

多点固定を用いた超多径間連続鋼少数鈹桁橋の温度変化による影響の一考察

高田機工(株) 正会員 ○山田貴男

高田機工(株) 正会員 和田 均

1. はじめに

近年、橋梁の耐震性向上や走行性向上、騒音・振動対策などを目的として、橋長 800m 程度を有する多径間連続桁や多点固定とした支点構造の採用が増えてきている。本稿では、多点固定された鋼コンクリート合成床版(以下、合成床版と称す)を有する超多径間連続鋼少数鈹桁橋について、温度変化に対する実橋の挙動計測を行い、幾つかの知見が得られたのでこれを報告する。

2. 橋梁概要

対象橋梁は非合成桁として設計された図-1 に示す橋長 1,246m の 23 径間連続鋼 2 主鈹桁橋で、端支点とそれに隣接する橋脚高の低い一部の支点を除いて固定支承が用いられている。床版にはロビンソン型の合成床版を採用し、主桁との接合はスタッドジベル(φ 22x200)を用い、その間隔は道路橋示方書・同解説(以下、道示と称す)に示されている最大間隔 600mm 程度としている。多点固定を用いた連続桁では、橋梁設計時に考慮する温度変化(±30℃)によって図-1 に示す通り橋梁端部の支点において水平反力が大きくなる。また、橋脚による拘束の影響により橋梁中央部の鋼桁に大きな軸力が発生し、

これが断面決定根拠となりうる。本橋のような超多径間の橋梁は、過去に例をみない形式であるため、設計に用いられた仮定の妥当性を確認するため、実橋を用いた挙動計測を実施することとした。

3. 計測システム概要

温度変化に対する鋼桁の挙動計測の概要を表-1 に示す。桁端支点部の橋軸方向移動量は、A1 橋台と P23 橋脚それぞれに設置したひずみ式変位計により計測した。固定支承を有する最外縁の橋脚である P2 と P22 に作用する水平力については、支点反力を直接測ることができないため対象橋脚上の鋼桁に作用する軸力の変化から支点反力を推定することとし、橋脚前後となる鋼桁断面にひずみゲージを貼り付けた。さらに、この推定を補間するものとして橋脚に傾斜計を設置した。また、P2 と P22 橋脚上の鋼桁および桁間に熱電対を設置し、部材温度と外気温を測定した。計測はいずれも 1 時間毎に自動計測を行ない、計測期間は鋼桁架設完了から床版打設完了 4 ヶ月後までの約 1 年間実施した。

4. 温度変化による計測結果と考察

4. 1 計測結果

計測した温度変化による A1 橋台桁端部の橋軸方

表-1 計測システム

計測項目	位置	使用機器
桁端支点部の橋軸方向移動量	A1橋台 P23橋脚	ひずみ式変位計
橋脚支点部の水平反力	P2橋脚 P22橋脚	ひずみゲージ
橋脚頭部傾斜	P2橋脚 P22橋脚	傾斜計
桁温度	P2橋脚 P22橋脚	熱電対
外気温	P2橋脚 P22橋脚	熱電対

支点反力の算定方法	
曲げモーメントが小さい箇所を選定して拘束ひずみを測定	
対象橋脚(P2あるいはP22)の支点に作用する水平力P $P = EA(\epsilon_{r2} - \epsilon_{r1})$ ここに、E: 桁の弾性係数 A: 桁の断面積	

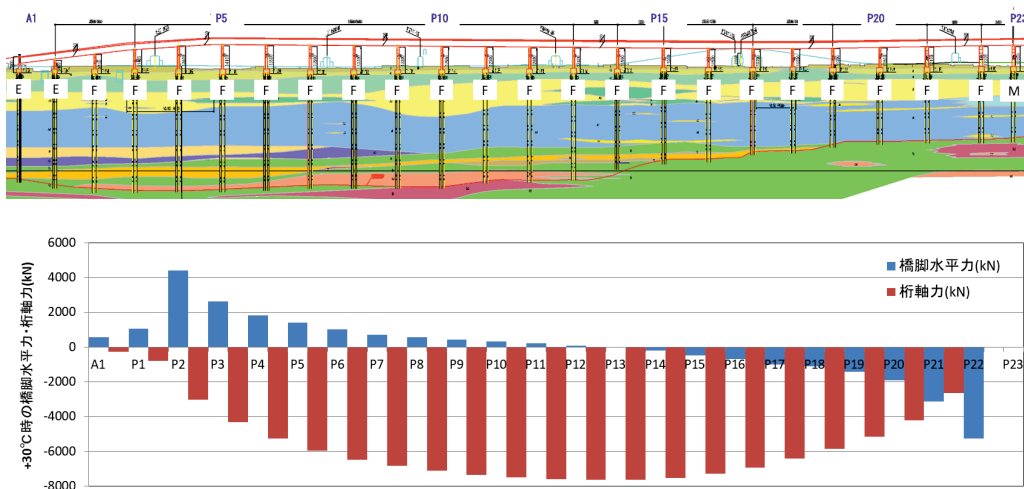


図-1 橋梁側面図および温度変化(+30℃)時の支点水平反力と鋼桁軸力の分布

キーワード：23 径間連続鋼鈹桁橋，多点固定，温度変化，床版合成効果，温度軸力，合成床版

連絡先：〒556-0011 大阪市浪速区難波中 2-10-70 高田機工(株) TEL 06-6649-5145 FAX 06-6649-2439

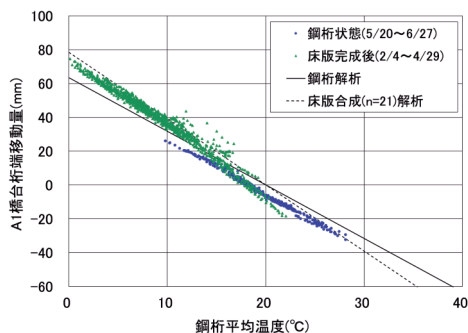


図-2(1) A1 橋軸方向移動量

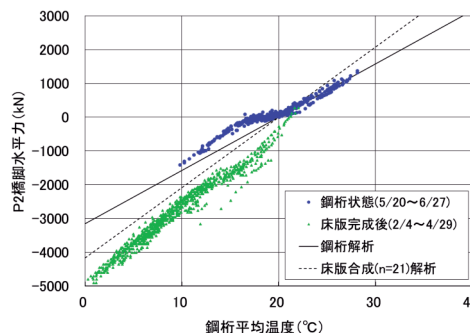


図-2(2) P2 橋脚水平力

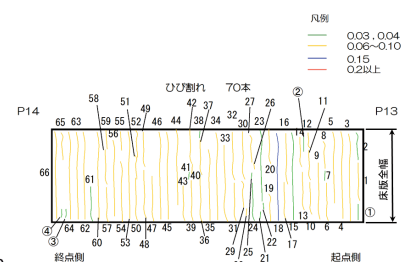


図-3 ひび割れ調査 (P13-P14 間)

表-2 床版コンクリートひび割れの発生状況

橋長 1,246m

打設順序	23	39	11	37	21	44	9	35	19	33	7	31	17	42	5	29	15	27	3	25	13	40	1	24	12	26	2	28	14	41	4	30	16	32	6	34	18	43	8	36	20	45	10	38	22	M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	E		E		F		F		F		M		M		F		F		F		F		F		F		F		F		F		M		M		M		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F		F

向移動量を図-2(1)に、鋼桁に設置したひずみゲージと橋脚に設置した傾斜計より推定した P2 橋脚の水平力を図-2(2)に示す。なお日照の影響を排除するため 20:00~7:00 までの計測値のみで整理を行った。鋼桁のみの状態(5/2~6/27; 図中の青色プロット)では、桁端水平移動量と端部橋脚水平力ともに設計で考慮した骨組み解析の結果と同じ挙動を示した。しかし、床版打設完了後(2/4~4/29; 図中の緑色プロット)は桁端水平移動量と P2 橋脚水平力ともに鋼桁のみの場合とは異なる挙動を示した。この原因として鋼桁と床版の合成作用による影響が考えられたため、合成桁としてコンクリートのヤング係数を調整した骨組み解析を行ったところ、ヤング係数比 $n=21$ 程度とした場合で計測結果と解析結果の挙動がほぼ一致した。

4. 2 床版コンクリートのひび割れ

床版打設後に床版コンクリートの調査を行ったところ、図-3 と表-2 に示すように鋼桁支間部の広範囲にわたって、橋軸直角方向に 0.2mm 未満の微細なひび割れが合成床版リブ上に発生していた。確認されたひび割れの分布が鋼桁に作用する温度軸力の分布と類似していることや、暖かくなってから行った 2 回目の測定において、ひび割れ幅が狭くなっていることが確認されたことから、温度軸力の影響が床版にも生じていることが推察された。なお、

床版施工において先行して打設した範囲の方がより多くのひび割れが発生していることから、床版打設の影響も含まれていることが考えられる。

5. まとめ

多点固定を用いた合成床版を有する 23 径間連続鋼 2 主桁橋の温度変化による実橋の挙動を計測した結果、①鋼桁時は骨組み解析とほぼ同じ挙動を示す。②非合成桁として設計されていても床版打設後は鋼桁と床版の合成作用¹⁾²⁾があり本橋ではヤング係数比 $n=21$ 程度の挙動を示す。③温度変化による軸力の影響で、主桁支間部の床版コンクリートにひび割れが発生したことなどから、多点固定を採用した場合は主桁支間部も支点部と同様にひび割れを考慮して適切に鉄筋量を配置する必要がある。この様に H29 道示に示された鋼桁とコンクリート系床版の合成作用を適切に評価することが必要であると同時に、個々に確立された技術を組み合わせて採用する場合は、解析のモデル化や荷重の評価などをより慎重に行うことが重要である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編，pp.374-376，2017.11.
- 2) 日本橋梁建設協会：合成床版設計・施工の手引き，p.17，2008.10.