

(36) カンチレバー橋梁施工時のコンクリートの温度分布と桁たわみ量の関係

静岡県 静岡土木事務所 影山安秀  
 東急建設 技術研究所 正会員 ○岡本 大  
 同 上 増田芳久  
 東急建設 静岡支店 渡辺正喜

1. はじめに

梅ヶ島大橋は、静岡県道梅ヶ島温泉昭和線に架設された橋長353mのカンチレバー工法(FCC工法)による4径間有ヒンジラーメン箱桁形式のPC橋梁である。

カンチレバー工法によって橋梁を架設する場合、閉合前における桁の出来形管理においては、日照による上下床板の温度差に起因する桁のおがみ現象(桁のたわみ)を考慮しなければならない。

本報は、中央ヒンジ部閉合前、トラベラー撤去後における4日間の桁の温度分布および変位量を自動測定し、その温度分布データを基に弾性フレーム解析を行い、変位実測値との比較検討を行った結果を報告するものである。

なお、梅ヶ島大橋はP1、P2、P3の3つの橋脚から張り出し架設を行っているが、本検討はそのうちの1区間(P1からの張り出し部分)を対象とした。

2. 橋梁概要

梅ヶ島大橋の橋梁諸元を以下に示す。また、上部工に用いられている主要材料の一覧を表-1に示す。

橋名：梅ヶ島大橋

橋長：353.0m

支間：70.6m+105.0m+105.0m+70.6m

幅員：10.75m(車道地覆0.6m、車道7.25m、歩道2.5m、歩道地覆0.4m)

形式：4径間有ヒンジPCラーメン箱桁橋

表-1 主要材料

主要材料	主適用箇所	形状寸法
コンクリート	主桁、横桁	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$
PC鋼材	主方向鋼材	12T1.4(鋼より線)
	床板横締め鋼材	12 $\phi$ 7(鋼線)
	横桁横締め、せん断鋼材	$\phi$ 32(鋼棒)

3. 現場計測

(1) 計測方法

現場計測は上下床板の温度測定と桁のたわみ測定に関して行った。それぞれの計測位置を図-1に示す。

床板温度に関しては、P1より中央径間側の張り出し部分における3断面で、

熱電対をデータロガーに接続して1断面当たり上床板2点(床板表、裏)、下床板1点の測定を1時間間隔で行った。

桁のたわみの測定は、側径間側、中央径間側の張り出し部分の先端2カ所、中央部2カ所の計8カ所で、基準高変位量自動測定器によって温度計測時刻と同じ時刻に1時間間隔で計測した。

各項目の測定期間は、張り出し施工を完了し、トラベラー撤去後、ヒンジ部閉合前までとし

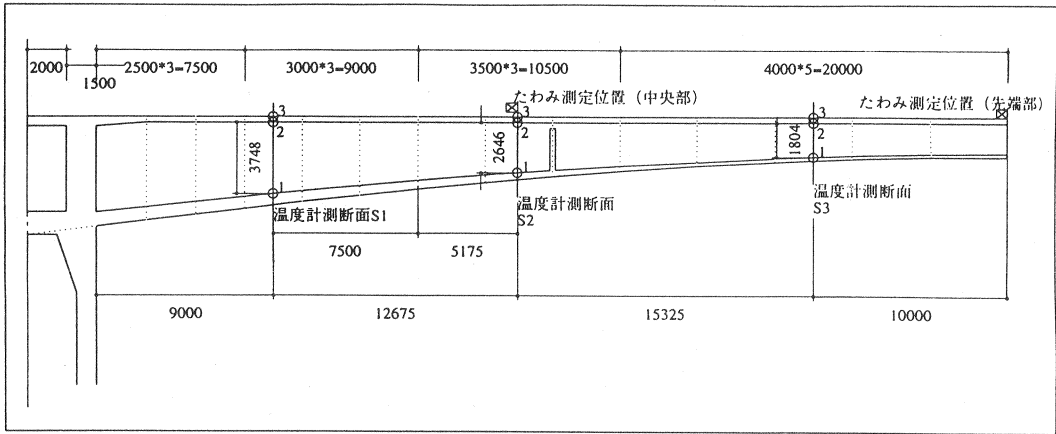


図-1 計測断面位置

た。

(2) 計測結果

温度履歴に関しては、S1～S3各断面共に同様な傾向を示した。温度履歴の一例として、S3断面における履歴を図-2に示す。

上床板上面の温度変動が最も大きく、下床板に関しては1日の温度変動がほとんどなかった。また、上床板の上下面の間には大きな温度勾配が生じていた。

次に、図-3に上下床板の温度差を示す。温度差の正負は上床板の温度が高い方向をプラスと考えた。また、上床板の温度は上床板上面と上床板下面の平均値とした。なお、S1～S3各断面の温度履歴は断面による格差が小さいことから、上床板温度および下床板温度は各断面の平均値を使用して温度差を算出した。次章で示す解析においては、この温度差データを使用した。

図-4に中央径間側張りだし部の桁たわみの経時変化を示す。なお、データは先端部、中央部ともに

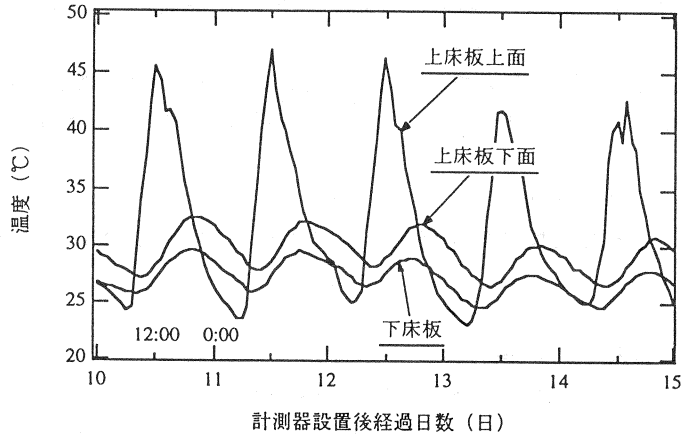


図-2 各測点の温度履歴 (S3断面)

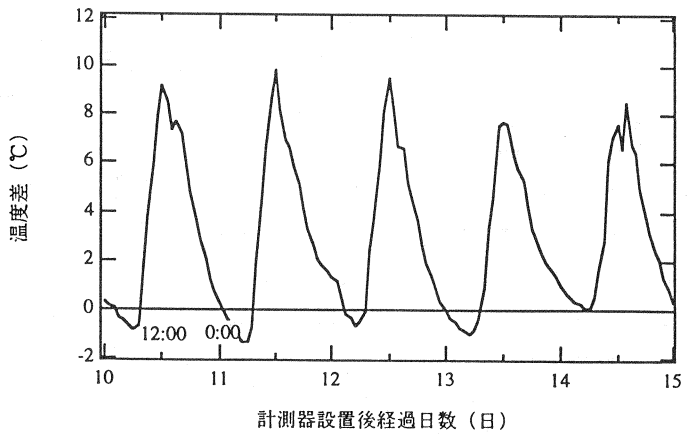


図-3 上下床板の温度差

2測点の平均値である。

#### 4. 計測結果と解析結果の比較

##### (1) 解析方法

解析は弾性フレーム解析によって行った。

まず、構造物を柱頭部を固定端とする片持ち梁として、縦断勾配6.3%を考慮し、断面の重心を通る軸線でモデル化した。節点は施工ブロックの継ぎ目毎に設け、各部材の断面定数は部材両端の断面の平均値とした。使用した断面定数を表-2に示す。なお、ヤング係数と線膨張係数は設計において通常用いられている値として、道路橋示方書の値を使用した。

次に、部材に作用する温度差荷重として、図-3に示すデータを用いて解析を行った。

##### (2) 解析結果と実測値の比較

温度、たわみ共に24時間の連続データが存在し、温度の変動が最も大きい1日について解析結果と実測値の比較を行った。

図-5に上下床板の温度差と先端部のたわみの関係を示す。

先端部のたわみの実測値は、断面の温度上昇時と下降時において変化経路が異なり、ループを描いている。これはコンクリートの材料非線形性によるものと考えられ

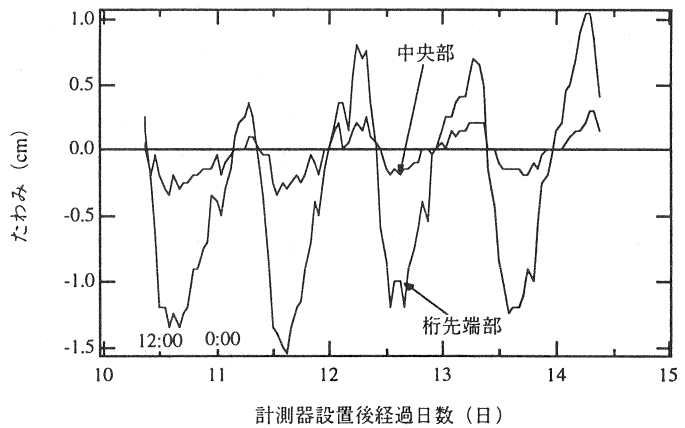


図-4 たわみの経時変化

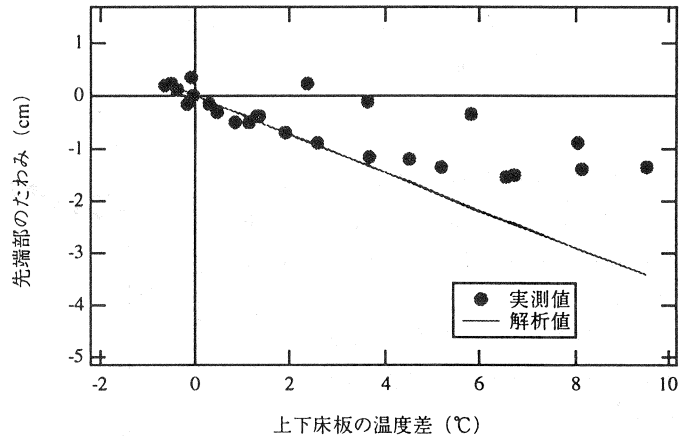


図-5 たわみの経時変化

表-2 解析に用いた断面定数

部材番号	部材名称	部材長さ (m)	断面積 (cm <sup>2</sup> )	断面2次モーメント (cm <sup>4</sup> )	ヤング係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	線膨張係数 (1/°C × 10 <sup>-6</sup> )
1	CL-OR	6.0	164,479	8,358,943,939	310,000	1.2
2	OR-S1	2.5	143,924	6,394,435,501	310,000	1.2
3	S1-S3	2.5	137,797	5,451,351,166	310,000	1.2
4	S3-S5	3.0	131,781	4,625,889,206	310,000	1.2
5	S5-S7	3.0	125,331	3,829,574,966	310,000	1.2
6	S7-S9	3.0	118,468	3,094,626,999	310,000	1.2
7	S9-S11	3.5	106,959	2,422,582,817	310,000	1.2
8	S11-S13	3.5	97,498	1,856,886,482	310,000	1.2
9	S13-S15	3.5	88,426	1,378,677,464	310,000	1.2
10	S15-S17	4.0	80,192	1,010,753,441	310,000	1.2
11	S17-S19	4.0	73,049	718,534,565	310,000	1.2
12	S19-S21	4.0	68,949	532,082,891	310,000	1.2
13	S21-S23	4.0	67,535	438,974,237	310,000	1.2
14	S23-S25	4.0	66,585	382,225,442	310,000	1.2

る。解析値との整合性を良くするためには、上昇域と下降域におけるコンクリートの線膨張係数を的確に評価する必要があると考えられる。

また、温度差が小さい時点では解析値と実測値は良く合っているが、温度差が大きくなった場合、実測たわみ量は2 cm弱で頭打ちとなっており、解析値の方が大きな値を示している。これは、上床板の温度と下床板の温度差で解析を行い、この間の温度分布は直線分布していると仮定していることに原因があると思われる。すなわち、温度差が小さいうちはこの仮定に近い断面内の温度分布であるが、温度差が大い場合にこの仮定が適用できないことが考えられる。解析によってたわみ量を予測するためには、ウェブの温度も数カ所測定し、断面内の正確な温度分布を計測する必要があると考えられる。

次に、たわみの日変化に関する解析値と実測値の比較を図-6に示す。

図-6を参照すると、前述の理由で解析値の方が実測値より大きな値を示しているが全体の傾向は解析によって再現できており、桁のおがみ現象は断面内の温度勾配に影響を受けている事が確認できる。

また、図-7に桁全体のたわみ曲線についての解析値と実測値の比較を示す。この図に関してもこれまでの結果と同様に、温度差3.7℃までは整合性がとれているが温度差が大きくなると解析値の方が大きな値を与えている。

### 5. おわりに

以上、カンチレバー架設工法によるPC橋梁、梅ヶ島大橋における桁温度履歴とおがみ現象の関係について報告した。

温度履歴と桁のおがみ現象に関して、今回の現場計測、解析結果をまとめると以下ようになる。

(1) 上下床板の温度差が4℃以内であれば上下床板の温度差を荷重として入力したフレーム計算により、桁のたわみを予測できる。

る。

(2) 上下床板の温度差が4℃より大きくなる場合の桁たわみ量の正確な予測のためには、ウェブも含めた断面内の正確な温度分布を把握し、解析を行う上で温度分布を適切にモデル化する必要がある。

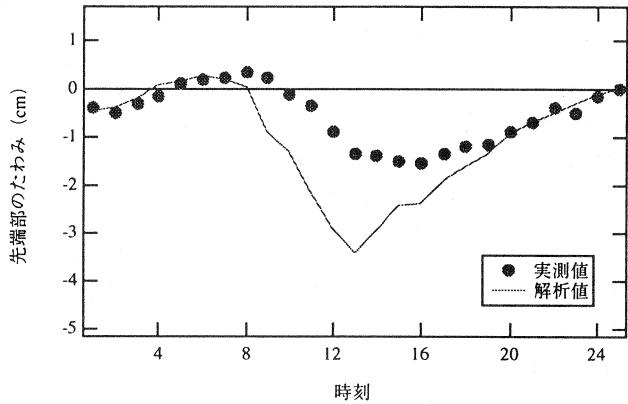


図-6 たわみの日変化

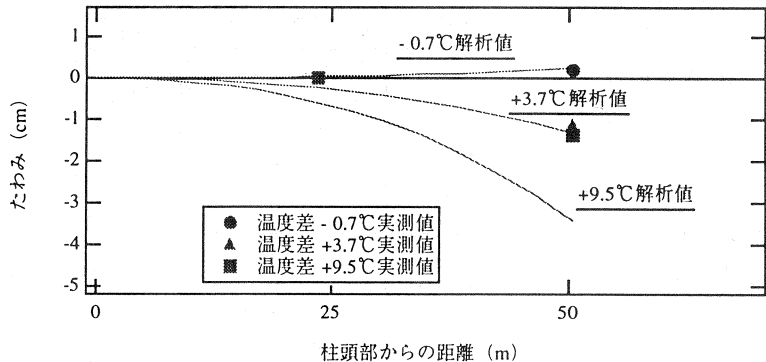


図-7 桁のたわみ曲線