

大阪工業大学大学院 学生員 ○木下 貴史
大阪工業大学 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、橋梁の高齢化が進んでおり、多額の補修・補強費用が必要となるため初期建設コストだけでなく、維持管理コストの低減も強く求められている。橋梁の高齢化に伴い、桁端部に含まれる支承や伸縮装置に損傷および劣化が多く生じている。現在、わが国の橋梁形式としては、支承や伸縮装置を用いたものが多く採用されている。しかし、それらは損傷や劣化が激しいため、維持管理コストが必要となってくる。そこで、注目されているのが、支承と伸縮装置を用いない橋台部ジョイントレス構造である。日本では、現在、約 185 橋¹⁾の施工実績があるが、桁の伸縮機能の代替、剛結部における力の伝達機構の解明ならびに経時挙動などの考慮すべき点が数多くある。

本文では、橋台部ジョイントレス構造に合成桁橋を適用した際、経時挙動の 1 つである乾燥収縮に伴う影響を把握することを目的とし、単純合成桁橋との比較・検討結果について報告する。

2. 乾燥収縮現象²⁾

乾燥収縮とは、コンクリートが時間の経過とともに硬化するのに伴い、コンクリート中の水分が蒸発することにより失われ、収縮が生じる現象である。乾燥収縮の定式化を行い、コンクリートの応力-ひずみ関係を誘導すると以下ようになる。なお、紙面の都合上、記号の説明は割愛する。

$$\Delta \varepsilon_{sh,t} = \frac{\Delta \sigma_t}{E_c} \left(1 + \frac{1}{2} \varphi_{sh,t} \right) + \varepsilon_{sh,\infty} \frac{\varphi_{sh,t}}{\varphi_{sh,\infty}} \quad (1)$$

3. インテグラル橋の乾燥収縮解析

対象橋梁は、支間長 22.8m の単純合成桁橋とインテグラル橋である。今回、本研究におけるインテグラル橋の解析モデルは、簡易的に、図-1 に示す両端固定梁としている。まず、単純合成桁橋およびインテグラル橋の後死荷重作用時に正曲げモーメント域となる断面を図-2、負曲げモーメント域となる断面を図-3 に示す。つぎに、表-1 に示す解析条件に基づいて、乾燥収縮に伴う分担断面力の変化量を求め、乾燥収縮に伴う変化応力度の最終値を算出した結果を表-2 に示す。なお、同表において、圧縮応力を正、引張応力を負としている。同表より、乾燥収縮によりコンクリート床版には、引張応力が作用することがわかった。また、インテグラル橋の場合は、不静定の影響も考慮する必要があるため、単純合成桁橋と比較すると、本数値計算条件において、コンクリート床版の上縁、下縁で、それぞれ、2.3 倍、1.5 倍の引張応力が作用している。ここで、インテグラル橋の静定基本系における乾燥収縮に伴う変化応力度は全体系のそれぞれ、4 割および 6 割を占めていた。

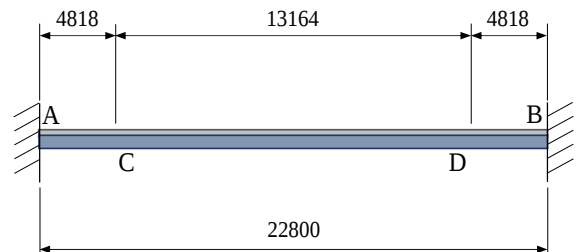


図-1 インテグラル橋の解析モデル(単位: mm)

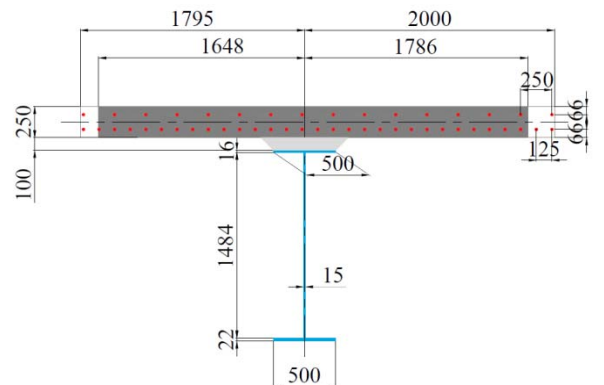


図-2 正曲げ域断面(C-D間)(単位: mm)

Takashi KINOSHITA and Osamu OHYAMA

mag.0327.7@gmail.com

なお、対象断面のコンクリートの引張強度は 2.69N/mm^2 であり、乾燥収縮のみでは、ひび割れは生じにくいと考えられる。一方、インテグラル橋の正曲げ域断面の鋼桁では、静定基本系において、上縁に圧縮応力、下縁に引張応力が生じていたが、不静定系においては、負曲げモーメントが発生したため、上縁と下縁の変化応力度の符号が入れ替わり、上縁では引張応力により 17%減少、一方、下縁では圧縮応力により 42%増加した。よって、全体系では、上縁、下縁ともに圧縮応力が作用する結果となった。

つぎに、剛結部において、後死荷重、活荷重ならびに乾燥収縮によって発生するひび割れ幅の照査を行う。その結果、算出したひび割れ幅の値は 0.122mm となり、すべての環境条件による限界値よりも小さくなり、使用限界状態の要件を満足した。

最後に、単純合成桁橋とインテグラル橋の乾燥収縮に伴う変形を図-4 に示す。同図より、支間中央において、単純合成桁橋の場合は

7.7mm 下向きに変形する結果が得られた。一方、インテグラル橋の場合は、下向きに 1.6mm 変形し、その内訳は、静定基本系が下向きに 6.3mm、不静定系が上向きに 4.7mm

となった。以上より、本数値計算条件において、単純合成桁橋では、インテグラル橋の約 4.6 倍、乾燥収縮に伴い変形することがわかった。

4. まとめ

本研究では、単径間のインテグラル橋を対象に、乾燥収縮解析を行い、単純合成桁橋との比較・検討を行った。その結果、単純合成桁橋と比べてインテグラル橋においては、不静定反力の影響により、変化応力度の値は大きくなるが、変形を小さく抑えることがわかった。

今後の課題は、クリープや温度変化に関する解析も行い、本橋梁形式に対する経時挙動について総合的に評価する必要がある。

【参考文献】

- 1) 日本橋梁建設協会 技術委員会 設計小委員会:頭付きスタッドを用いた鋼-コンクリート接合部の耐力評価に関する解析的研究 平成 27 年度橋梁技術発表会, 2015 年 10 月.
- 2) (社)土木学会:鋼・コンクリート複合構造の理論と設計(1)基礎編:理論編, p.60, 丸善(株), 1999 年 4 月.
- 3) (公社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I:共通編・II:鋼橋編, p.40, p.345, 丸善(株), 2012 年 3 月.
- 4) A.Kurita, Y.Ushizima, H.Watanabe and H.Nakai: Experimental Study on Creep Coefficient Followed with Shrinkage of Concrete in Steel-Concrete Composite Girder Bridges, p.213, Proceedings of Japan-Korea Joint Seminar on Steel Bridges(JSSB-JK), 1994 年 10 月.

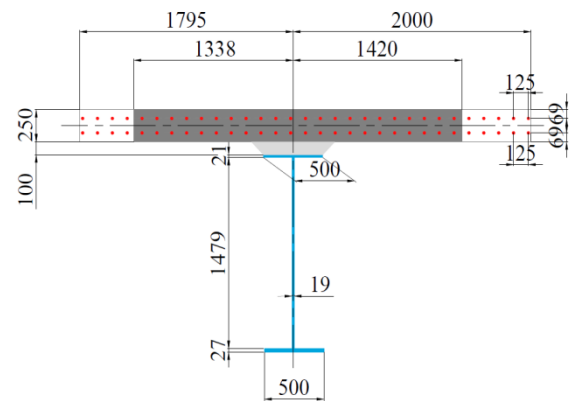


図-3 負曲げ域断面(A-C, D-B 間)(単位: mm)

表-1 解析条件

項目	数値
乾燥収縮に伴うクリープ係数の最終値 ³⁾ $\varphi_{sh,\infty}$	4.0
乾燥収縮ひずみの最終値 ³⁾ $\epsilon_{sh,\infty}$	200×10^{-6}
乾燥収縮ひずみを表す無次元係数 ⁴⁾ k_t	1.184×10^{-2}
コンクリートのヤング係数 E_c (N/mm ²)	3.1×10^4
鋼材のヤング係数 E_s (N/mm ²)	2.0×10^5
鉄筋のヤング係数 E_r (N/mm ²)	2.0×10^5
コンクリートの設計基準強度 f_{ck} (N/mm ²)	40.0

表-2 乾燥収縮に伴う変化応力度(単位: N/mm²)

形式	断面	部材	静定基本系	不静定系	全体系
インテグラル橋	負曲げ域	鉄筋	上側	-9.0	-9.0
			下側	-7.7	-7.7
		鋼桁	上縁	-6.8	-6.8
			下縁	11.3	11.3
	正曲げ域	コンクリート床版	上縁	-0.3	-0.7
			下縁	-0.6	-0.9
単純合成桁橋	負曲げ域	コンクリート床版	上縁	-0.3	-0.3
			下縁	-0.6	-0.6
		鋼桁	上縁	28.5	28.5
			下縁	-7.7	-7.7
	正曲げ域	コンクリート床版	上縁	-0.3	-0.3
			下縁	-0.6	-0.6
		鋼桁	上縁	28.5	28.5
			下縁	-7.7	-7.7

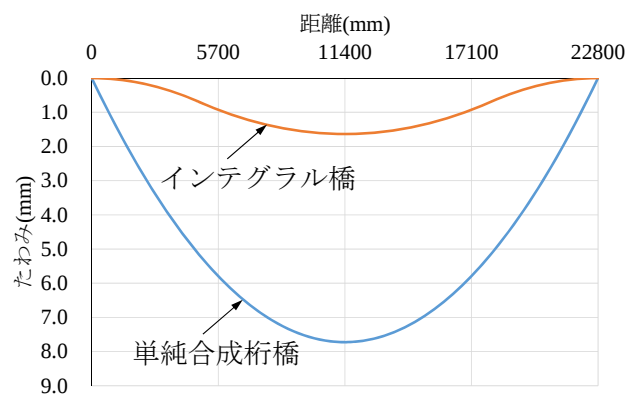


図-4 乾燥収縮に伴う変形