(44) 温度変化を受ける合成桁のひずみ挙動の評価手法に関する研究

今川　雄亮[1]・大山　理[2]

[1]正会員　大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 特任講師（〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1）
E-mail: yusuke.imagawa@oit.ac.jp

[2]正会員　大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 教授（〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1）
E-mail: osamu.ohyama@oit.ac.jp

実構造物の経年劣化に起因するひずみの変化を検知するモニタリング手法である長期ひずみ測定では，外気温の変化の影響により，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では，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，より複雑な挙動となる．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，本研究では，合成桁に生じる温度差ひずみの評価手法を明らかにすることを目的として，合成桁における 24 時間の温度とひずみ変化の測定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．

Key Words: *composite girde, strain due totemperature difference, continuous strain measurement, monitoring*

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．しかしながら，構造物の長期ひずみ測定においては，気温の変化に伴って生じる温度ひずみの影響が大きく，構造物の経年劣化をひずみの測定値から適切に評価することが困難であることが課題として挙げられる．ひずみ測定において一般的に使用されるひずみゲージは，ゲージの線膨張係数を構造材料の線膨張係数と同等とすることで，純粋な温度変化による伸縮を打ち消す温度補償機能を有している．すなわち，長期ひずみ測定において考慮すべき問題は，温度変化を受ける構造物の拘束条件(支持条件)や断面内に生じる温度差によって生じるひずみの評価方法といえる．

特に，異種材料で構成される合成桁は，鋼とコンクリートの熱容量の違いから鋼桁とコンクリート床版との間に温度差が生じるため，温度変化を受ける合成桁に生じるひずみは，単一材料のみで構成される構造物より複雑な挙動を示す．

しかしながら，実構造物を対象とした長期ひずみ測定において，鋼桁とコンクリート床版との温度差に起因するひずみ挙動の評価手法について検討された研究事例は少ないのが現状である．その中で，小林ら[1)]は，合成桁橋の温度変化による変形挙動に着目したモニタリング手法の適用性について，実験的な検討を実施している．実験の結果，温度変化による合成桁のたわみがコンクリート床版の温度と鋼桁温度の温度差に依存し，それらが非線形性を示すことを確認している．

一方，町口ら[2)]は，構造ヘルスモニタリングにおける温度ひずみの補正方法を検討しており，長期計測時の温度分布とそのひずみの相関性を用いて，重回帰分析とニューラルネットワークによる補正方法を提案している．

これらの既往の研究では，合成桁を対象とした長期ひずみ測定において，コンクリート床版と鋼桁との温度差による温度差ひずみの影響を考慮すること重要性を示唆している．しかし，その評価手法は，温度とひずみの相関性に着目したものであり，ある温度差において生じる主桁断面のひずみ分布が妥当な形状や値であるかどうかに言及された研究事例は見当たらないのが現状である．

図-1　試験体の外観

そこで，本文では，温度変化を受ける合成桁の長期ひずみ挙動の評価手法を提案することを目的とし，まず，合成桁断面に生じる実際の温度分布とひずみ分布を把握するために，合成桁の 1 日の温度とひずみ変化の測定を実施した結果を示す．さらに，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，温度差ひずみの評価手法について検討した結果について示す．

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，**図-1** に示すような，実際に供用されていた単純合成桁橋の一部を切断した撤去桁を試験体とした．試験体の寸法は，桁長 6410mm，桁高 1464mm 主桁間隔 1520mm であり，鋼桁間のコンクリート床版下面には，鋼板接着補強が施されている．この試験体を，**図-2** に示すように，一方の主桁側面が南向きとなるように屋外に設置し，支間 6m で単純支持した．

本研究では，試験体とする撤去桁の北側主桁における床版の片側が有効幅を確保していないことや，日射の影響を受けてコンクリート床版と鋼桁との温度差が大きくなると想定される主桁の挙動に着目することから，南側の主桁を対象に測定を行うこととし，**図-2** に示すように，南側の主桁の支間中央部を測定断面とした．

測定位置における試験体の断面寸法および測点配置を**図-3** に示す．測定に用いたひずみゲージは，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，熱電対は T 型を用いた．

試験は京都府八幡市において，2018 年 12 月の晴天時に実施し，1 日の温度およびひずみの変化を 15 分毎に測定した．

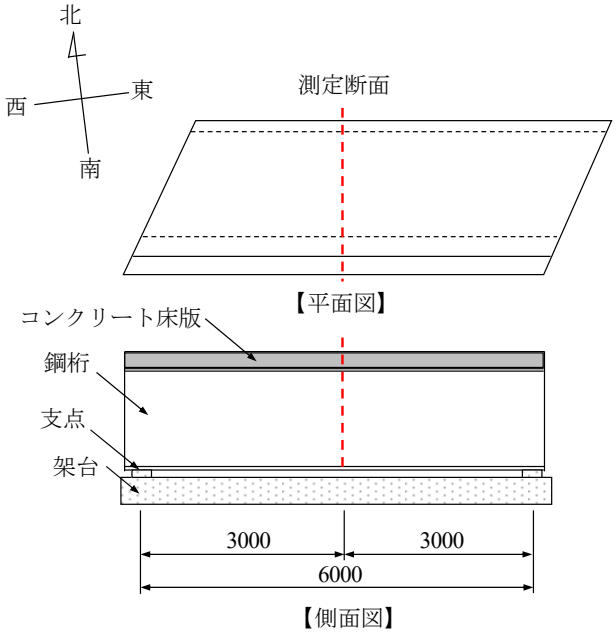


図-2　試験体の設置状況および測定断面 (単位：mm)

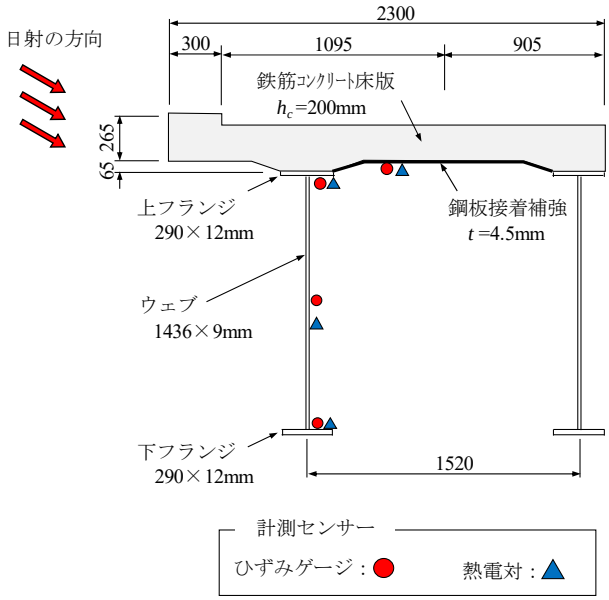
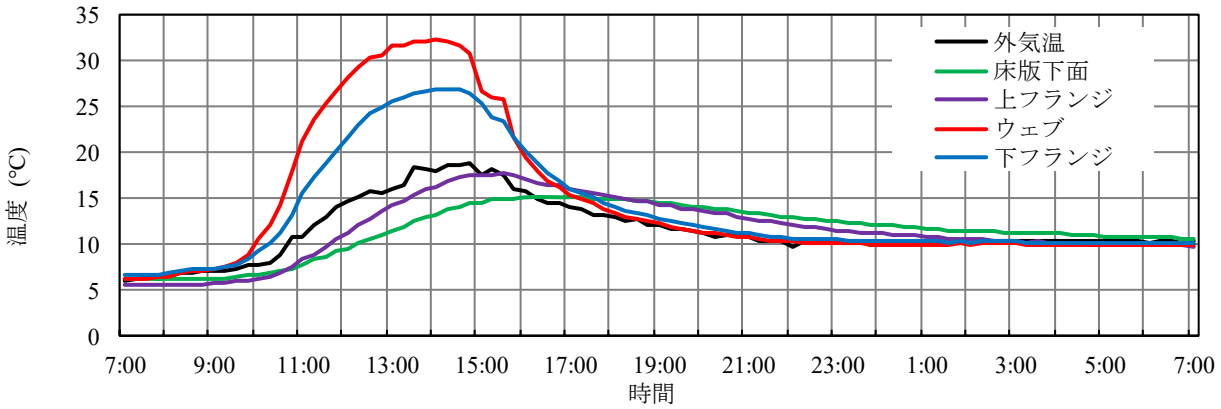


図-3　試験体の断面寸法および測点配置 (単位：mm)

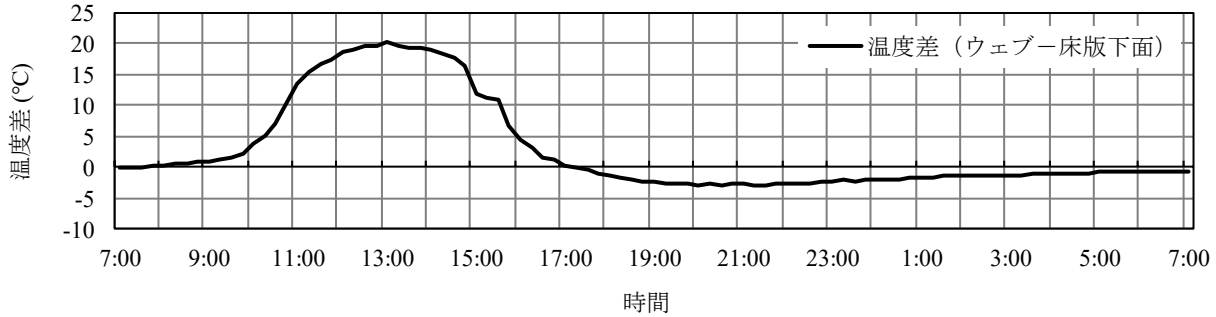
(2)　試験結果

本試験の測定結果を**図-4** に示す．

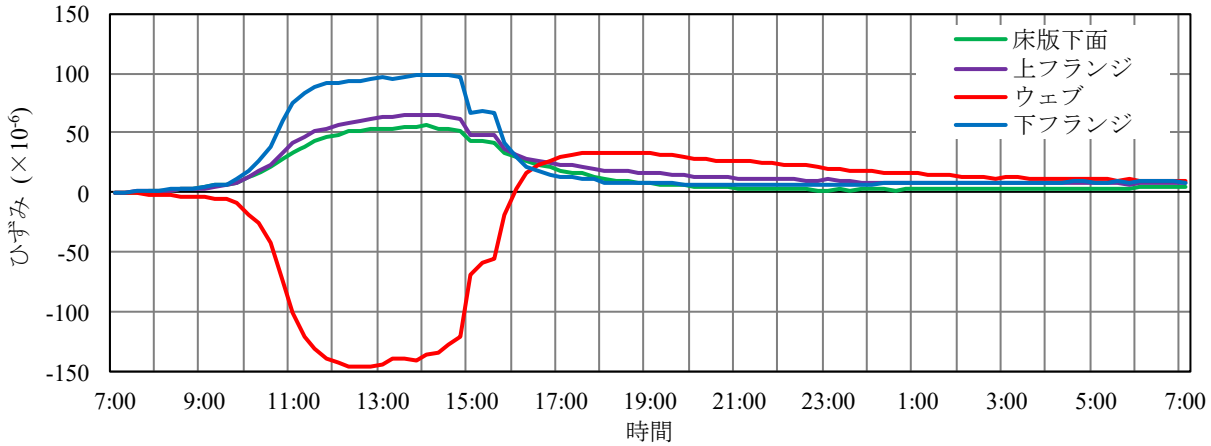
まず，**図-4(a)**より，試験体の温度変化に着目すると，測定日の外気温の最低気温は 6.0℃ (7 時)，最高気温は 18.8℃(14 時 45 分)であり，12 月の気温としてはやや高い温度変化であった．各測定位置の温度変化は，ウェブおよび下フランジが日射の影響によって外気温より高い温度上昇を示しており，最高温度はウェブで 32.2℃，下フランジで 26.9℃であった．一方，上フランジおよび床版下面の温度は，緩やかな温度上昇を示し，最高温度も外気温を超えないことがわかった．



(a) 各測位置の温度変化



(b) 温度差（鋼桁ウェブと床版下面との温度差）の変化



(c) ひずみの変化

図-4 試験結果

つぎに，**図-4(b)**は，**図-4(a)**の温度変化に基づき，一例として，ウェブと床版下面との温度差の変化を表したものである．同図より，ウェブと床版下面との温度差は，13 時において最大 20.1℃であった．また，夜間においては，ウェブの温度が床版下面の温度より低くなり，20 時において-2.8℃の温度差が生じた．

図-4(c)は，各測定位置におけるひずみの変化を表したものである．ここで，温度変化を受ける合成桁の長期ひずみ測定では，ひずみの初期値をどの時間帯に設定するかがひとつの重要なポイントとなる．本研究では，鋼桁とコンクリート床版との温度差によって生じるひずみの変化に着目するため，測定した時間内で鋼桁とコンクリート床版との温度差がほとんどない時間帯，すなわち 7 時におけるひずみの測定値を初期値とした．同図より，ひずみは温度上昇が生じる昼間において大きく変化しており，ウェブで 140μ 程度の圧縮ひずみ，下フランジで 100μ 程度の引張ひずみが生じた．

図-4 の結果を用いて，各測定位置での測定温度とひずみとの相関関係(**図-4(a)**と**図-4(c)**の関係)を表したものを，**図-5** に示す．

同図より，測定温度とひずみとの相関関係に着目すると，各測定位置の温度が 6℃程度である 7 時以降，全て

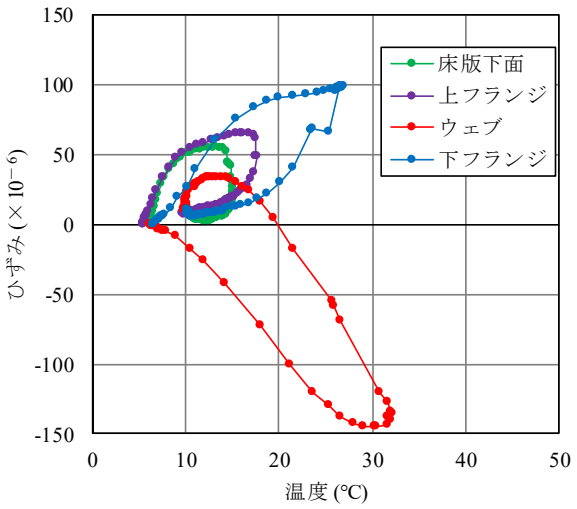


図-5　測定温度とひずみの相関関係

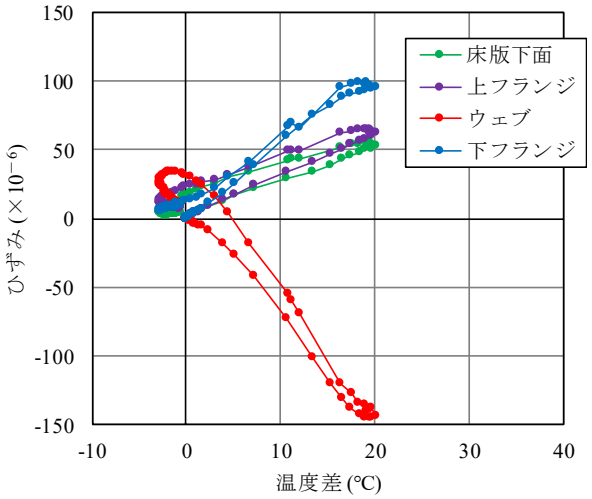


図-6　温度差とひずみの相関関係

の測点において温度上昇とともにひずみがピークを迎え，温度の下降とともにひずみが減少する過程でループ状の軌跡を描くことが確認できた．

一方，温度差とひずみとの相関関係(**図-4(b)**と**図-4(c)**の関係)を**図-6**に示す．

図-6より，温度差とひずみの関係は，ループ状の軌跡はみられるものの，**図-5**と比較して直線的な挙動を示しており，ひずみの測定結果が，鋼桁とコンクリート床版との温度差に依存することがわかる．

以上より，本研究では，**図-4(b)**における最大の温度差が生じた 13 時のときの温度とひずみに着目して，温度差ひずみの評価を行う．最大温度差が生じた 13 時における各測定位置の温度とひずみの測定結果を**表-1**に示す．

同表より，床版下面，上フランジおよび下フランジにおけるウェブとの温度差は，それぞれ 20.1℃，17.4℃および 6.0℃であった．また，床版下面および上下フランジにおいて，それぞれ 53μ，63μおよび 96μの引張ひずみが生じ，ウェブには-144μの圧縮ひずみが生じた．

表-1　13 時における測定結果

	測定値		
	温度 (t)	温度差 (Δt)	ひずみ (ε_m)
	℃	℃	$\times 10^{-6}$
床版下面	11.5	20.1	53
上フランジ	14.2	17.4	63
ウェブ	31.6	—	-144
下フランジ	25.6	6.0	96

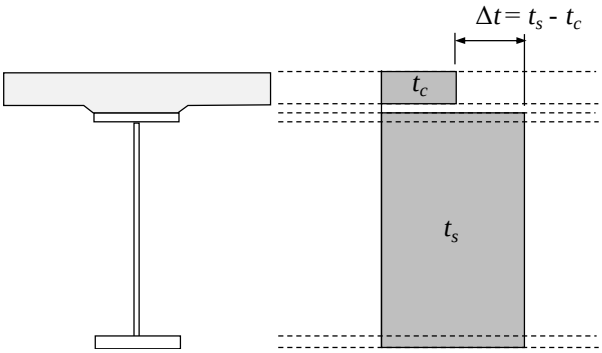


図-7　設計上の温度分布モデル

3.　温度差ひずみの評価方法

(1)　設計上の温度差を考慮したひずみの算定

合成桁の設計における温度差応力は，**図-7**に示すように，鋼桁とコンクリート床版との間に階段状の温度差を設けた温度分布モデルから算定される [3),4)]．このとき，コンクリート床版に生じる応力σ_cは，引張応力を正として，式(1)で示される．

$$\sigma_c = \alpha \Delta t E_c - \frac{P_t}{nA_v} - \frac{M_t}{nI_v} z \qquad (1)$$

ここに，

α　：線膨張係数

Δt　：鋼桁とコンクリート床版との温度差($=t_s - t_c$)

n　：ヤング係数比 ($=E_s/E_c$)

E_s，E_c　：鋼およびコンクリートのヤング係数

A_v　：合成桁の鋼換算断面積

I_v　：合成桁の鋼換算断面 2 次モーメント

z　：図心軸からの距離

P_t　：自由変位の拘束によって床版に作用する軸力

$$P_t = \alpha \Delta t E_c A_c \qquad (2)$$

A_c　：コンクリート床版の断面積

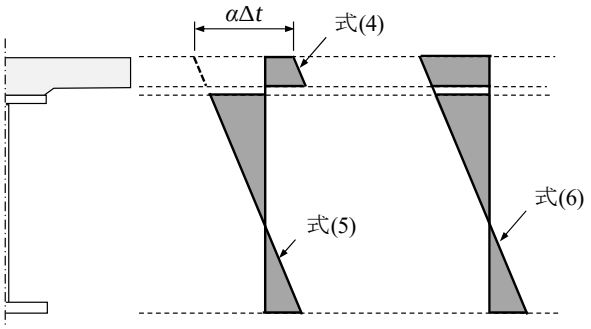


図-8　温度差によるひずみ分布

M_t　：P_tによる偏心曲げモーメント

$$M_t = P_t d_t \tag{3}$$

d_t　：図心軸から コンクリート床版中央までの距離

式(1)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手法である総断面力法に基づいた計算式であり，床版の応力は，温度差による自由変位分の応力(第 1 項)と自由変位を拘束したときの偏心軸力による応力(第 2 および 3 項)に分けられる．これをコンクリートのヤング係数 E_c で除せば，コンクリート床版に生じるひずみ ε_cは，式(4)で示される．

$$\varepsilon_c = \alpha \Delta t - \frac{P_t}{E_s A_v} - \frac{M_t}{E_s I_v} z \tag{4}$$

一方，鋼桁に生じるひずみ ε_sは，式(5)で示される．

$$\varepsilon_s = -\frac{P_t}{E_s A_v} - \frac{M_t}{E_s I_v} z \tag{5}$$

ここで，式(4)および式(5)から計算されたひずみ分布は，**図-8** の左側に示すようにコンクリート床版と鋼桁との間に $\alpha\Delta t$ だけの段差が生じるような分布となる．

本研究では，この段差の生じたひずみ分布では，測定結果に対する合成桁としての剛性の評価が難しいと考え，式(4)の第 1 項目の $\alpha\Delta t$，すなわち自由変位分のひずみを考慮せず，コンクリート床版のひずみを鋼桁の場合と同様に，式(6)で計算することとする．

$$\varepsilon_{c,cal} = \varepsilon_{s,cal} = -\frac{P_t}{E_s A_v} - \frac{M_t}{E_s I_v} z \tag{6}$$

ここに，$\varepsilon_{c,cal}$ および $\varepsilon_{s,cal}$ は，それぞれ， 長期ひずみ測定におけるコンクリート床版および鋼桁のひずみの計算値を表す．

一方，式(6)で考慮しなかった自由変位分のひずみ $\alpha\Delta t$ は，式(4)の両辺から $\alpha\Delta t$ を差し引いたと考えれば，コンクリート床版のひずみの測定値 $\varepsilon_{c,m}$ から自由変位分のひずみの差で与えられる．したがって，長期ひずみ測定におけるコンクリート床版のひずみの評価値 $\varepsilon_{c,ev}$ は，式(7)で示される．

$$\varepsilon_{c,ev} = \varepsilon_{c,m} - \alpha \Delta t \tag{7}$$

なお，式(5)に示した鋼桁のひずみには，当然のことながら，自由変位分のひずみは生じないため得られた測定値 $\varepsilon_{s,m}$ をそのまま評価に用いればよい．すなわち，式(8)で示される．

$$\varepsilon_{s,ev} = \varepsilon_{s,m} \tag{8}$$

この評価手法においては，**図-7** に示したように鋼桁温度を一定として扱うが，本研究では，上フランジ，ウェブ，下フランジの測定値に対して，それぞれの断面積を考慮した加重平均を考慮することとする．

以上が合成桁の設計に用いられる温度差モデルに基づいて長期ひずみ測定におけるひずみの計算値および評価値の考え方である．本研究では，後述する実挙動に基づいた計算値および評価値と区別するために，本節で述べた手法を評価方法 1 として，計算値(式(6))および評価値(式(7)，式(8))を，それぞれ，計算値 1 および評価値 1 とする．

(2)　実挙動に基づく温度差ひずみの算定

温度変化を受ける合成桁の実挙動は，**図-7** に示したように床版と鋼桁がそれぞれ一定の温度で，鋼桁とコンクリート床版との間に階段状の温度差が生じるような温度分布ではなく，**表-1** に示したように，鋼桁断面内にも温度差が生じる．すなわち，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．したがって，本研究では，鋼桁内の温度差も考慮して，**図-9** に示すような温度分布モデルを考える．

同図は，ウェブの温度 t_wを基準として，コンクリート床版，上フランジおよび下フランジの温度(t_c，t_u，t_l)との温度差(Δt_c，Δt_u，Δt_l)を考慮したモデルである．なお，より実挙動に近い温度分布モデルを得るためには， コンクリート床版内部やウェブの上端から下端までの温度分布を詳細に考慮する必要があるが，本研究では，コンクリート床版，上フランジ，ウェブおよび下フランジの温度は，各測定位置で測定された温度で一定とする．

図-9 の温度分布モデルを考慮すると，前節の式(6)で示したひずみの計算値は，式(9)で示される．

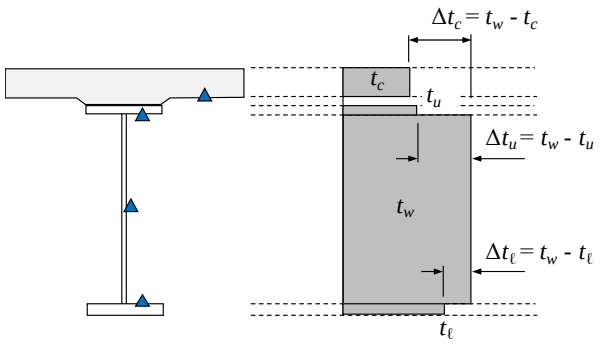


図-9　実挙動に基づいた温度分布モデル

$$\varepsilon_{cal} = -\frac{\sum P_t}{E_s A_v} - \frac{\sum M_t}{E_s I_v} z \tag{9}$$

ここに，

ΣP_t　：自由変位の拘束による軸力の総和

$$\begin{aligned}\sum P_t &= P_{t,c} + P_{t,u} + P_{t,\ell} \\ &= \alpha \Delta t_c \left(E_s / n\right) A_c + \alpha \Delta t_u E_s A_u + \alpha \Delta t_\ell E_\ell A_\ell\end{aligned} \tag{10}$$

A_c, A_u, A_ℓ：コンクリート床版，上フランジおよび下フランジの断面積

ΣM_t　：P_tによる偏心曲げモーメントの総和

$$\sum M_t = P_c \cdot d_c + P_u \cdot d_u + P_\ell \cdot d_\ell \tag{11}$$

d_c, d_u, d_ℓ：図心軸から コンクリート床版，上フランジおよび下フランジ中央までの距離

また，前節の式(7)および式(8)に示した測定ひずみの評価値は，各測定位置において式(12)～(15)で示される．

コンクリート床版：$\varepsilon_{c,ev} = \varepsilon_{c,m} - \alpha \Delta t_c$　(12)

上フランジ：$\varepsilon_{u,ev} = \varepsilon_{u,m} - \alpha \Delta t_u$　(13)

ウェブ：$\varepsilon_{w,ev} = \varepsilon_{w,m}$　(14)

下フランジ：$\varepsilon_{\ell,ev} = \varepsilon_{\ell,m} - \alpha \Delta t_\ell$　(15)

本研究では，試験結果から得られた合成桁の実挙動に基づく温度差モデルを用いて，式(9)～式(15)を用いて評価する手法を評価方法 2 とする．

以上のように，本研究では，合成桁の設計に基づく温度分布モデルを用いた評価方法 1 と，実挙動に基づいた温度分布モデルを用いた評価方法 2 の 2 種類によって，試験結果の評価を行う．

表-2　評価に用いる材料特性および断面諸量

鋼とコンクリートの線膨張係数　(α)	12×10^{-6} /℃
鋼のヤング係数　(E_s)	2.0×10^{5} N/mm^2
鋼とコンクリートとのヤング係数比　(n)	7

表-3　評価値の算定結果

(a)　評価値 1

	測定値			補正値	評価値1
	温度 (t)	温度差 (Δt)	ひずみ (ε_m)	($\alpha\Delta t$)	(ε_{ev})
	℃	℃	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$
床版下面	11.5	16.0	53	192	-139
上フランジ	27.5*	—	63	0	63
ウェブ		—	-144	0	-144
下フランジ		—	96	0	96

*断面積比を考慮した加重平均値

(b)　評価値 2

	測定値			補正値	評価値2
	温度 (t)	温度差 (Δt)	ひずみ (ε_m)	($\alpha\Delta t$)	(ε_{ev})
	℃	℃	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$	$\times10^{-6}$
床版下面	11.5	20.1	53	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	6.0	96	72	24

4.　試験結果の評価

まず，試験結果の評価において，計算値の算定に必要な材料特性および断面寸法から得られる諸量は，**表-2** に示すように設計に用いられる一般的な値を用い，図心軸位置および断面 2 次モーメントは，**図-3** に示した寸法から算定した．なお，対象主桁の床版の有効幅は，主桁間隔の半分を有効とし，地覆やハンチも剛性に寄与するものとして計算した．また，前述のとおり，ひずみは引張ひずみを正，圧縮ひずみを負として評価している．

表-1 に示した測定結果から評価値 1 (式(7)，式(8))および評価値 2 (式(12)～式(15))を算定した結果を**表-3** に示す．

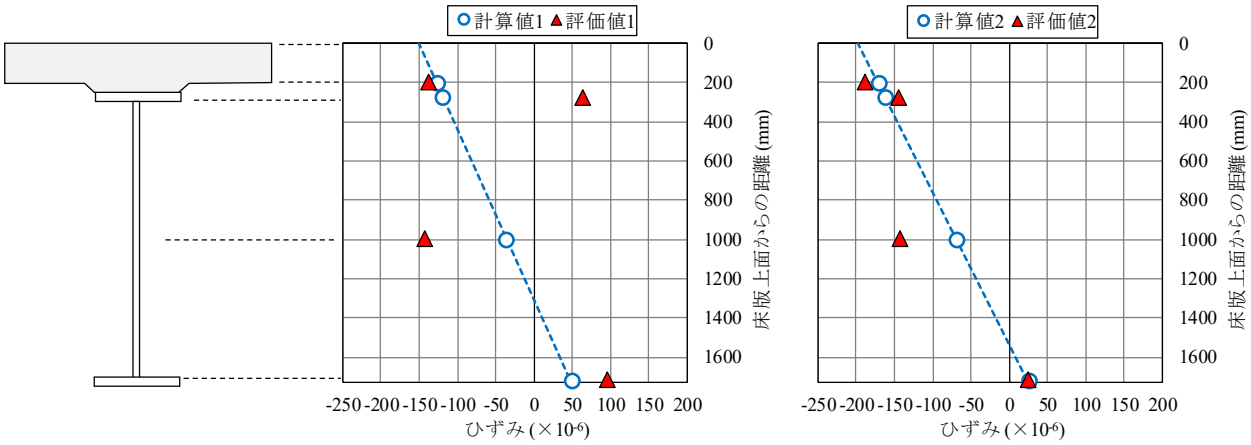
同表より，合成桁の設計と同様に鋼桁温度を一定とする評価方法 1 では，上フランジ，ウェブおよび下フランジの面積比を考慮した測定結果の加重平均で与えられる鋼桁温度が 27.5℃であった．そして，鋼桁温度と床版温度の温度差(16.0℃)による自由変位分のひずみを考慮すると，床版下面のひずみの評価値 1 は，-139μ となった．一方，実挙動に基づいてウェブの温度を基準として各測点との温度差を考慮した評価方法 2 では，床版下面，上フランジおよび下フランジにおけるひずみの評価値 2 が，それぞれ，-188μ，-146μ および -24μ となった．

表-4　評価方法 1 の結果

	評価方法1		
	評価値1	計算値1	比率
	(ε_{ev}) ×10^{-6}	(ε_{cal}) ×10^{-6}	($\varepsilon_{ev}/\varepsilon_{cal}$)
床版下面	-139	-128	1.09
上フランジ	63	-120	-0.53
ウェブ	-144	-37	3.89
下フランジ	96	47	2.04

表-5　評価方法 2 の結果

	評価方法2		
	評価値2	計算値2	比率
	(ε_{ev}) ×10^{-6}	(ε_{cal}) ×10^{-6}	($\varepsilon_{ev}/\varepsilon_{cal}$)
床版下面	-188	-172	1.09
上フランジ	-146	-164	0.89
ウェブ	-144	-70	2.06
下フランジ	24	24	1.00



(a)　評価方法 1　　(b)　評価方法 2

図-10　温度差ひずみの分布

表-3 の評価値と温度差ひずみの計算値とを比較して評価した結果を**表-4** および**表-5** に示す．また，**表-4** および**表-5** に示した評価結果に基づいてひずみ分布として表した結果を**図-10** に示す．

表-4 より，評価方法 1 による評価の結果，床版下面の温度差ひずみは評価値と計算値の比率が 1.09 となり，同等の値で評価できることがわかる．しかし，鋼桁に生じる温度差ひずみに着目すると，上フランジ，ウェブおよび下フランジにおける比率は，それぞれ-0.53，3.89 および 2.04 であり，いずれも評価値と計算値に大きな差が生じる結果となった．また，**図-10(a)**からも，評価値によるひずみ分布は，線形形状を示していないことがわかる．特に，上フランジにおいては，評価値が引張ひずみとなるのに対して，計算値では圧縮ひずみとなり，大きな差が生じている．評価方法 1 では，合成桁における設計上の温度分布モデルとして鋼桁が一定温度として評価している．しかし，実挙動において，上フランジは床版張出部の影響で直接日射の影響を受けないことに加え，鋼桁より低温の床版に接触しているため，ウェブのような温度上昇を示さず，床版下面と同等の温度変化となる．したがって，評価方法 1 のように，鋼桁を一定の温度とみなして温度差ひずみの実挙動を評価することは困難と考えられる．一方，**表-5** より，評価方法 2 では，床版下面，上フランジ，ウェブおよび下フランジのにおける評価値と計算値の比率が，それぞれ 1.09，0.89，2.06 および 1.00 であり，ウェブを除く測定位置で同等の値となった．また，**図-10(b)**より，評価方法 2 によるひずみ分布は，計算値と同様，直線に近い分布形状を示した．なお，評価方法 2 では，ウェブのひずみがその他の測定位置と比較して，差の生じる結果となった．この差が生じた要因として，直接日射を受けるウェブ外面と日陰となるウェブ内面の温度差の影響や，南側と北側の鋼桁の温度差などによる面外変形が考えられが，この要因について，現段階では詳細な解明には至っておらず，今後の検討課題である．しかしながら，温度変化を受ける合成桁に生じるひずみの実挙動から合成桁の剛性を評価するにあたり，評価方法 2 を用いて評価する方が妥当であることは明らかである．

以上より，合成桁の長期ひずみ測定における温度差ひずみ評価のでは，鋼桁温度を各測点の平均温度やウェブのみの温度などで一定として評価する評価方法 1 は不適当であり，評価方法 2 のように，コンクリート床版との温度差に加えて，鋼桁の温度分布も考慮して評価する必要があると考えられる．

5. まとめ

温度変化を受ける合成桁の長期ひずみ挙動の評価手法を提案することを目的として，温度変化を受ける合成桁の 1 日のひずみ挙動の測定試験の結果から，その評価方法について検討した結果，以下のことが明らかとなった.

- 試験結果より，温度変化を受ける合成桁は，昼間の挙動において，日射の影響を受けるウェブが最も高温となり，日の出後，緩やかに温度上昇するコンクリート床版下面との間に大きな温度差が生じた.
- 鋼桁の温度変化に着目すると，上フランジがコンクリート床版と同様な温度変化であるのに対して，下フランジはウェブよりやや低い温度変化を示し，鋼桁内においても温度差が生じた.
- 各測点に生じるひずみは，鋼桁とコンクリート床版の温度差との間に相関性がみられた.
- 合成桁の設計時と同様に，鋼桁を一定の温度とみなして温度差ひずみを評価する手法(評価方法 1)では，温度変化を受ける合成桁のひずみ分布を適切に評価することができなかった.
- 実挙動に基づいて，鋼桁内に生じる温度差も考慮した評価方法(評価方法 2)では，測定値から算定される評価値のひずみ分布が直線的な分布形状となり，計算値と同等なひずみ分布として評価できた.

以上より，温度変化を受ける合成桁のひずみ分布は，ウェブ温度を基準とした床版下面，上フランジ，下フランジの温度差とひずみの測定値から評価できることがわかった．そして，この評価結果から算定される合成桁としての曲げ剛性や最大ひずみなどをモニタリングの指標とし，それらの値の経年変化を確認することで，合成桁に何らかの異常が生じたときの検知に適用できるものと考えられる.

そのためには，今後の課題として，季節ごとの変動を含む長期的なひずみ測定への適用可否や，試験体に疑似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，さらに検討する必要がある.

参考文献

1) 小林祐介，三木千壽，出野麻由子，斎藤勝晶：合成桁橋梁の健全度モニタリングを目的とした温度変形挙動の検討，構造工学論文集 Vol.48A，pp.979-985，2002.3.
2) 町口敦志，横山功一，原田隆郎，高木優任：構造ヘルスモニタリングにおけるひずみ測定の温度影響の補正に関する研究，構造工学論文集 Vol.53A，pp.718-726，2007.
3) 土木学会：構造工学シリーズ 9-A 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) 土木学会：複合構造シリーズ 08 基礎からわかる複合構造–理論と設計– (2017 年版)，pp.49～70，2017.

(Received August 30, 2019)

EVALUATION METHOD OF STRAIN BEHAVIOR FOR COMPOSITE GIRDER SUBJECTED TO TEMPERATURE CHANGE

Yusuke IMAGAWA and Osamu OHYAMA

When measuring strain of the composite girder subjected to temperature changes for a long time, the measured value of the strain behaves complicatedly due to the temperature difference between the steel girder and the concrete slab. Therefore, it is necessary to evaluate the temperature differential strain appropriately in order to detect the deterioration of stiffness due to aging and damage from the strain measurement of the composite girder for the purpose of monitoring.

In order to clarify the evaluation method, the authors measured the strain occured in the composite girder due to temperature changes during a day. The evaluation method based on the measurement results and the theoretical value of strain occured in the composite girder due to temperature difference are reported in this paper.