅の大きい柱頭部側において、移動作業車移動後の型枠脱枠時(材齢2日程度)には既に確認される場合が多い。このため、ひび割れ発生の主要因として若材齢時の温度変化や収縮を伴う体積変化が既設のウェブにより拘束されることで生じる引張応力が考えられた。そこで、実施工を模擬したFEM解析を用いてこれらの応力を算出するとともに、それらに及ぼす影響要因も併せて検討した。

実施工時にひび割れが発生した橋梁(柱頭部の桁高6.0m)を4ブロックまでモデル化した(図-2)。ブロックを打ち継ぐ施工サイクルは10日(材齢2日で脱枠)、解析期間は4ブロックのコンクリート打込み後180日間とした。表-1に解析ケースを示す。解析は、実施工に用いた配合であるケース1を基準とし、外気温、単位セメント量、乾燥収縮の有無に着目した以下の4ケースにより実施した。なお、全てのケースにおいて自己収縮を考慮している。

- ・ケース1(基準): 実施工に用いた配合
- ・ケース2(冬期): 冬期打設を模擬し、外気温を5℃に設定
- ・ケース3(セメント増加): 単位セメントを50kg/m³増加
- ・ケース4(乾燥考慮): 乾燥収縮を考慮した場合

3. 解析結果

3.1 コンクリート温度

「ケース1(基準)」のウェブ高さ中央近傍に着目した最高温度分布を図-3に、全ケースの1ブロック継目部における温

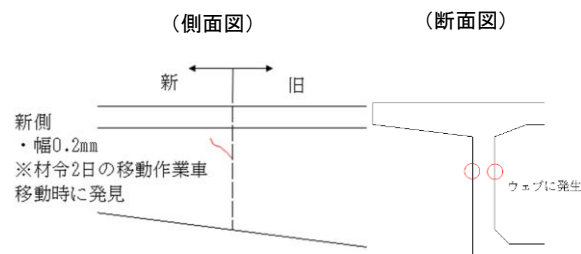


図-1 ひび割れ事例

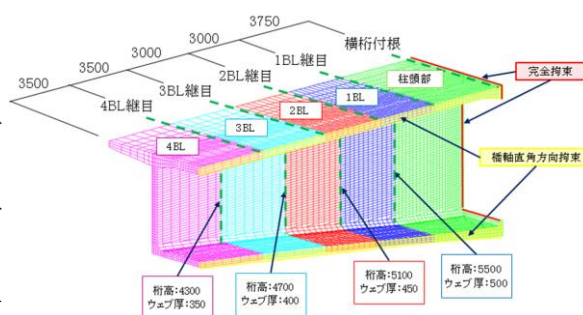


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

	単位	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
		基準	冬期	セメント増加	乾燥考慮
設計基準強度	N/mm ²	40	40	40	40
配合	使用セメント	早強ボルトランドセメント	早強ボルトランドセメント	早強ボルトランドセメント	早強ボルトランドセメント
	単位水量	kg/m ³	160	160	160
	単位セメント量	kg/m ³	372	372	422
	水セメント比	%	43.0	43.0	37.9
環境条件	外気温	℃	25	5	25
	自己収縮	○	○	○	○
	乾燥収縮	—	—	—	○

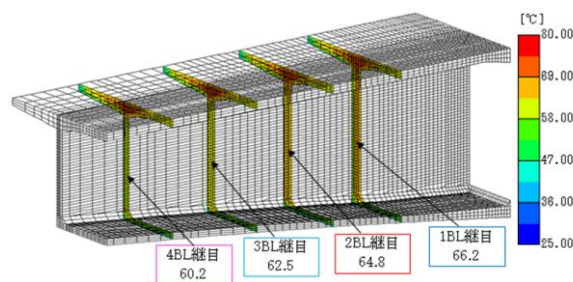


図-3 最高温度分布(ケース1)

キーワード 張出架設, ウェブひび割れ, 温度応力, ひび割れ指数, FEM解析

連絡先 〒732-0052 広島市東区光町2丁目6番31号 極東興和株式会社営業本部

TEL 082-261-1204

度の推移を図-4に示す。図-4より1ブロックのコンクリート温度は、「ケース2(冬期)」を除くと材齢2日程度で外気温付近まで低下しており、脱枠時には温度低下に伴う外部拘束に起因した温度応力の大部分が発生していたことになる。また、「ケース2(冬期)」の1ブロックの最高温度は「ケース1(基準)」に対して30℃低下しており、ウェブの最高温度に外気温がおよぼす影響は大きいことがわかる。また、単位セメント量50 kg/m³増加するとコンクリート最高温度は4℃程度上昇した(「ケース3(セメント増加)」)。

3.2 ひび割れ指数

「ケース1(基準)」における最小ひび割れ指数分布(1.85以下(ひび割れ発生確率5%)を着色)を図-5に、全ケースの1ブロック継目部のひび割れ指数の推移を図-6に示す。ひび割れ指数とは、「ひび割れ指数 I_{cr} =(コンクリートの引張強度)/(コンクリートに発生する引張応力度)」で表される指数で、ひび割れ指数が小さいほど、ひび割れ発生確率が高いことを示す。

1ブロック継目部付近のウェブにおいて広範囲でひび割れ指数は1.85以下となっていることや(図-5)、若材齢時に1.2程度までひび割れ指数は低下していることから(図-6)、柱頭部側のブロックでは若材齢時の温度変化や自己収縮に起因したコンクリートの体積変化によって生じた応力がひび割れ発生に大きな影響をおよぼしていると推測される。一方、ブロック施工が進むにつれてひび割れ指数1.85以下の範囲は少なくなった。

全ケースの1ブロック継目部のひび割れ指数を比較した場合(図-6)、「ケース2(冬期)」のみ明らかにひび割れ指数の改善がみられ、セメント量の増加や乾燥収縮がひび割れ指数に与える影響は小さかった。ただし、「ケース2(冬期)」においても1ブロック継目付近の最小ひび割れ指数は1.48でありひび割れ防止の目安である1.85以下となった。

4. ひび割れ抑制対策

温度応力や自己収縮応力を大幅に低減させるには、例えば早強セメントから普通セメントへの変更、膨張材の使用等の配合変更が挙げられる。一方で、本検討で対象としているひび割れは施工継目部のウェブに限定的に発生する。このため、費用対効果の面からひび割れが発生した場合にもその幅を耐久性上問題とならない値まで確実に抑制させるため、新規に施工した橋梁においては施工継目部のウェブ表面にFRP格子筋を配置することとした(写真-1、図-7)。

5. おわりに

箱桁橋のウェブに発生するひび割れ発生原因をFEM解析により検討した結果、若材齢時のコンクリートの体積変化に起因した拘束応力がその主たる要因であると推測された。その結果に基づき、ひび割れ抑制対策としてFRP格子筋を施工継目部のウェブ表面に配置した結果、ウェブに有害なひび割れはみられていない。

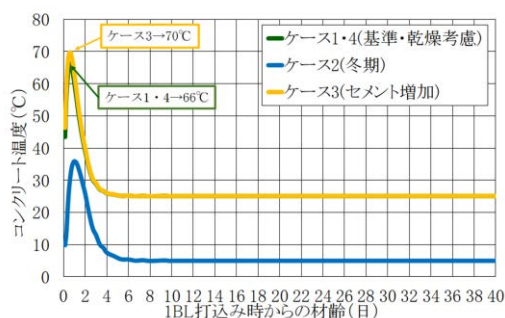


図-4 全ケースの温度(1BL 継目)

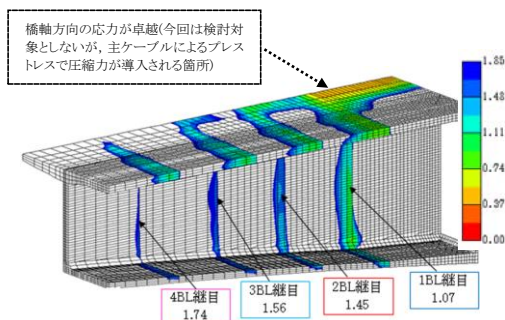


図-5 最小ひび割れ指数分布(ケース1)

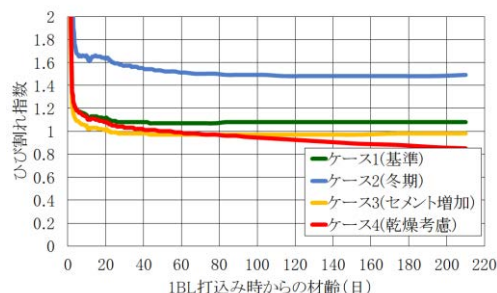


図-6 全ケースのひび割れ指数(1BL 継目)

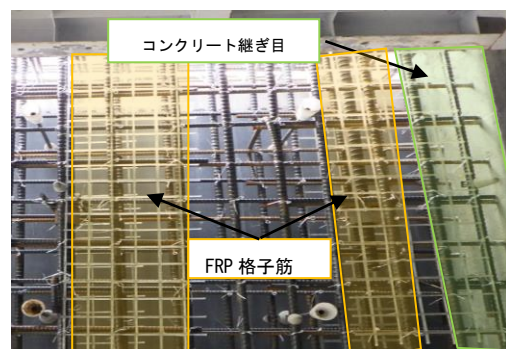


写真-1 FRP 格子筋配置状況

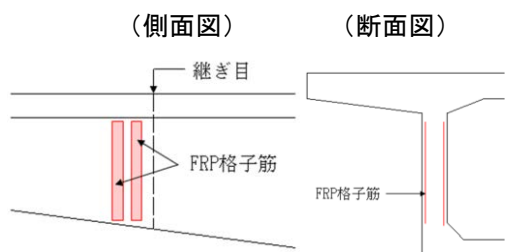


図-7 FPR 格子筋配置状況