

# ゴム支承を採用した多径間連続桁橋における支承の据付検討と架設時挙動（母袋高架橋）

## Considerations of Setting Bearings in Constructing a Multiple-Span Continuous Bridge with Rubber Bearings and Post-Construction Behavior of the Bearings (Motai Viaduct)

本 田 政 樹\* 伊 藤 徳 昭\*\*  
Masaki HONDA Noriaki ITOH

### Summary

Using a nine-span continuous box girder bridge (the Motai Viaduct) as an example, this paper describes the features of bearings, items to be confirmed or considered before and during construction of the bridge, a method of improving accuracy in girder production, ideas for setting bearings, and measured behavior of bearings after the bridge was completed.

キーワード：反力分散支承，多径間連続化，精度管理，温度管理

### 1. まえがき

平成8年12月に道路橋示方書が改訂され、桁橋の支承にはゴム支承を用いることを推奨している。ゴム支承には、その機能から見て免震支承と反力分散支承の2種類あり、いずれも垂直方向、水平方向にバネ支持されている構造であるが、特に水平方向には、橋体形状の影響によりかなり自由に変形してしまうものである。従ってゴム支承を常温（+20℃）時に正規の位置に納めるには、その据付方法の検討が必要となる。国道18号線の長野市内に建設された母袋高架橋は、反力分散支承を用いた9径間連続箱桁橋でトラッククレーンベント工法一方向架設で架けられたものであるが、この高架橋で行った工夫事項と桁の動き（実測結果）を報告する。母袋高架橋の設計条件（表-1）及び、一般図（図-1）と断面図（図-2）を示す。

### 2. 反力分散支承の留意点

本橋は、景観設計に重点が置かれ、9径間での橋脚断面の統一が図られたため、反力分散支承が採用された。

下部工と支承を写真-1、写真-2に示す。

反力分散支承の採用にあたっては以下の留意点が上げられる。

①橋脚高さが不均一（剛性のバラツキ）があってもゴム

厚さを変化させる事により各橋脚への水平力の大きさを調整できる。

②上部工と下部工が弾性体であるゴムで連結しているた

表-1 設計条件

基本 条件	路線名	国道18号（篠ノ井バイパス）
	道路規格	3種1級
	設計速度	V=60kg/h
	平面線形	クロソイド(A=260m)+単円(R=450m)+クロソイド(A=260m)+直線
	縦断勾配	0.1975%+5.000%+0.411%+5.000%
	横断勾配	2.0%山形勾配+4.0%片勾配+2.0%山形勾配
	活荷重	B活荷重
	橋長	420,000m
	橋幅員	1.75+3.50+0.25+0.75+0.25+3.50+1.75=11.75m
	交差道路	上千田交差点：県道三才大島・中御所線 母袋交差点：群計道3.4.30
上部 構造	橋梁形式	9径間連続非合成箱桁
	径間割	46.9+52.0+5@46.9+48.0+40.9
	舗装	アスファルト t=8cm
	高欄	鉄筋コンクリート製壁式
	雪荷重	なし
	添架物	なし
	使用材料	SS400, SM490Y, SM570
下部 構造	支承形式	水平力分散型支承
	橋台形式	逆T式橋台
	橋脚形式	柱式橋脚
	基礎形式	場所打ちコンクリート杭 φ1000
	支持地盤	砂礫層
裏込土	使用材料	コンクリート：σ <sub>ck</sub> =210kg/m <sup>2</sup> 鉄筋：SD295
	裏込土	単位重量：γ=1.8t/m <sup>3</sup> 内部摩擦角：φ=30°
適用示方書	道路橋示方書（I～IV：平成6年2月） （V：平成2年2月）	

\* 千葉工場生産設計部生産設計第二課

\*\* 千葉工場生産設計部生産設計第二課長

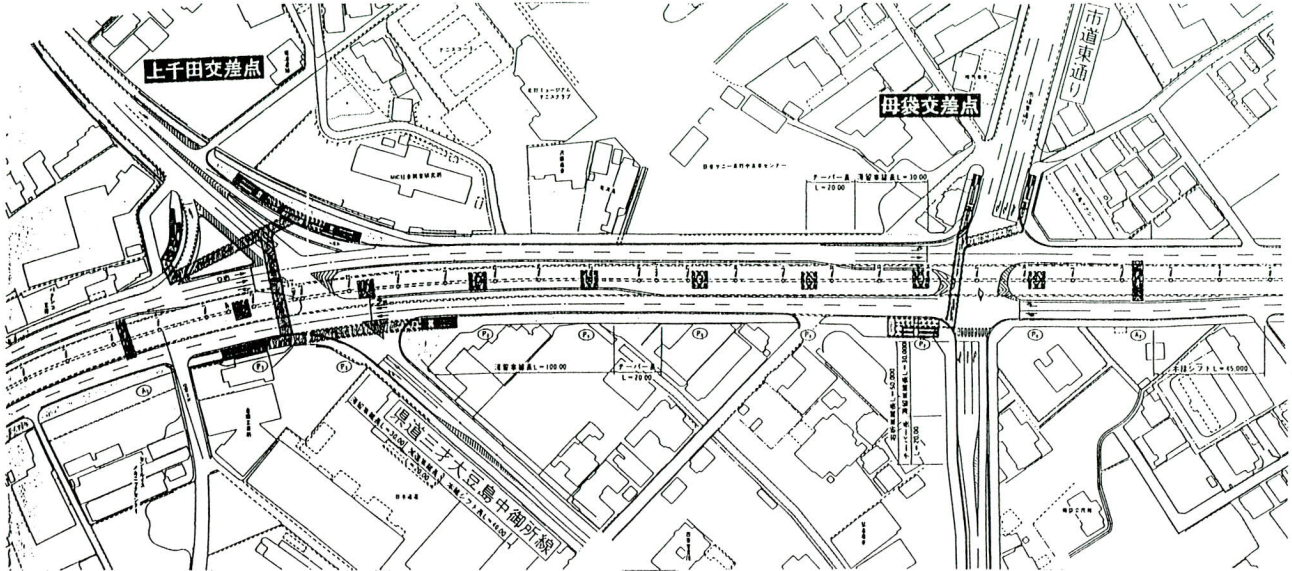
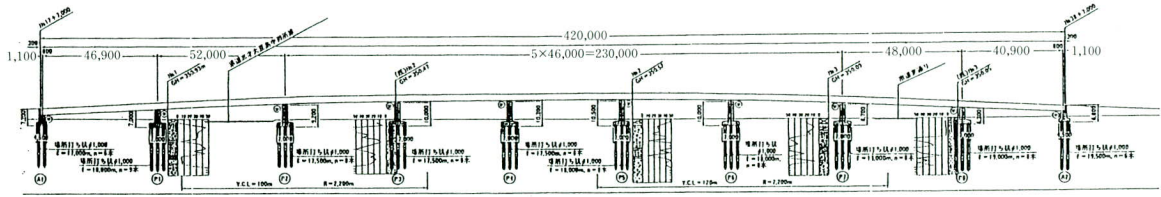


図-1 一般図

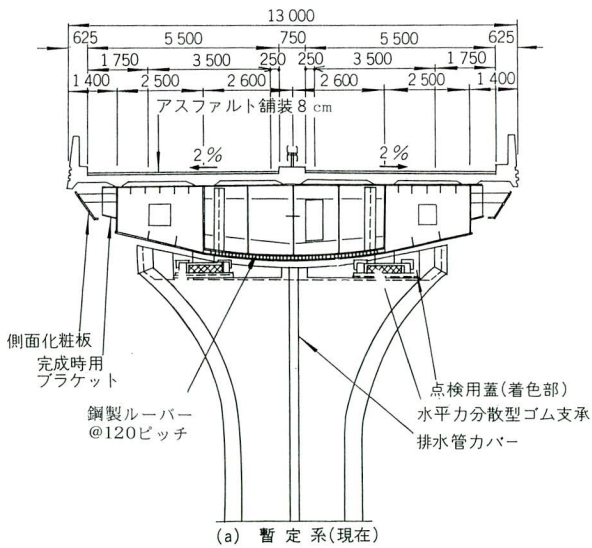


図-2 断面図

面寸法がおおきくなる。さらに、近年のように下部工に景観上の意匠を施す場合は現場作業スペースの確保が困難となる場合がある。

- ⑤ 曲線桁の場合、桁端部の温度時の移動方向を解析し支承設置方向と伸縮装置のフィンガー方向を一致させる。
- ⑥ 桁架設時のセットバック装置を用意する（標準温度と施工時温度との差を強制的に移動）。

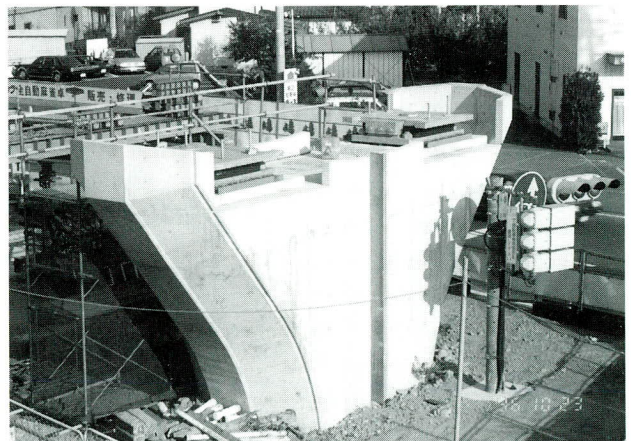
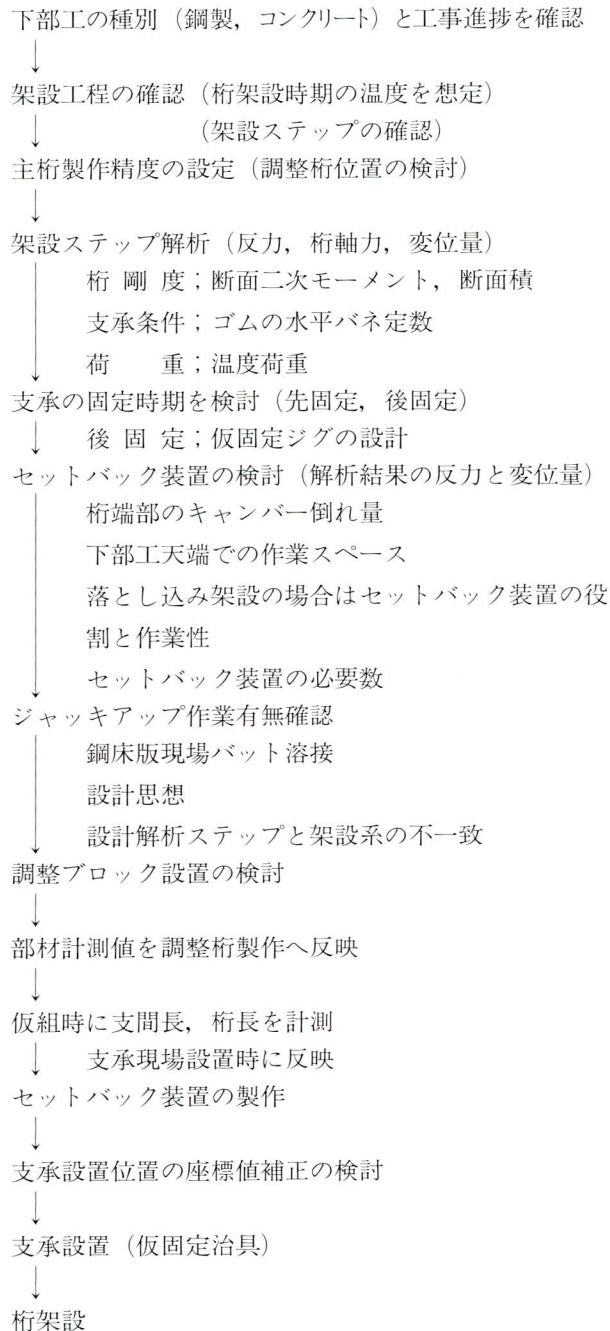


写真-1 下部工

め、ゴム支承が破断しない限り落橋しない（橋台部の桁かかり長が確保されていれば）

- ③ 橋軸方向の移動量が大きくなるため、桁遊間量が大きく橋台寸法も大きくなる。
- ④ ゴムの圧縮強度が80Kg/cm<sup>2</sup>と小さいため、支承の平

### 3. 検討項目とフロー



### 4. 橋長としての製作精度

本橋の製作は全体を3ロットに分割し、各ロットに1ブロックの調整桁を設置した。各ロットの部材製作後に部材長を測定し、3径間分としての製作誤差を調整桁長に反映した。このような手順を3回繰り返し全長としての誤差の消去に努めた。結果として全長で約+10mm誤差であった。調整桁の設置個所を図-3に示す。

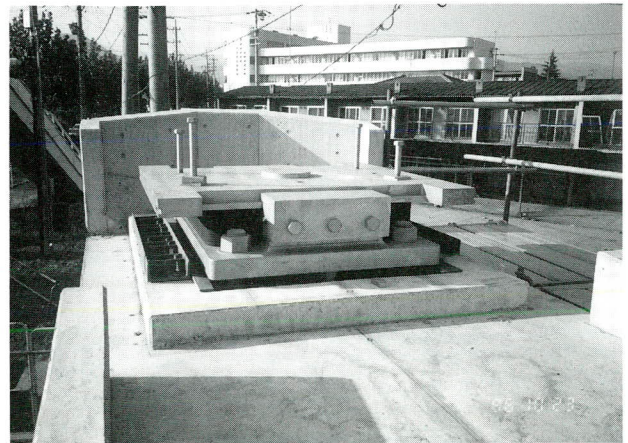


写真-2 ゴム支承

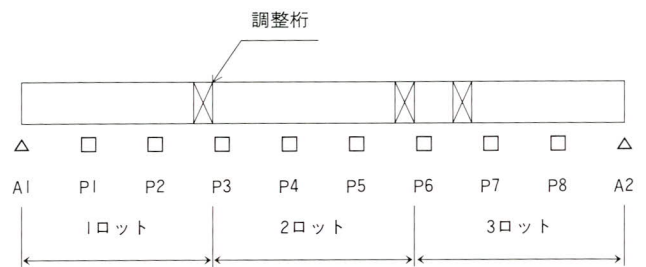


図-3

## 5. 架 設

### (1) 架設ステップ

本橋の架設は、トックラッククレーンベント工法で、P7橋脚の完成が最後となるため、A1側からA2側へ向かっての一方方向架設とした。架設途中の段階は、2箇所の交差点部（P1～P2，P7～P8）について落とし込み架設を行いつつ、3径間から逐次径間数を増し9径間に至る工法である。架設ステップ図（図-4）から解るように、架設の進展に従って不動点が別の位置に変わる。不動点は変位 $\delta$ の符号の変化する間に存在し、架設途中段階における両側の弾性支承のはば中間に位置する。そして、標準温度20℃と施工時の温度差分が上部工の伸縮分となり、中間支点上桁ブロックの架設時にソールプレートと上沓にずれを生じる。このずれ量に対し、支承にセットバック装置（写真-3）を取り付けて上沓を強制的に移動して、桁と支承をセットボトルで連結後にセットバック装置を解放する。架設の進展に伴い同一の作業を各橋脚毎に繰り返し行った。

施工時の温度が標準温度から隔たっていくことと、施

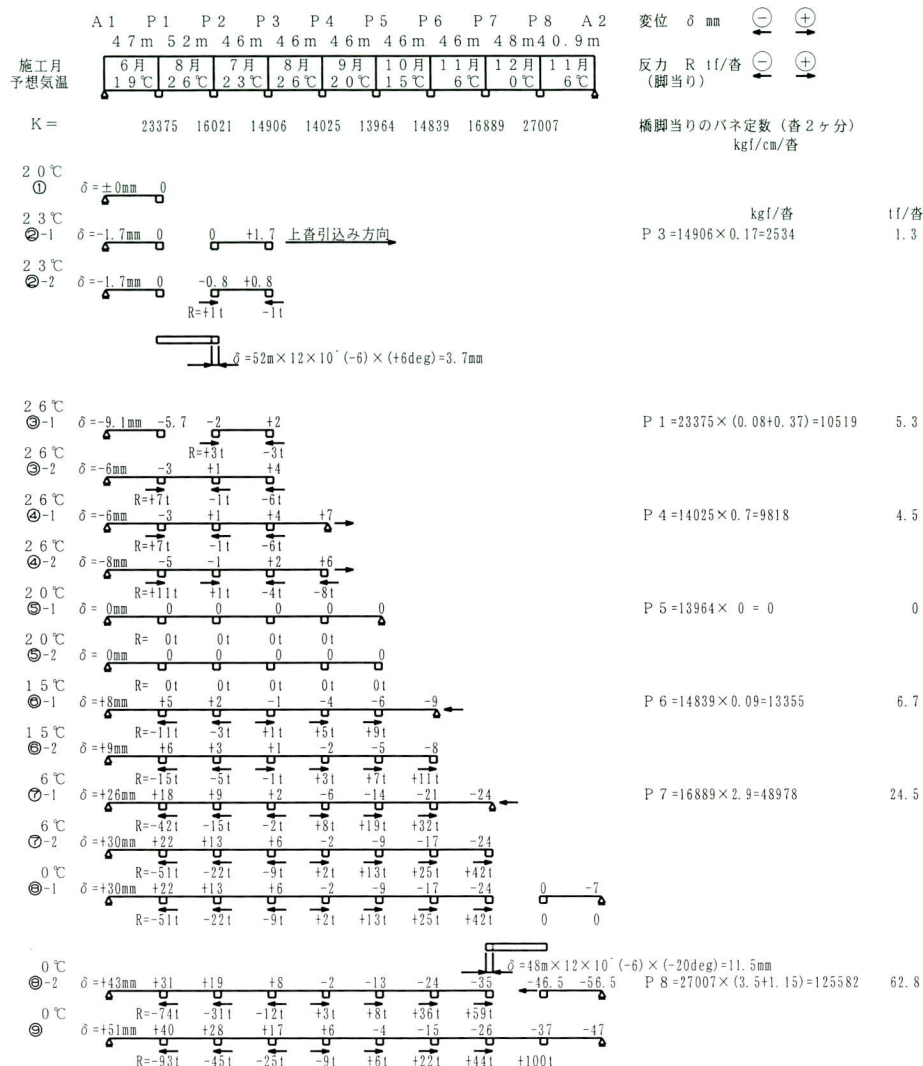


図-4 架設ステップごとの水平変位および水平反力

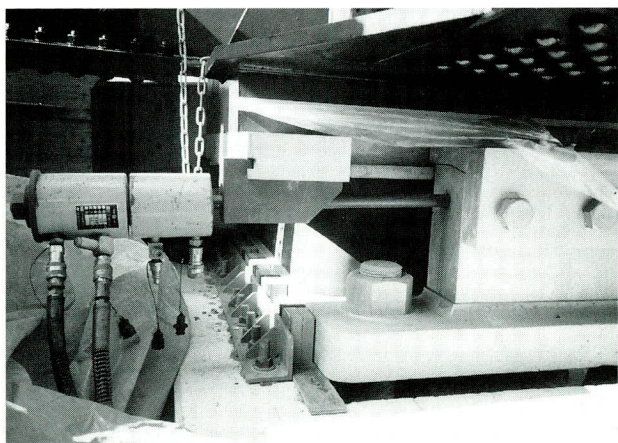


写真-3 セットバック装置

工延長が長くなるに従ってずれ量が増大する。これは、後に述べる実測結果からも言えることである。

## (2) 支承の固定

支承部は、施工期間中、常に支承部に水平反力(図-4)が発生する。また、架設中における地震対策として、下巻は仮固定する必要がある。さらに、本橋の支承固定(無収縮モルタルの打設)は、桁架設完了後としたため、無収縮モルタル硬化中にも温度昇降により桁の移動が考えられ、支承を固定するために仮固定治具(写真-4)を設置した。

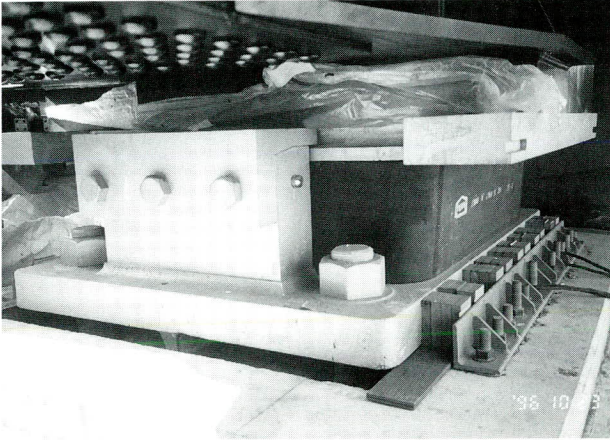


写真-4 仮固定治具

## 6. 温度における桁の動き

各支点の死・活荷重合計鉛直反力値R (tf/沓)、せん断ベネ定数K (tf/cm/沓) および、各径間の施工月とその月の平均気温、移動量と水平反力の予想値を図-4のステップ図に示す。

図-5に架設途中における支点部の移動量を計測した3径間および5径間架設完了時の2ケースについて、3時間ごとに計測した桁温度、外気温度と支承部の動きを示す。この図から1日のサイクルで約30mm程度動いていることがわかる。

本橋は、9径間の架設完了後、温度による桁の動きを知るために、図-6の各位置における桁温度と橋脚位置にお

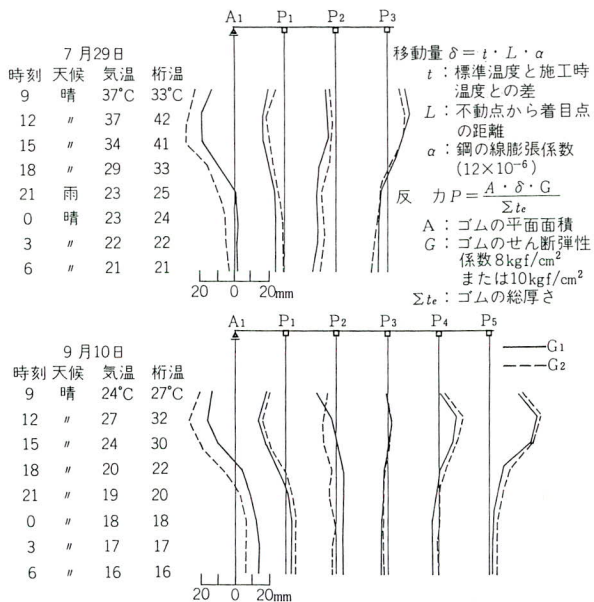


図-5 支承部の動き

ける移動量を計測(表-2, 3)した。

計測時の桁温度(11°C, -2°C)における桁の移動量を計算した結果と、計測値を比較したものが、図-7, 8である。

図-7, 8より施工誤差、実測誤差等の要因はあるが、以下のような事がわかる。

- ①標準温度から隔たっていくほど(-2°C, 11°C)、ずれ量が大きくなる。
- ②不動点が、P4~P5間にあり、不動点から隔たっていくにつれて、誤差が大きくなっている。

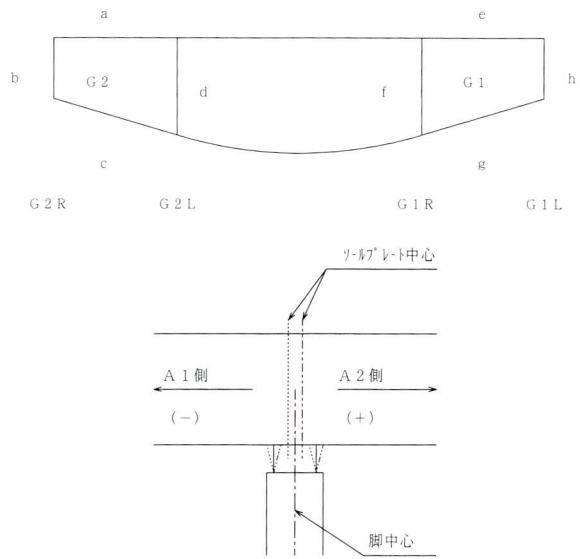


図-6 計測位置

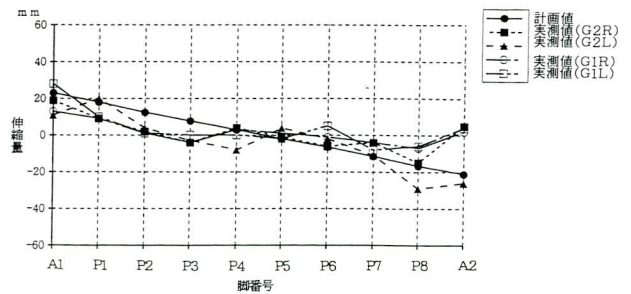


図-7 桁温度11°C時の桁伸縮量

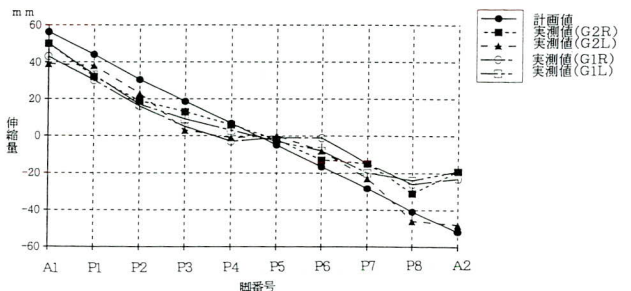


図-8 桁温度-2°C時の桁伸縮量

表-2 桁温度と移動量 (その1)

12月13日 杓移動量測定時の桁温度 17時00分 単位:℃

橋脚	温度	G2				G1				平均
		a	b	c	d	e	f	g	h	
A1		13.5	11.0	10.3	11.3	12.9	11.1	10.7	11.3	11.5
P1		13.7	11.6	11.5	11.4	13.4	11.4	11.9	11.7	12.1
P2		12.9	10.9	11.0	11.0	12.8	11.3	11.2	11.5	11.6
P3		12.5	10.4	10.4	10.5	12.7	10.3	10.9	11.3	11.1
P4		12.1	10.4	10.6	10.3	11.8	10.5	10.9	10.9	10.9
P5		12.1	10.6	10.5	10.4	11.8	10.8	10.1	10.9	10.9
P6		10.8	10.1	10.1	10.2	10.4	10.2	9.7	9.6	10.1
P7		10.1	9.9	10.1	9.7	10.1	9.7	10.2	9.6	9.9
P8		10.2	9.9	9.8	9.3	10.6	9.8	10.0	9.7	9.9
A2			10.4		9.8		10.6		10.7	10.4
										10.8

桁温度11℃の移動量 単位: mm

橋脚	移動量	計算値	実測値			
			G2R	G2L	G1R	G1L
A1		23	19	11	13	28
P1		18	9	20	9	10
P2		12	2	4	1	1
P3		8	-4	-3	-4	0
P4		3	4	-8	3	0
P5		-2	-1	4	1	-2
P6		-6	-6	-2	-1	5
P7		-12	-4	-11	-4	-8
P8		-17	-15	-29	-7	-6
A2		-21	5	-26	2	4

表-3 桁温度と移動量 (その2)

12月14日 杓移動量測定時の桁温度 5時30分 単位:℃

橋脚	温度	G2				G1				平均
		a	b	c	d	e	f	g	h	
A1		-4.0	-1.0	0.1	-1.2	-3.5	-1.1	-0.1	-0.6	-1.4
P1		-4.0	-1.2	-0.5	-1.7	-4.0	-1.5	-0.7	-1.0	-1.8
P2		-3.7	-1.0	-0.5	-1.2	-3.7	-1.5	-0.5	-1.0	-1.6
P3		-4.2	-1.2	-0.3	-1.5	-4.0	-1.4	-0.7	-1.0	-1.8
P4		-4.0	-1.3	-0.5	-1.2	-4.0	-1.3	-0.7	-1.3	-1.8
P5		-3.8	-1.3	-0.7	-1.3	-4.1	-1.5	-0.5	-1.5	-1.8
P6		-4.5	-1.4	-0.9	-1.8	-4.1	-2.1	-0.7	-1.3	-2.1
P7		-4.6	-1.3	-0.9	-1.7	-4.2	-2.0	-0.9	-1.3	-2.1
P8		-3.8	-1.2	-0.1	-1.2	-3.5	-0.7	-0.1	-1.1	-1.5
A2			-1.2		-1.4		-1.5		-1.1	-1.3
										-1.7

桁温度-2℃の移動量 単位: mm

橋脚	移動量	計算値	実測値			
			G2R	G2L	G1R	G1L
A1		56	50	39	43	50
P1		44	32	38	30	33
P2		30	19	23	16	17
P3		19	13	3	5	9
P4		7	6	-1	-3	3
P5		-5	-2	0	-1	-3
P6		-17	-13	-8	-1	-8
P7		-28	-15	-23	-15	-20
P8		-41	-31	-46	-26	-24
A2		-52	-19	-48	-23	-19

③計算値と実測値を比較すると、全体的に計算値より小さい値が得られた。これは、実際のせん断バネ定数と、計算に用いたせん断バネ定数の違いによるものと考えられる。

④計算値とは多少の違いはあるが、各測定位置では同様の結果が得られているので、大きな実測誤差(桁の伸縮量、温度の読み取り誤差)は、考えられない。

⑤-2℃, 11℃でA2橋台は、実測値との差が大きいため、杓位置の修正を行った。

り、年末の開通に向けて最終段階を迎えようとしている。本工事の施工にあたり長野国道工事事務所の方々をはじめ多くの方々のご協力に感謝致します。

<参考文献>

- 1) 日本道路協会；支承便覧，平成3年7月
- 2) 皿井ら；母袋高架橋の径間設計，構造工学論文集 Vol.42A，1996年3月

1997.10.31 受付

7. 終わりに

現在、母袋高架橋は床版工事が終了し、舗装工事中であ