

鉄道合成構造物におけるコンクリートの収縮挙動に関する測定

京都大学大学院	学生会員	○大塚 浩介
京都大学大学院	正会員	谷口 望
JR 西日本	正会員	西田 寿生
中央復建コンサルタンツ	正会員	中原 正人
鉄道・運輸機構	正会員	藤原 良憲
鉄道総合技術研究所	正会員	池田 学

1. 目的

近年、鉄道構造物では鋼とコンクリートを組み合わせた合成構造物が多く用いられている。これらの合成構造物のうち、橋梁の多くは「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物」により設計されているが、設計精度の向上を目的とした詳細なFEMモデルを用いる事例も多くなってきている。詳細なFEMモデルを用いた設計では、設計作用値に対する応答値の精度は大幅に向上することが知られているが、設計作用値の精度については、様々な議論がされているのが現状である。鉄道用の連続合成桁の設計事例によると、応答値を外力作用（死・活・衝撃荷重）と内力作用（収縮・クリープ・温度差）に分けた場合、内力作用が全体応答値の最大で3割程度影響することが分かっている。そこで、本研究では、鉄道橋の設計精度に大きく影響すると思われる内力作用のうち、コンクリートの収縮による影響を、供試体および実橋で計測し、基本的な傾向を把握することを目的としている。なお、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物」では、コンクリート（RC床版）の収縮 200μ 分の力を、鋼部材に作用させて、曲げと軸力の釣り合いを計算して設計している。

2. 計測概要

コンクリートの収縮を計測した供試体、橋梁のリストを、表1に示す。No.1, No.2は実験用の供試体（屋外で養生）であるが、No.3, No.4は実際の鉄道用橋梁である。計測は、ひずみゲージ（温度補正）、熱電対を鉄筋に取り付け、コンクリート打設直前より計測を開始している。表1における「鋼桁/床版比」とは、鋼桁の断面積と床版の断面積の比を示しており、「鋼フランジ/床版比」は床版の取り付いている鋼桁フランジの断面積と床版断面積の比を示している。また、No.1はRC版のため、「鋼桁/床版比」、「鋼フランジ/床版比」は0である。No.4は合成トラス橋のため、「鋼桁/床版比」は示さず、「鋼フランジ/床版比」は床版の取り付いている鋼下弦材と床版の断面積比を示している。No.1, No.2では、コンクリートに収縮補償分の膨張材を使用した供試体と、膨張材を使用しない供試体のそれぞれ2種類を作成している。No.3, No.4の橋梁のコンクリートにおいては、収縮補償分の膨張材を使用している。

3. 計測結果

各計測結果を図1に示す。No.1の供試体（図1(a)）では、膨張材無のものでも、打設直後に 60μ 程膨張（引張側）し、その後1か月で 70μ 程収縮（圧縮）している。膨張材有のものは、打設直後に 100μ 程膨張し、1か月で 40μ 程度収縮した。合成桁供試体（No.2, 図2(b)）では、RC版よりも打設直後の膨張およびそれ以降の収縮について変化が小さくなる傾向があり、鋼桁の拘束の影響があることが分かる。また、合成桁供試体では、1日のなかでの温度変化によるひずみの変化が、大きくなっていることも分かる。No.3（図1(c)）では、打設直後に 100μ 程の膨張があり、1か月で 40μ 程収縮し、すでに安定している。一方、合成トラス（No.4, 図1(d)）では、打設直後に 130μ の膨張があり、以降収縮が生じている様子はない。これは、この構造では、横桁や各弦材の影響により、他の構造に比べて、鋼部材の拘束が大きいと考えられる。

各計測結果に共通している点は、打設直後に鉄筋は引張側（膨張側）にひずみが生じており、収縮が生じていても鉄

表1. 収縮測定を行った供試体および橋梁のリスト

No.	名称	スパン(m)	床版中铁筋比(%)	鋼桁/床版比(%)	鋼フランジ/床版比(%)	備考
1	RC版供試体	2.0	2.0	0.0	0.0	膨張材有と無両方
2	合成桁供試体	4.0	2.0	14.0	2.4	膨張材有と無両方
3	S橋梁(合成桁)	46.0+51.0	3.3	5.6~16.0	0.9~4.5	膨張材有
4	K橋梁(合成トラス)	60.5×4	1.5	--	3.1~3.9	膨張材有

キーワード 合成構造物 収縮 設計

連絡先 〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂 船井交流センター302 社会基盤安全工学講座 TEL075-383-7558

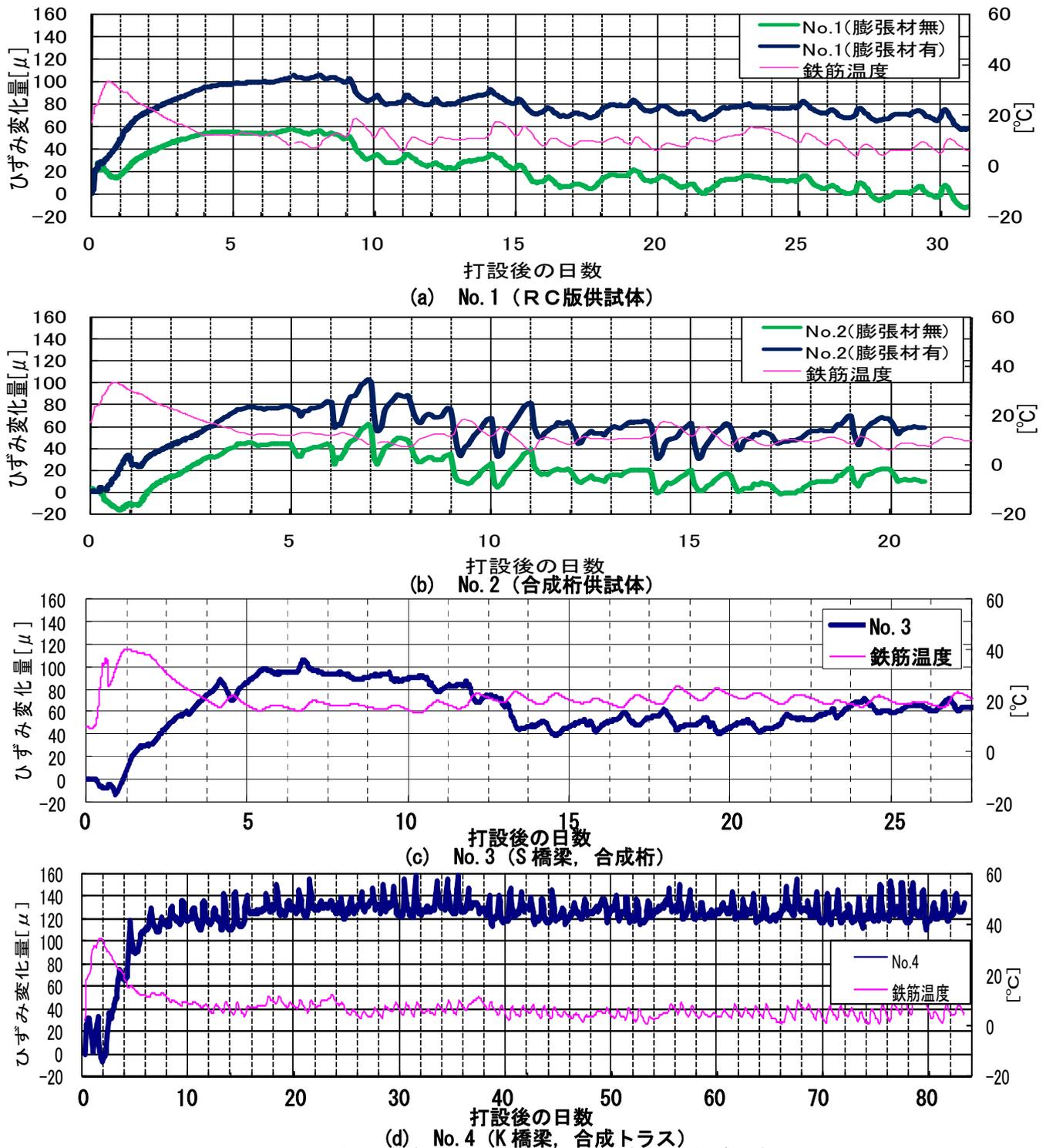


図1 打設直後からの鉄筋のひずみ変化および温度

筋のひずみが圧縮側（負側）になる量は少ない点である。この傾向は、膨張材を使用しない場合（No.1, No.2）も同様である。このことから、設計で考慮しているコンクリート（RC床版）の収縮 200μ は、鋼部材の設計に対しては十分に安全側ではあるものの、一方では過大な作用である可能性が高いと考えられる。さらには、コンクリート部材に対しては、鋼部材の拘束が大きい場合は、コンクリートに想定以上の引張力が生じ、有害なひび割れを誘発する可能性もあると言える。

4. まとめ

本結果に示すように、コンクリートの収縮については、膨張材による膨張傾向は明確であることが分かるが、収縮挙動はこの膨張量および想定量よりも少ない傾向となっている。今後も、様々なコンクリートの配合条件や橋梁形式でのデータ収集や再現解析を行い、本件に関する設計精度の向上を目指す予定である。