合成桁の長期ひずみ測定における温度差ひずみの評価手法に関する基礎的研究

大阪工業大学	正会員	○今川加	准亮
大阪工業大学	正会員	大山	理

1. はじめに

社会基盤構造物の老朽化に伴う維持管理費の増大が懸念される中,わが国では,維持管理の省力化や効率化 を目的としたモニタリング技術の活用が注目されている.構造物のモニタリング手法の代表例として,構造物 に生じるひずみの経時変化を長期にわたって測定し,構造物の経年劣化に起因するひずみの変化を検知する 長期ひずみ測定がある.しかし,外気温の変化を伴う実構造物の長期ひずみ測定においては,温度変化を受け る構造物の拘束条件や断面内の温度差の影響を含んだ複雑なひずみ挙動を示す.特に,異種材料で構成される 合成桁の場合,鋼桁とコンクリート床版との間に大きな温度差が生じるため,ひずみ挙動はより複雑なものと

なる.したがって,合成桁の長期ひずみ測定において, 経年劣化や損傷による剛性低下などを検知するため には,温度差ひずみを適切に評価する必要がある.

そこで、本文では、単純合成桁の長期ひずみ測定に おける温度差ひずみの評価手法を提案することを目 的として、合成桁試験体における 24 時間の温度とひ ずみ変化を測定した結果を示すとともに、合成桁断面 の温度分布から算定した温度差ひずみと測定結果を 比較した結果について報告する.

2. 温度変化を受ける合成桁のひずみ測定

(1) 試験概要

本試験は、屋外に設置された単純合成桁を対象に、 支間中央断面の温度とひずみの 24 時間の変化を測定 するものである.本試験では、実際に供用されていた 合成桁橋の一部を切断した撤去桁を試験体とした.試 験体の断面寸法および測点配置を図-1 に示す.試験 体は、支間 6m で単純支持された状態で、図-1の左側 の主桁が南向きとなるように屋外に設置した.さら に、日射の影響を受ける南側の主桁を対象として、支 間中央断面の床版下面および鋼桁にひずみゲージと 熱電対(T型)を主桁の内側に貼付した.ここで、ひず みゲージは、材料の温度変化による自由変位分のひず みを測定しない温度補償機能を有するものを用いた.

なお, 試験は冬期(12月下旬)の晴天時に実施し, ひ ずみの測定値は, 鋼桁と床版の温度差が一定となる日 の出ごろ(7:00のとき)の値を初期値とした.

(2) 試験結果

本試験の測定結果を図-2に示す.

キーワード モニタリング,長期ひずみ測定,合成桁,温度差ひずみ 連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5丁目16番1号 TEL: (06)6954-4200



図-1 試験体の断面寸法および測点配置 (単位:mm)





図-2より,鋼桁のウェブおよび下フランジは,日射の影響で外気温より高い温度上昇を示すことがわかる. 一方,上フランジおよび床版下面の温度は,緩やかな温度上昇を示し,最高温度も外気温を超えないことがわ かる.また,ウェブと床版下面の温度差は,13:00において最大の20.1℃であった.この時,ウェブには144µ の圧縮ひずみ,下フランジには96µの引張ひずみが生じており,鋼桁と床版の温度差がひずみの挙動に影響を 及ぼすことがわかる.

3. 温度差ひずみの評価

合成桁の設計における温度差応力は、床版と鋼桁との間 に階段状の急激な温度差を設けた温度分布モデルから計 算される.しかしながら、図-2に示したように、鋼桁断面 内において日射の影響による温度上昇が大きいウェブと 上下フランジとの間にも無視できない温度差が生じてい る.そこで、本研究では、図-3に示すように、ウェブの測 定温度(*t*_w)を基準として、床版下面および上下フランジの

測定温度(t_c , t_u , t_ℓ)との温度差を考慮する温度分 布モデルを用いて温度差ひずみの評価を行っ た. なお,温度差ひずみの算定には,道路橋示方 書に示されている合成桁の温度差応力の解析法 である総断面力法を用いた¹⁾.

温度差ひずみの評価において、まず、温度差 による自由変位分のひずみを算定し、これを補 正値として、床版および上下フランジの測定値 から差し引いた値を測定ひずみの評価値とし た.測定ひずみの評価値の算定結果を表-1に示 す.つぎに、総断面力法の誘導過程における自 由変位の拘束によって合成断面に生じるひずみ を温度差ひずみの計算値として算定した.温度 差ひずみの計算値と**表-1**に示した測定ひずみの 評価値とを比較した結果を図-4に示す.

図-4より,補正後の測定値は,図-3に示した 温度分布モデルによる計算値と同等の値である ことがわかる.特に,床版下面,上フランジおよ $\Delta t_c = t_w - t_c$ t_c t_u $\Delta t_u = t_w - t_u$ t_w $\Delta t_\ell = t_w - t_\ell$

図-3 温度差ひずみ計算時の温度分布モデル

表-1 測定ひずみの評価値(13:00のとき)

	測定値		線膨張	補正値	評価値	
	温度 (t)	温度差 (Δt)	ひずみ (ɛ_m)	係数 (a)	$(\alpha \Delta t)$	$(\varepsilon_m{\textbf{-}}\alpha\Delta t)$
	°C	°C	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶ /°C	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶
床版	11.5	20.1	53	12	241	-188
上フランジ	14.2	17.4	63		209	-146
ウェブ	31.6	—	-144		0	-144
下フランジ	25.6	6	96		72	24



図-4 ひずみ分布の算定結果(13:00のとき)

び下フランジについては、計算値が測定値とほぼ一致しており、本手法によって断面内の温度差によるひずみ 分布を評価できるといえる.ただし、ウェブにおいては、計算値と測定値との間に 74µの差が生じた.これは、 日射によるウェブの面外変形などによる影響が考えられるが、今後、より詳細な検証が必要である.

4. まとめ

温度変化を受ける合成桁のひずみ挙動の 24 時間測定を実施した結果,ひずみの測定値は,鋼桁ウェブを基準とした温度分布モデルによる計算値を用いて評価できることがわかった.ただし,本研究では,24 時間の 測定結果の温度差が最大となるケースのみについて検討した.したがって,長期的な測定や試験体に模擬的な 損傷を与えた場合のひずみ挙動の変化などについても検討し,合成桁に経年劣化や損傷が生じた場合のひず み挙動を検知可能であるかを確認する必要がある.

参考文献

1) 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, pp.53~58, 1999.4