

本州四国連絡架橋調査
材 料 構 造 調 査
調 査 資 料 No. 43

土 木 研 究 所 資 料

第 26 号

花輪橋プレキャスト床版の挙動調査



昭和 40 年 4 月

建 設 省 土 木 研 究 所

花輪橋プレキャスト床版の挙動調査

(昭和40年4月)

多 田 安 夫 ※
太 田 実 ※※

目 次

まえがき	(1)
1. 挙動調査(その1)	(2)
1.1 第1回挙動調査	(2)
1.2 第2回挙動調査	(6)
2. ストラットの取付け	(7)
3. 挙動調査(その2)	(8)
3.1 床版コンクリートの破損状況の調査	(9)
3.2 床版取付けボルトのトルク値の調査	(12)
あとがき	(12)

まえがき

この報告は、本州四国連絡架橋調査材料構造査・調査資料第29「軽量床版資料(1)」で報告した花輪橋(京葉道路、船橋市)のプレキャスト軽量コンクリート床版について、その後の挙動に関する調査の結果をまとめたものである。

同橋は39年10月11日に供用開始となったが、それ以来40年3月までの約6カ月にわたって、同橋床版の挙動について調査してきた。

本橋の床ゲタの支間は7.5mで、これを主ゲタと同等とみなすと、鋼道路橋設計示方書90条の規定により、中間に対傾構もしくはストラットを設ける必要があるので、床ゲタの支間中央部に床ゲタ相互を連絡するストラットを設ける設計とした。しかし、本床版はそれ自体の剛性が大きいいうえに、それを高力ボルトで床ゲタに取付けた場合にはそれが床ゲタと一体となって、全体の剛性

※ 橋梁研究室長

※※ 橋梁研究室

がさらに高まることを期待し、ストラットを設けない状態ではどのような挙動を示すかを調査するため、ストラットを取付けてない状態で供用を開始した。

しかし、上記の状態においては床ゲタの剛度の不足から、車両通行時の床ゲタの橋軸方向の振動が大きく、床版の目地位置ではそれにとまなり変位を生じて、予想外の思わしくない挙動を示した。

そこで、設計どおりにストラットを設けたところ、このような挙動はなくなり、その後現在にいたるまで、満足すべき状態を保っている。

この調査にあたり、終始御協力いただいた日本道路公団の関係者各位ならびに調査の現場担当者であるKK東京鉄骨橋梁製作所の関係者各位に対して、厚く感謝の意を表する次第である。

1. 挙動調査 (その1)

本橋の床組構造は図-1のとおりである。

$F_0 \sim F_1$ 間および $F_{11} \sim F_{12}$ 間の台形部分には3本の縦ゲタを設け、この部分の床版は軽量コンクリートによる場所打ち施工とした。 $F_1 \sim F_{11}$ 間がプレキャスト床版の施工区間で、ここに、床ゲタ間隔2.5mを支間とするプレキャスト床版(幅7.1m、平均厚15.7cm、重量約6.2t)10枚を架設した。このプレキャスト床版は、橋軸方向2.5mを支間とする一方向版として設計したもので、床ゲタのみに支持される構造であり、したがって縦ゲタは1本も用いていない。ただし、床ゲタの対傾材として床ゲタ相互を橋軸方向に連結するストラット1本を設けてある。

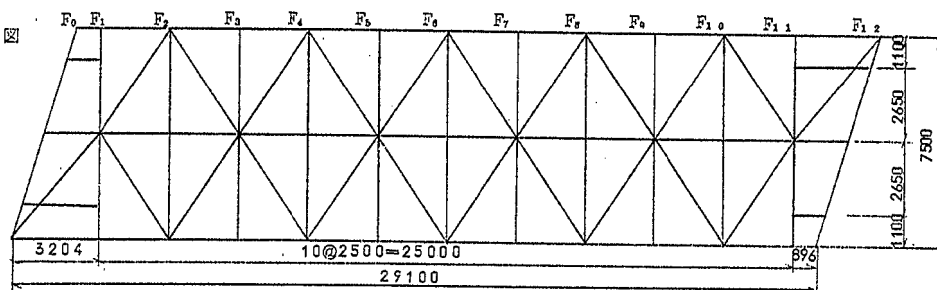
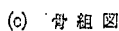
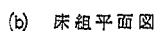
さきに述べたとおり、最初、ストラットがない場合の床版の挙動を調べるために、このストラットを設けないまま、10月11日に同橋の供用を開始した。

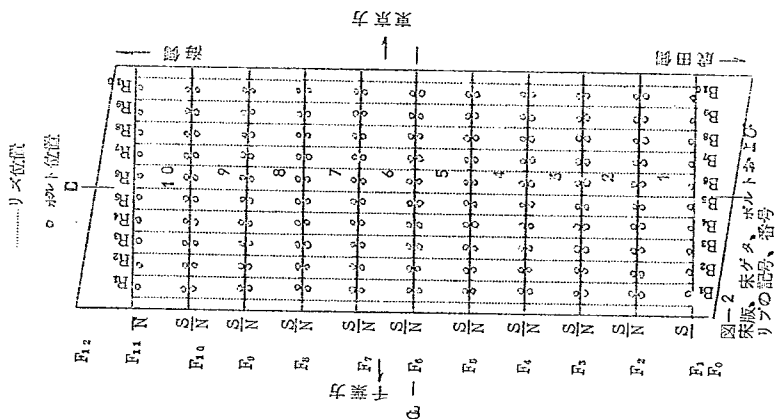
1.1 第1回挙動調査

供用開始の2日後、10月13日に同橋床版の交通供用下における挙動の外観調査を行なった。その結果、つぎのようなことが明らかとなった。

1) 床版の目地位置(床ゲタ上)を車輪が通過するとき、床ゲタはその上フランジ中心点を軸として橋軸方向に振動(変位)を生ずる。振動の程度は、床ゲタ、 F_1 、 F_3 、 F_5 ……(図-1(c))ではごく小さくて、それらの下フランジに

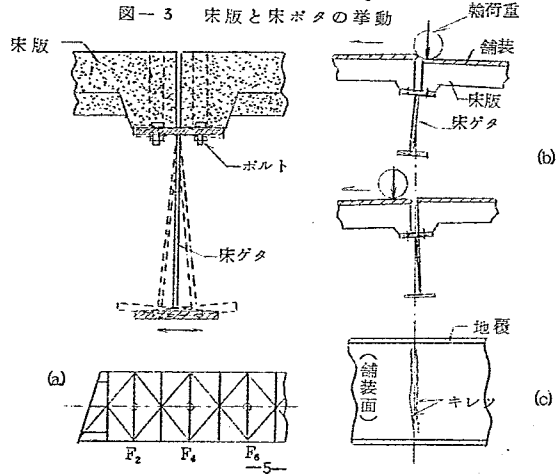
(a) 床ゲタ





おける最大振幅は1~2mm程度と認められたが、機構で拘束されていない床ゲタ、 F_2 、 F_4 、 F_6 、……にあつてはこのような振動がいちぢるしく、重車両（貨物を積載した大型トラックなど）通過時にはその最大振幅は20mm程度にもおよびものであつた。

2) 床ゲタのねじれ変位にともなつて、床ゲタ F_2 、 F_4 、 F_6 、……上の床版支承部が変位し、図-3(b)に示すような挙動を示した。



3) このような現象にともなう騒音（ガタンガタンという音）を発生。

4) 床版支承部のくり返し変位のために、版上の範層舗装（平均厚 1.5 cm）もくり返し変形をうけ、特に床ゲタ F_2 、 F_4 、 F_6 、…… 上の位置においてこれが顕著であった。これらのうち、 F_4 上の舗装面には最大幅 1 mm 程度のクラックを生じていた（図 - 3(c)、写真 - 2）。

床ゲタの、ねじりモーメントによる変位の大きさについて、床版の取付け等による床ゲタの拘束を無視した場合の床ゲタ下フランジの変位量を計算してみると、 $T = 20$ 荷重の後輪軸荷重作用時で振幅は約 8 mm、 $T = 10$ 相当の場合には振幅 4 mm となるが、実際の交通車両の状態からみて、実際には計算値の約 $\frac{1}{3}$ 程度の変位を生じていたことがわかる。

以上のような状態のままその挙動をしばらく静観することとし、何ら交通制限を行わずに車両の通行に供した。10月30日に第2回の挙動調査を行なうまでの間、床版目地位置の舗装面へのクラックの発生が漸次増加していることのほかは、10月13日と同様の挙動が観察された。

1. 2 第 2 回 挙 動 調 査

10月30日（供用開始後 19 日目）の挙動調査の結果明らかになったことは、つぎのとおりである。

1) 床版取付けボルトのナットのなかに、手で廻るほどゆるんでいるものがあった（当初の締付け力は測定しなかったが、その時使いたスパナにより後日実験してみたところ、現場の足場条件を考慮して 18 ~ 20 kg-m のトルクは導入し得たものと推定される。）

2) ボルト締め前に支承部のすき間に挿入したライナープレート（6×10 cm 厚さ 0.8、1.2、1.6、3.2 mm の 4 種を使用）のうちの数枚が 10 ~ 20 mm ほど外方に抜け出していた。

これよりみても、ボルトは全体的にかなりゆるんでいて、取付け部に加わる振動によってライナープレートが移動しはじめたものであろう。

3) 舗装は、ほとんどの床版目地上の位置にてクラックを発生。

4) 床版 No. 5 の F_6 -H 支承部（図 - 2）のコンクリートが一部ハク離・脱落（図 - 4）。

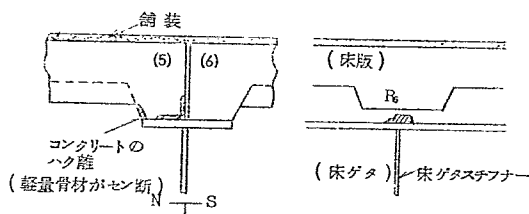


図-4 コンクリートのハク離

支承部の、直接床ゲタ上フランジに接合する部分のコンクリートのハク離は、その後数日間にひんぱんになった。

5) 舗装のクラックより浸入した雨水が床版の目地を通りさらに床ゲタやボルトに流れたため、床ゲタのフランジやボルトにサビを生じた。

当初、床版の目地にはアスファルト系の材料を充てんしたのであるが、それがその部分を十分水密に保つまでにはゆきわたっていなかったものと思われる。

以上、床ゲタのストラットを取付けない状態における床版の挙動について調査した結果から、床版自体の剛度が十分であってもそれを支持する床構造の剛度が十分でなければ、床版と床構造との連結を安定した状態に保つことが困難であること、すなわち、この場合床ゲタの振れを止めないかぎり、前述の調査結果に示したような挙動はみえることができないばかりか、ますますそれらを助長する危険があるものと判断し、設計どおりストラットを取付けて床ゲタのねじり抵抗を増すことにした。

2. ストラットの取付け

図-5(a)はストラット取付け後の骨組を、同図(b)はストラットの取付け方法を示す。床ゲタのスチフナーへのストラットの接合にはF-7-T $\phi 22$ mm 高力ボルトを用い、これを $T=70\text{Kg-m}$ のトルクで締付けた。ストラット取付け完了後の状況は、写真-3のようである。この作業は11月6日に完了した。

ストラット取付け作業と併行して、ライナープレートの位置をたゞしつ床版取付けボルトの再締付けを行なった。ボルトの締付けにはトルクレンチを用

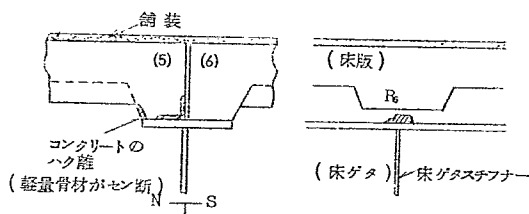


図-4 コンクリートのハク離

支承部の、直接床ゲタ上フランジに接合する部分のコンクリートのハク離は、その後数日間にひんぱんになった。

5) 舗装のクラックより浸入した雨水が床版の目地を通りさらに床ゲタやボルトに流れたため、床ゲタのフランジやボルトにサビを生じた。

当初、床版の目地にはアスファルト系の材料を充てんしたのであるが、それがその部分を十分水密に保つまでにはゆきわたっていなかったものと思われる。

以上、床ゲタのストラットを取付けない状態における床版の挙動について調査した結果から、床版自体の剛度が十分であってもそれを支持する床構造の剛度が十分でなければ、床版と床構造との連結を安定した状態に保つことが困難であること、すなわち、この場合床ゲタの振れを止めないかぎり、前述の調査結果に示したような挙動はみえることができないばかりか、ますますそれらを助長する危険があるものと判断し、設計どおりストラットを取付けて床ゲタのねじり抵抗を増すことにした。

2. ストラットの取付け

図-5(a)はストラット取付け後の骨組を、同図(b)はストラットの取付け方法を示す。床ゲタのステフナーへのストラットの接合にはF-9-T $\phi 22$ mm 高力ボルトを用い、これを $T=70 \text{ Kg-m}$ のトルクで締付けた。ストラット取付け完了後の状況は、写真-3のようである。この作業は11月6日に完了した。

ストラット取付け作業と併行して、ライナープレートの位置をたゞしつ床版取付けボルトの再締付けを行なった。ボルトの締付けにはトルクレンチを用

図-5 ストラットの取付け (c)

つぎに、10月13日の調査において、床版底5の E_0 -N 支承部のコンクリートがわずかにハク離・脱落していることを認めたのであるが、その時に、やがてハク離するであろうとのきざしのうかがわれる箇所が数箇所見受けられたので、床版コンクリートの破損についても調査を行なうこととした。

床版取付けボルトのトルク値の調査は、11月5、6日の残留トルクの調査を初回とし、以後、11月24日にはボルト全数についての残留トルクの調査および一部のボルトに対する再導入を、12月15日には一部のボルトについての残留トルクの調査と再導入を、それぞれ実施した。

以下において、これらの調査結果を示すが、残留トルク調査結果(図-7)に示すように12月15日の調査では時間の経過にともなうトルク減少がほとんどなくなったことが認められたこと、架設以来この時までにはボルトにはかなりのサビが発生しており、そのためにトルク係数はある程度変ってきて、これ以上トルク値の調査をつづけてもトルク値より導入軸力を推定することが困難であり、かつ、トルク係数が不明のままボルトのトルク値の調整を行なうことは危険であること、などを考慮して、直接的なトルク値の調査および導入力の調整は12月15日の作業をもって終ることとし、以後は外観観察による調査を続けてゆくこととした。この調査は現在(40年3月)も継続している。

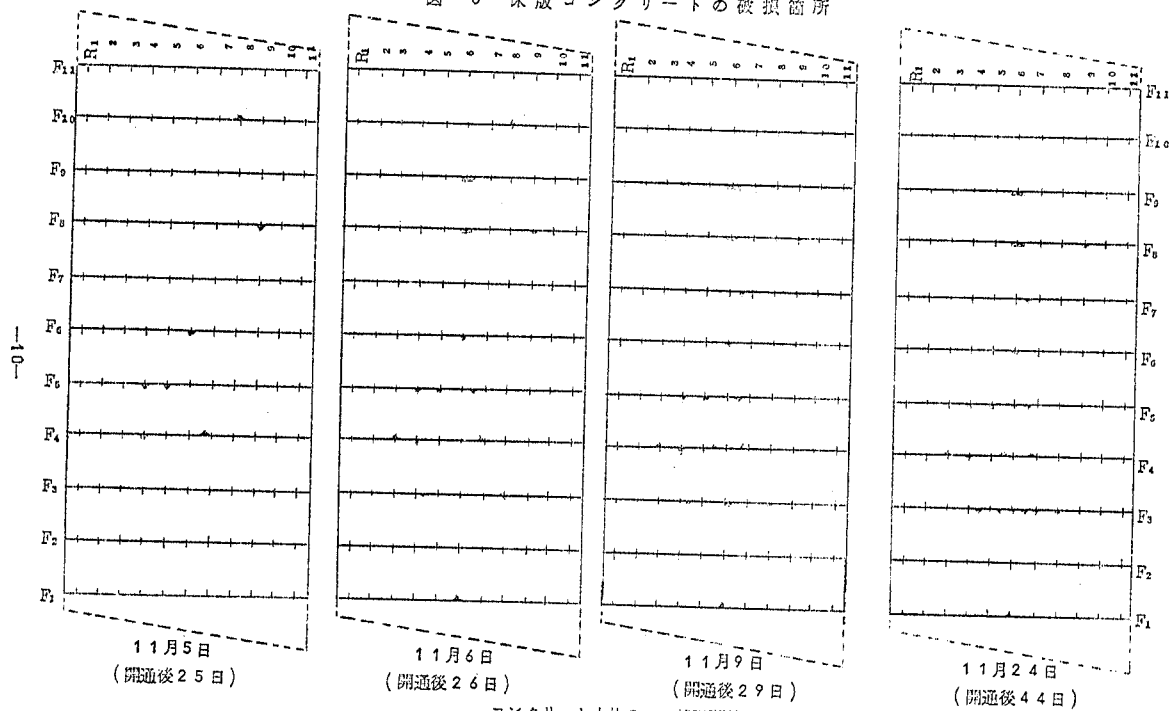
3. 1 床版 コンクリートの破損状況の調査

10月末より床版支承部のコンクリートがハク離しはじめたのであるが、この現象は11月に入って活発となった。すなわち10月30においては1箇所であったのが、その6日後には7箇所、7日後には14箇所、10日後には17箇所、そして25日後には21箇所と、次第に増加した。特に、11月6日現在において発生していた破損箇所のうちの2箇所(E_0 -N および E_0 -N 支承部)は、破損箇所の大きさ5×15cm程度にもおよび、床版支承部の鉄筋の一部を露出するにいった。

破損箇所の発生状況は、図-6のとおりである。また、鉄筋が露出した部分の状況を写真-5に示す。

ストラット取付け工事中から工事終了後にかけてこのようなハク離・破損が集中して起ったのは、その期間に特に異常な荷重や衝撃が床版に加えられた事実が

図-6 床版コンクリートの破損箇所



コンクリート小片のハク離脱落箇所
コンクリートの脱落により、鉄筋が露出した箇所

ないことから、たまたまストラット取付け工事開始の頃には支承部のコンクリートはかなり弱くなっており、それが床版ボルトの再締付けによって圧されたりしてかけ落ちたものと思われる。

この現象は11月24日現在の状態までで停止し、その後現在にいたるまでまったくそのまま、破損箇所は増加していない。

これについて考察すると、このような局部的破損をひき起した直接の原因は床ゲタへのねじりモーメントの作用にもとづく床ゲタの振動にあるが、間接的には床版支承部底面と床ゲタ上フランジとの間のすき間の処理方法が問題で、この場合のように4種の異なった厚さのライナープレート(銅板片)を用いてすき間を埋めただけでは接触面の応力を均等に保つには十分でなく、そのために局部的応力集中を生じ、それがくり返し作用してついにはコンクリートのくり返し強さを上廻ることとなって、その部分が破壊するに至ったものと考えられる。しかしながらストラットを設けた以後の挙動を観察すると、本橋のような方法でも一応均等支承するという目的は達しているものと考えられるので、今後上記のようなコンクリートのハタ離の懸念はなからう。

この点に関しては、場所打ちコンクリートの役位は明らかであろう。本橋にいても、場所打ち施工した両橋端部の床版には、何らの変状も認められなかった。

今後、この種のプレキャスト床版の使用を計画する際には、床版自体の具備すべき条件とともに、それを支持する側の必要条件(この例の場合では、床ゲタは垂直に沈下することが必要)をみたすように考慮するとともに、これら両者の接触面の処理についても工夫する必要がある。

本橋の床版の場合には、本設計のほかに、合成樹脂接着剤を用いる方法、ネオプレンのような強力ゴム板を用いる方法、Tゲタ橋のように、リップ位置のみに銅板支承を配する方法などを考えたが、前二者はコストが高く、とくに接着法は施工にも難があり、またゲタ形式銅板支承は、この床版を版として設計していることから、次善策と考えられた。そして現場もすべて乾式でコストも一番やすい現設計を採用したものである。

コンクリートのハタ離の現象を材料的にみると、それはセン断に弱い軽量コンクリートの欠陥に原因するように思われるが、必ずしもそう断定することは

できない。すなわち、この場合の局部的応力集中は非常に高いもので、かりに普通コンクリートを用いていたとしても、このような局部的破損は避けられなかったものと察せられる。

3.2 床版取付けボルトのトルク値の調査

11月6日と11月24日には、ボルト全数について残留トルク値の測定を行ない、トルクが基準量 25^{kg-m} より低下しているものについては再導入を実施した。さらに12月15日には、前回調査で残留トルクが 15^{kg-m} 以下であったものの全部と、同じくトルクが 25^{kg-m} であったものの中から任意抽出したものと合計60本について、残留トルクの調査を行なった。トルク値の調査ならびにトルクの再導入にはトルクレンチを用いた。

調査結果は表-1のとおりである。また、各時点におけるトルクの状態を図-7に示す。これより各時点におけるボルトの残留トルクの段階別比率を求めると、表-2および図-8のようになる。また、各調査時点における残留トルクの平均値の、その前の調査時における導入トルク (25^{kg-m}) に対する比率、換言すれば、全ボルトの平均値的なトルク減少度を示すと、図-9のようである。

図-9から明らかなように、ストラット取付け後においてトルク減少度は急に小さくなり、本橋の開通後約2カ月日においてはトルクの減少はほとんどなくなって、取付け部は安定した状態を保つにいたったものと考えることができよう。

あ と が き

以上、花輪橋床版の挙動調査についてのべたが、これらを総括してつぎのようなことが結論されよう。

1) 本橋のように床版を床ゲタ上に直接のせる場合には、床ゲタは垂直沈下のみを生じ、ねじりによる横振れなどを生じないことが必要で、そのためには対傾材(ストラット)などを用いて床ゲタがそれに必要なだけの剛度(ねじり抵抗)をもつようにしなければならない。

2) 床版と床組との取付け部接断面は、床版支承部に局部的な応力集中が生

表 1

(トルク値, 単位: Kg-m)

トルク値, 単位: Kg-m

ボルト No	時 点 日 の 状 態	ストラット取付前					ストラット取付後					ボルト No	時 点 日 の 状 態	ストラット取付前					ストラット取付後				
		11-6		11-24		12-15	11-9		11-24		12-15			11-9		11-24		12-15					
		残留	導入	残留	導入	残留	残留	導入	残留	導入	残留			残留	導入	残留	導入	残留					
F1-S	B1	5	25	25	25		F2-S	B1	5	25	13	25	20	F3-S	B1	0	25	23	25	25			
	2	5	25	20	25	25		2	0	25	10	25	25		2	0	25	23	25				
	3	5	25	20	25			3	0	25	20	25			3	0	25	22	25				
	4	0	25	25	25			4	0	25	25	25			4	0	25	25	25				
	5	0	25	25	25			5	0	25	15	25	25		5	0	25	25	25				
	6	0	25	25	25			6	0	25	25	25			6	0	25	10	25		25		
	7	5	25	25	25	25		7	0	25	20	25			7	0	25	15	25		25		
	8	5	25	25	25			8	0	25	10	25	25		8	0	25	20	25				
	9	10	25	25	25			9	0	25	10	25	20		9	0	25	25	25				
	10	10	25	25	25			10	0	25	0	25			10	0	25	16	25				
F2-N	B1	10	25	17	25		F3-N	B1	0	25	20	25		F4-N	B1	0	25	25	25	20			
	2	0	25	20	25			2	0	25	25	25			2	0	25	20	25				
	3	0	25	15	25	25		3	0	25	20	25			3	0	25	20	25				
	4	0	25	15	25	25		4	0	25	22	25			4	0	25	20	25				
	5	0	25	20	25	25		5	0	25	15	25	25		5	0	*	*	*				
	6	0	25	20	25			6	0	25	15	25	25		6	0	25	15	25		25		
	7	0	25	15	25	25		7	0	25	15	25	20		7	0	*	*	*				
	8	0	25	15	25	25		8	0	25	16	25	25		8	0	*	*	*				
	9	0	25	15	25	25		9	0	25	13	25	20		9	0	25	25	25		25		
	10	0	25	20	25			10	0	25	22	25			10	0	25	25	25		25		

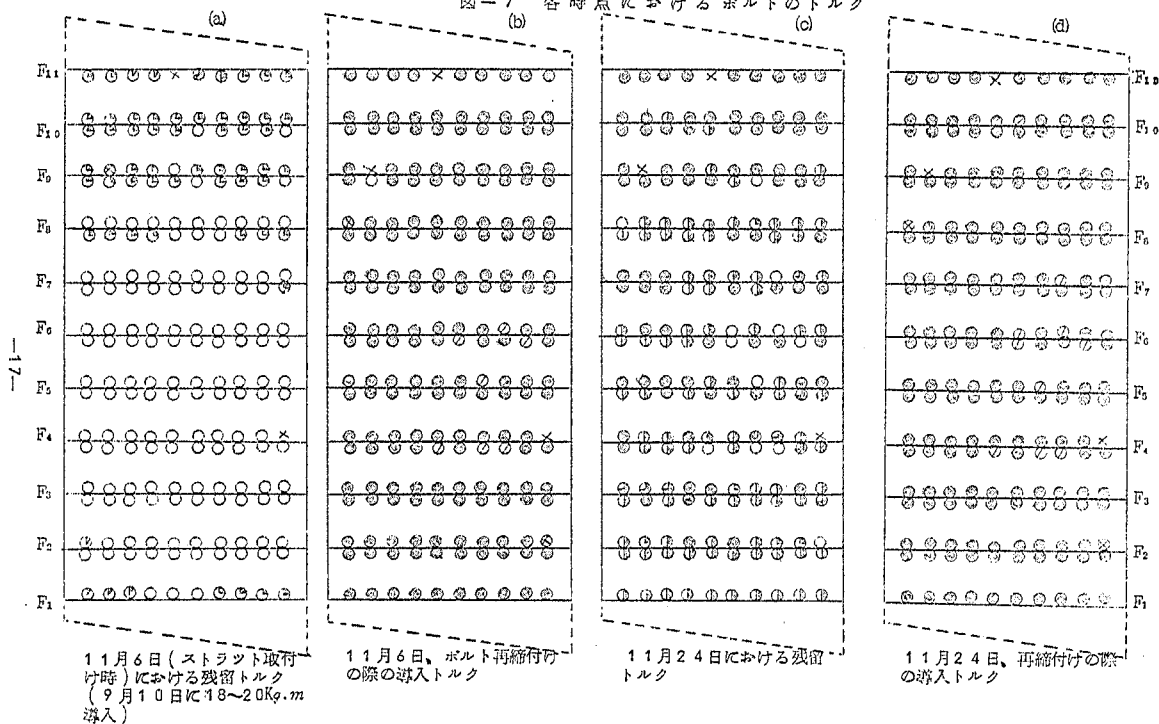
×印はシースの関係でボルトの取付けられていないもの、*印はトルク値の不明確なもの。

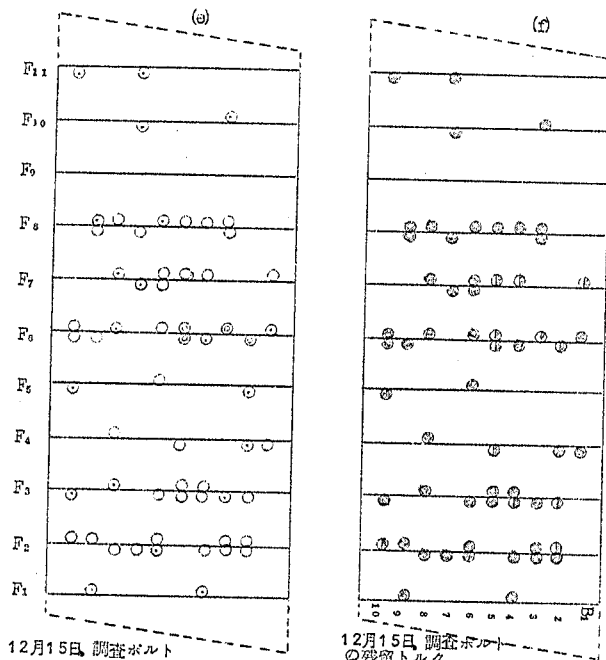
時 点 日 月 日 の 状 態 No	ストラット 取 付 前					ストラット取付後					時 点 日 月 日 の 状 態 No	ストラット 取 付 前					ストラット取付後					時 点 日 月 日 の 状 態 No	ストラット 取 付 前					ストラット取付後																			
	11-6					11-24						12-15					11-6						11-24					12-15					11-6					11-24					12-15				
	残留	導入	残留	導入	残留	残留	導入	残留	導入	残留		残留	導入	残留	導入	残留	残留	導入	残留	導入	残留		残留	導入	残留	導入	残留	残留	導入	残留	導入	残留	残留	導入	残留	導入	残留										
F4-S	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F5-S	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F6-S	B 1	0	2 5	1 5	2 5	2 5	F7-S	B 1	0	2 5	1 5	2 5	2 5	F8-S	B 1	0	2 5	1 5	2 5	2 5	F9-S	B 1	0	2 5	1 5	2 5	2 5								
	2	0	2 5	1 8	2 5		2	0	2 5	2 5	2 5		2	0	2 5	2 5	2 5	2		0	2 5	2 5	2 5	2	0		2 5	2 5	2 5	2	0	2 5		2 5	2 5	2	0	2 5	2 5	2 5							
	3	0	2 5	1 5	2 5		3	0	2 5	2 5	2 5		3	0	2 5	2 5	2 5	3		0	2 5	2 5	2 5	3	0		2 5	2 5	2 5	3	0	2 5		2 5	2 5	3	0	2 5	2 5	2 5							
	4	0	2 5	2 5	2 5		4	0	2 5	2 5	2 5		4	0	2 5	1 8	2 5	4		0	2 5	1 8	2 5	4	0		2 5	1 8	2 5	4	0	2 5		1 8	2 5	4	0	2 5	1 8	2 5							
	5	0	2 5	2 0	2 5		5	0	2 5	1 5	2 5		5	0	2 5	1 5	2 5	5		0	2 5	1 5	2 5	5	0		2 5	1 5	2 5	5	0	2 5		1 5	2 5	5	0	2 5	1 5	2 5							
	6	0	2 5	1 8	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5	6		0	2 5	2 5	2 5	6	0		2 5	2 5	2 5	6	0	2 5		2 5	2 5	6	0	2 5	2 5	2 5							
	7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	*	*	*		7	0	2 5	2 0	2 5	7		0	2 5	2 0	2 5	7	0		2 5	2 0	2 5	7	0	2 5		2 0	2 5	7	0	2 5	2 0	2 5							
	8	0	2 5	2 2	2 5		8	0	2 5	2 0	2 5		8	0	2 5	2 0	2 5	8		0	2 5	2 0	2 5	8	0		2 5	2 0	2 5	8	0	2 5		2 0	2 5	8	0	2 5	2 0	2 5							
	9	0	2 5	1 8	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5	9		0	2 5	2 5	2 5	9	0		2 5	2 5	2 5	9	0	2 5		2 5	2 5	9	0	2 5	2 5	2 5							
	10	X	X	X	X		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5	10		0	2 5	2 5	2 5	10	0		2 5	2 5	2 5	10	0	2 5		2 5	2 5	10	0	2 5	2 5	2 5							
F5-N	B 1	0	2 5	2 0	2 5	F6-N	B 1	0	2 5	1 5	2 5	F7-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F8-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F9-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F10-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F11-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5	F12-N	B 1	0	2 5	2 5	2 5
	2	0	2 5	2 0	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5		2	0	2 5	1 5	2 5						
	3	0	2 5	2 5	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5		3	0	2 5	1 8	2 5						
	4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5		4	0	2 5	2 0	2 5						
	5	0	2 5	2 2	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5		5	0	2 5	2 5	2 5						
	6	0	2 5	1 8	2 5		6	0	*	*	*		6	0	2 5	2 5	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5		6	0	2 5	2 5	2 5						
	7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5		7	0	2 5	2 5	2 5						
	8	0	2 5	2 0	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5		8	0	2 5	2 5	2 5						
	9	0	2 5	2 2	2 5		9	0	*	*	*		9	0	2 5	2 5	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5		9	0	2 5	2 5	2 5						
	10	0	2 5	2 0	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5		10	0	2 5	2 5	2 5						

ポ ル ト No	時 点 月 日 の 状 態	ストラット 取 付 前		ストラット取付後			ポ ル ト No	時 点 月 日 の 状 態	ストラット 取 付 前		ストラット取付後			ポ ル ト No	時 点 月 日 の 状 態	ストラット 取 付 前		ストラット取付後		
		11-6		11-24		12-15			11-6		11-24		12-15			11-6		11-24		12-15
		残留	導 入	残留	導 入				残留	残留	導 入	残留				導 入	残留	導 入	残留	
F7-S	B 1	0	25	25	25	F8-S	B 1	0	0	0	0	F9-S	B 1	10	25	25	25			
	2	0	25	25	25		2	0	25	18	25		25	2	×	×	×	×		
	3	0	25	25	25		3	0	25	15	25		25	3	9	25	25	25		
	4	0	25	20	25		4	0	25	20	25		25	4	10	25	25	25		
	5	0	25	15	25		5	0	25	20	25		25	5	0	25	20	25		
	6	0	25	13	25		6	0	25	15	25		25	6	10	25	25	25		
	7	0	25	13	25		7	0	25	10	25		25	7	9	25	25	25		
	8	0	25	※	※		8	0	25	15	25		25	8	9	25	25	25		
	9	0	25	22	25		9	0	25	20	25		25	9	9	25	25	25		
	10	0	25	15	25		20	10	0	25	20		25	25	10	10	25	20	25	
F8-N	B 1	10	25	20	25	F9-N	B 1	10	25	25	25	F10-N	B 1	10	25	25	25			
	2	10	25	15	25		25	2	10	25	22		25	2	10	25	25	25		
	3	9	25	18	25		3	8	25	25	25		3	8	25	25	25			
	4	9	25	15	25		22	4	8	25	25		25	4	8	25	20	25		
	5	0	25	25	25		5	8	25	25	25		5	8	25	25	25			
	6	0	25	25	25		6	0	25	20	25		6	0	25	25	25			
	7	0	25	23	25		7	8	25	25	25		7	8	25	25	25			
	8	9	25	15	25		25	8	10	25	25		25	8	10	25	25	25		
	9	9	25	20	25		25	9	7	25	25		25	9	7	25	25	25		
	10	9	25	25	25		25	10	0	25	25		25	25	10	0	25	25	25	

ホル ト No.	時 点 月 日 の 翌 日	スタート 取 付 前		スタート取付後		
		11-6		11-24		12-15
		残留	導入	残留	導入	残留
F9-S	B 1	1 0	2 5	2 5	2 5	
	2	1 0	2 5	2 5	2 5	
	3	8	2 5	2 0	2 5	
	4	1 0	2 5	2 5	2 5	
	5	1 0	2 5	2 5	2 5	
	6	1 0	2 5	2 5	2 5	
	7	1 0	2 5	2 5	2 5	
	8	1 0	2 5	2 5	2 5	2 5
	9	7	2 5	2 5	2 5	
	1 0	9	2 5	2 5	2 5	
F10-N	B 1	1 0	2 5	2 5	2 5	2 5
	2	1 0	2 5	2 5	2 5	
	3	5	2 5	2 5	2 5	
	4	5	2 5	2 5	2 5	2 5
	5	×	×	×	×	
	6	2 2	2 5	2 5	2 5	
	7	2 0	2 5	2 5	2 5	
	8	1 0	2 5	2 5	2 5	
	9	1 0	2 5	2 5	2 5	
	1 0	1 0	2 5	2 5	2 5	

図-7 各時点におけるボルトのトルク





12月15日 調査ボルト

12月15日 調査ボルト
の残留トルク

- 11月24日調査時にトルクが15Kg-m以下であったもの
- ◎ 11月24日にトルクレンチによる締付けができなかったもの
- 11月24日における残留トルクが25Kg-mであったものの中から任意抽出したもの

○ 残留トルク値0

◎ " 1~5Kg-m

◎ " 6~10 "

◎ " 11~20 "

◎ " 21~24 "

◎ " 25 ", 再導入トルク値25Kg-m

○ 再締付け時にトルクレンチで締付けのできなかったもの(手締めで10~15Kg-m導入)

◎ 再締付け時にボルトが手で廻る状態であったもの

× シースの関係でボルトが取付けられなかったもの

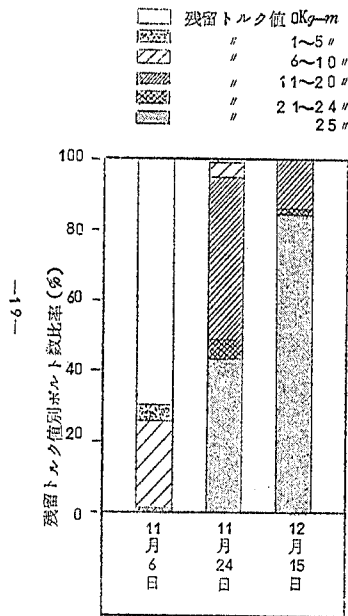


図-8 表-2より

表-2 残留トルク値の段階別比率

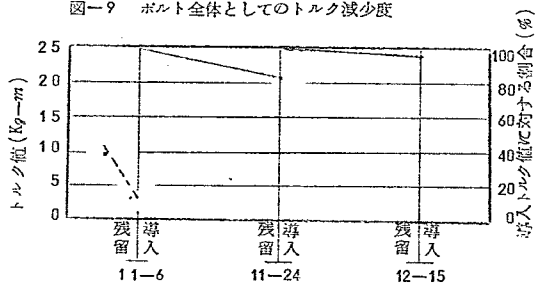
調査月 トルク	11-6		11-24		12-15	
	ボルト数	百分率(%)	ボルト数	百分率(%)	ボルト数	百分率(%)
残留トルク値 (Kg-m)						
0	138	70	2	1	0	0
1~5	7	4	0	0	0	0
6~10	50	25	5	3	0	0
11~20	1	0.5	89	47	8	14
21~24	1	0.5	12	6	1	2
25	0	0	80	43	46	84
ボルト全数	197 ¹⁾		188 ²⁾		55 ³⁾	

1) 3本欠如

2) 11-6に25 Kg-m 導入できたもの

3) 11-24に25 Kg-m 導入できたもの

図-9 ボルト全体としてのトルク減少度



じないように留意しなければならない。

3) 本橋の床版のようなプレキャスト版を採用し、かつその取付けに高力ボルトを用いる場合には、ボルトはF9Tφ22程度の導入軸力の高いものを用いた方がよい（本橋の場合はF9Tφ16を使用）。

4) 床版取付け部の隣接床版間のすき間（目地）は、あらかじめ防止処置を施しておく必要がある。

＊ ＊ ＊

ボルトのトルク値の直接的な調査は39年12月15日の調査をもって打ち切ったが、外観観察調査は40年3月現在も定期的に行なっている。それによると、その後本床版はまったく安定を保っており、約20,000台/日の交通に耐えている。舗装面に発生していたクラックもその後ゴムアスファルトの変形によって自然に消失し、全橋を通じて平滑な路面を保っている。

しかし、本床版は依然としてきびしい試験をうけているわけであり、これが今後どのような挙動を示すかは十分観察しておく必要があり、そのような調査の結

果はまた貴重な資料となる。

これらの資料を一層価値あらしめるためには、何橋における交通の実態（交通量、車両重量とその割合など）を明らかにしておくことが必要と考えられるので、機会をみて交通量調査を実施する予定である。その結果については、その後の床版挙動調査結果とともに、あらためて報告する予定である。

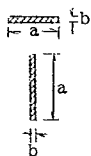
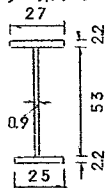
折

参 考 文 献

- 1) 本州四国連絡架橋調査材料構造調査・調査資料
429、軽量床版資料(1)、建設省土木研究所、1964年9月
- 2) 多田安夫、太田 実、車道用プレキャスト軽量鉄筋コンクリート床版(1)
「土木技術資料」、1965年4月号
- 3) 比留岡 豊、「花輪 道橋工事報告(1)、(2)」、「道路」、1965年3月号、4月号

注) 床ゲタの橋軸方向変位量の計算

i) 床ゲタのねじり剛度



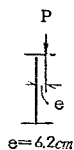
$$GJ = \eta \Sigma \beta a b^3 \cdot G = \frac{1.31}{3} \cdot 0.38 E \Sigma a b^3$$

$$(\eta = 1.31, \beta = \frac{1}{3})$$

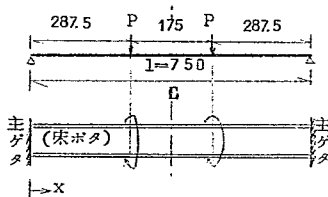
$$\Sigma a b^3 = 25 \times 2.2^3 + 27 \times 2.2^3 + 5.3 \times 2.5^3 = 592$$

$$\therefore GJ = \frac{1.31}{3} \cdot 0.38 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 592 = 2.07 \times 10^8 \text{ Kg-cm}$$

ii) 床ゲタに作用するねじりモーメント、 M_T



$$e = 6.2 \text{ cm}$$



$x = 287.5$ において

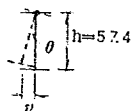
$$M_T = P \cdot e = 6.2 P \text{ Kg-cm}$$

$$(P \text{ in Kg})$$

Ⅲ) ねじれ変位

$$\theta = \text{単位長当りの回転角} = \frac{M_T}{GJ} = \frac{6.2}{2.07 \times 10^8} P \text{ (rad/m)}$$

$$\theta_x = 287.5 = \frac{6.2}{2.07 \times 10^8} \cdot 287.5 \cdot P = 8.6 \times 10^{-6} \cdot P \text{ (rad) (Pin Kg)}$$



上フランジの上面中央点を軸としてねじれ回転するとき、下フランジ底面の最大変位量 v は、

$$v = h \cdot \theta = 57.4 \times 8.6 \times 10^{-6} \cdot P = 4.9 \times 10^{-4} \cdot P \text{ (cm) (Pin Kg)}$$

荷 重	後輪 1 個 (Kg)	v_{max} (cm)
T-20	8,000	3.9
15	6,000	2.9
10	4,000	2.0
5	2,000	1.0

総重量 10ton 相当のトラックの後輪軸重による床ゲタ・下フランジの両振れの振幅は、 $2v = 4\text{cm}$ となる。ただし、この値は床版の取付けによる拘束の影響などを無視した値である。

写真1

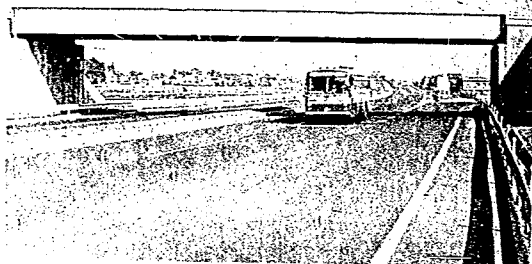


写真2



写真3

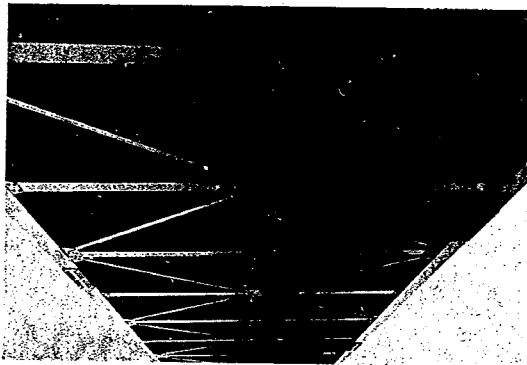


写真4



写真6

