

分割施工 RC 高架橋の収縮によるひび割れ対策の検証 その2

前橋工科大学 社会環境工学科 学生会員 ○堀口 直之
 前橋工科大学 社会環境工学科 正会員 谷口 望
 JR 東日本 正会員 上浦 健司
 JR 東日本 正会員 竹谷 勉

1. はじめに

鉄道用コンクリート高架橋の工事では、用地の制約上、高架橋を分割して施工する事が多い(図-1)。この場合、2 期施工となるコンクリートの自己収縮や乾燥収縮などの体積変化が、1 期施工のコンクリートにより拘束され、2 期施工のコンクリートにひび割れが発生する事が懸念されている。対策として、補強筋の配置などが行われているが、拘束効果については不明も点が多く、一様に十分と言える対策法は確立されていない。

本稿では、別に行われた、「合成桁収縮実験」¹⁾を元にした乾燥収縮の解析による再現性の検証、およびその 1 で実施した「打継収縮実験」を元に試験パラメータを増やした解析を行い、補強筋の効果の検討を行ったので、以下にその結果を報告する。

2. 解析の概要

解析は有限要素法解析コード FINAL²⁾を用いて行った。FINAL には乾燥収縮を扱う解析が存在しないため、乾燥収縮を温度変化による収縮に置き換え、解析を行う。

段階施工のステップ

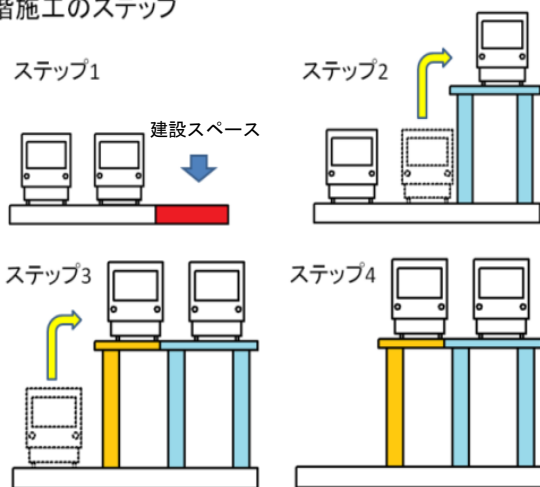


図1 段階施工のステップ

3. 温度荷重による乾燥収縮の再現性

乾燥収縮の解析による再現性の検証のため、FINAL において、乾燥収縮が十分再現可能かどうかを確認する。解析を行う実験は 2003 年に行われた「合成桁収縮実験」である。この実験では RC 供試体(図-2)と、合成桁供試体(図-3)の 2 種類の供試体で行われ、それぞれ同じ配合、同じ鉄筋配置で構成されている。この実験を基に FINAL でモデルを作成し、温度荷重によって乾燥収縮が充分再現可能かを確認する。

また、得られた実験結果に対して乾燥収縮の予測式を用いて、この供試体の最終収縮到達ひずみを予測する。予測式は鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物を参照している³⁾。これにより得られた最終予測到達ひずみと、解析によって得られたひずみを比較した結果、乾燥収縮を FINAL 上で温度荷重に置き換え検討した場合、誤差は 10%程度で再現が可能であることがわかった。

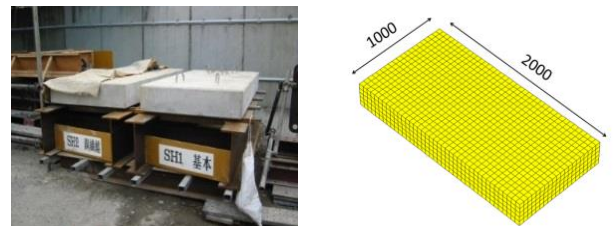


図-2 RC 供試体写真およびモデル

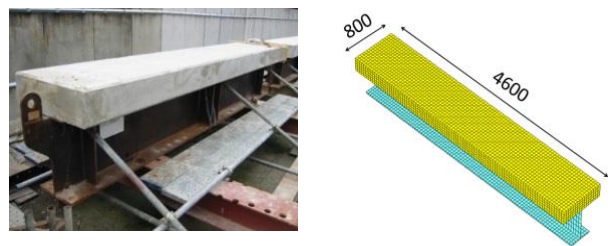


図-3 合成桁供試体写真およびモデル

キーワード：RC、合成桁、乾燥収縮、FEM、分割施工、高架橋

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 谷口研究室

4. 解析概要

解析モデルは、「打継収縮実験」の際に解析された A・B タイプの鉄筋の配置パターンを増やし、C~G タイプの 5 種類とした。配筋以外の寸法等は基本的に試験体を再現しており、試験から得られた値から、コンクリートの最終収縮量を 170μ と見込んだ。表-1 に C~G タイプの配筋を、図-4 に作成した解析モデルをそれぞれ示す。

5. 解析結果

各モデルの 2 期施工コンクリート部に最終収縮ひずみを適用した応力図・及びひび割れ図を図-5 に示す。

端部固定端の影響を無視するため、応力、及びひび割れの有効範囲をモデル中心から左右 1m とする。発生したひび割れ数を比較すると、F・G タイプを除き、ひび割れ数がやや増加している傾向がみられ、鉄筋によりひび割れが分散したと考えられる。各モデルにおけるひび割れ数、ひび割れ長さおよびひび割れ間隔・幅を表-2 に示す。ひび割れ間隔・幅の予測は解析による再現性の検証と同様に、文献 3 を参照している。

解析結果からは、一部の補強筋を細径とした C タイプが、ひび割れ幅とひび割れ数のバランスが取れ、最も効果的にひび割れを抑制できている事が示された。

表-1 解析パターン

No	モデル断面	備考
(A)		実験・基本型
(B)		実験・ひび割れ防止筋(D19)
C		ひび割れ防止筋(D16)
D		2 期左側を D16 に変更
E		2 期全体を D16 に変更
F		2 期全体を D29 に変更
G		2 期側を無筋としたもの

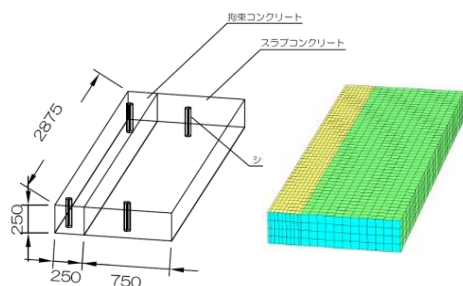


図-4 モデル概要

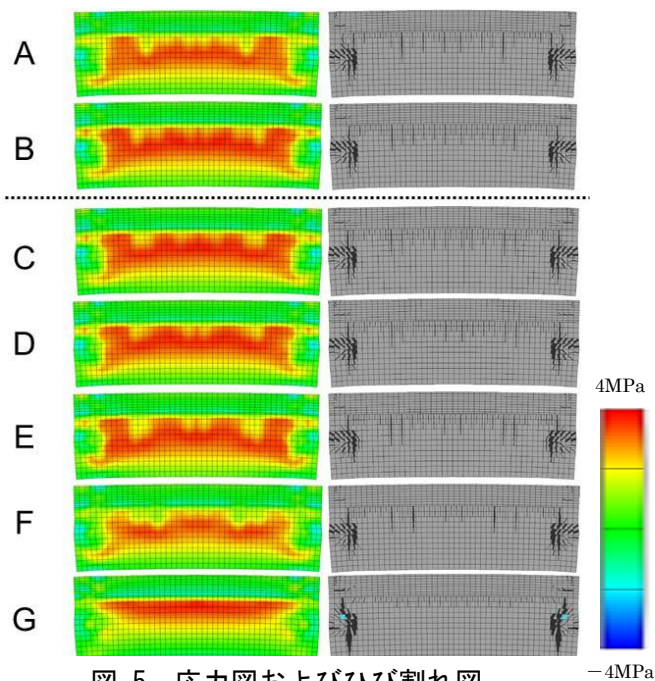


図-5 応力図およびひび割れ図

表-2 解析値および計算値の比較

モデル名	FINALによる解析			ひび割れ計算値	
	ひび割れ数	鉄筋応力 最大値(N/mm ²)	ひび割れ長さ 最大値(mm)	間隔 (mm)	幅 (mm)
(A)	282	-17.6	375	484.25	0.106
(B)	318	-17.4	312.5	418.89	0.091
C	312	-17.4	312.5	420.56	0.091
D	298	-18.1	312.5	422.23	0.093
E	326	-18.6	375	422.23	0.094
F	276	-22.6	312.5	605.04	0.147
G	174	—	125	—	—

6. まとめ

各モデルにおけるひび割れ特性を比較した結果、実験を行った B タイプと C タイプが最も効果的な配筋方法であると判断できる。しかし、本研究では、あくまでも乾燥収縮のみを考慮したひび割れであり、死荷重や実際の列車荷重を加えた場合は考慮していない。

また、打継収縮実験については現在も継続中であり、今後得られる結果を含め、更なる検討が必要である。

参考文献

- 1) 谷口望ほか：負曲げを受ける鉄道用合成桁のひび割れに関する実験的研究、土木学会 構造工学論文集 Vol.51A、2005 年 3 月
- 2) <http://www.engineering-eye.com/FINAL/>
- 3) 国土交通省/鉄道総研：平成 16 年、鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、pp.81-82,116