

# 実橋による鋼床版の実験値と理論値について

函館ドック 正員 村井英治  
 ' ' ' 〇新谷 勇

1 まえがき

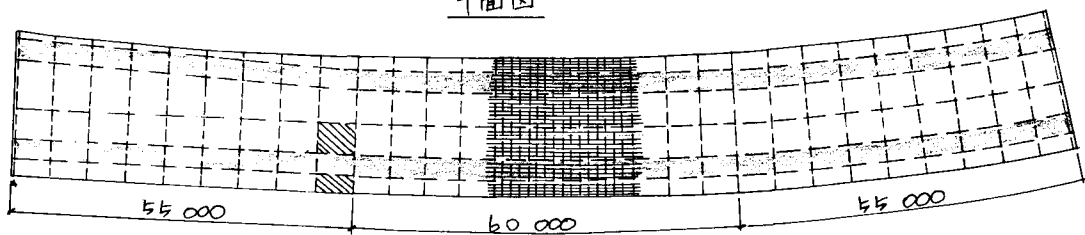
鋼床版の解析方法として現在一般化されたものとして、i)直交異方性版理論による解析(Pelican, U. Esslinger)、ii)有限要素法による解析(帯状板要素と横リブから成立した力学モデルに置換した、いわゆる有限帯板法)、iii)格子析理論による解析、などが考えられる。

いずれの方法も、実構造物を力学モデルに置換して解析するのであるが、解析法の採用に際しては、構造形式に適合した方法で解析する必要がある。当社が阪神高速道路公団から受注した橋梁は、図-1に示すような2箱桁、1縦桁を有する径間連続鋼床版桁で、縦リブにはバルブプレートも使用している。

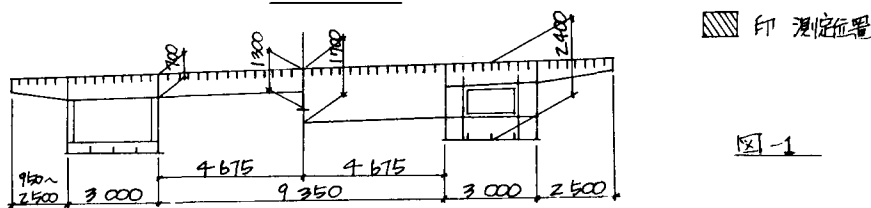
本橋の鋼床版はiii)の格子析理論により解析した。その理由として、1)任意の骨組構造に対しても解析できる(張出し部の鋼床版も中間部と同じように扱うことができる。) 2)電算の利用が容易に行える。3)全ての荷重に対しても載荷できる。などである。

従来、鋼床版の理論解析の論文は数多く発表されているが、理論値と実験値との比較を行なった文献は見当たらない。著者らは今回採用した解析法の妥当性を得ること、及び今後の鋼床版の設計法の参考資料を得ることを目的として、本橋の仮組立時(昭和52年9月)において静的載荷試験を行い、実験値と理論値の比較を行なったので報告する。なお載荷位置は張出し部鋼床版と箱桁間鋼床版の2ヶ所とし、箱桁は多軸支持状態とした。

平面図



断面図



## 2 理論解析

ここで採用した格子析理論は、変形量を未知量とした、いわゆる変形法であるが、特に目新しいことでもないので、式の詳細は省略し、実構造物のモデル化、及び電算入力データの作成方法を中心に述べる。なお理論解析の数値計算は後述の載荷試験と同一の骨組構造、同一の載荷状態について行なう。

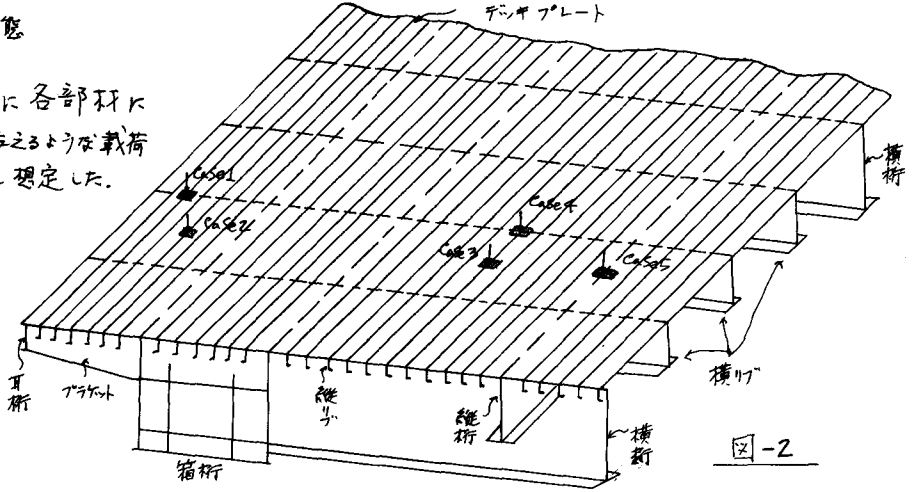
### 2-1 解析上の仮定

1) 橋軸方向の骨組の範囲は横桁間隔とする。

- ロ) デッキプレートは箱桁腰板位置で単純支持されているとする。
- ハ) 各部材はデッキプレートの有効中を考慮した有効断面に有する直線部材とする。
- ニ) 格点数の減少を計るため箱桁内縦リブは数本とめためりとする。
- ホ) 荷重はデッキ面に等分布で作用しているものとし、縦リブ間で1-0法で配分する。

2-2 荷重載荷状態

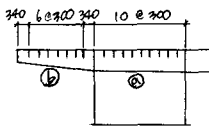
図-2に示すように各部材に最大の断面力を与えるような荷重状態とケースを想定した。



- Case 1 張出し部鋼床版 ブレース先端部に荷重
- Case 2 " 縦リブ支間中央に荷重
- Case 3 箱桁間鋼床版 縦リブ支間中央に荷重
- Case 4 " 横リブ支間中央に荷重
- Case 5 " 縦桁上に荷重

2-3 実構造物のモデル化

張出し部鋼床版



箱桁間鋼床版

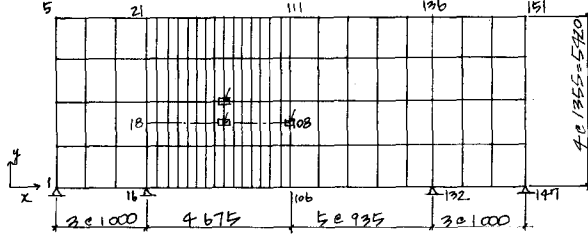
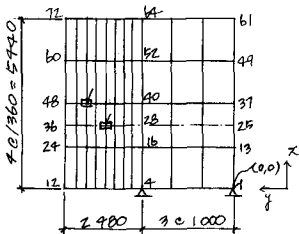
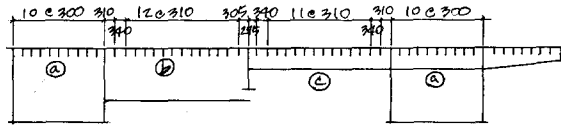









図-3

## 2-4 電算インプットデータ

- a) 座標 図-3参照  
b) 断面性能

各部分デッキプレート有効中の算出は、鋼道路橋示方書の式に基づき行った。

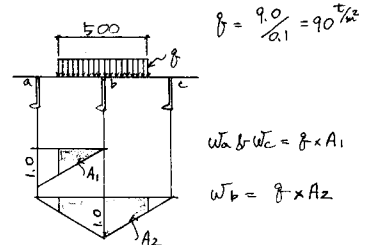
表-1

断面形状 及び断面二次モーメント	
縦リブ	 200x10 ① $I = 12,800 \text{ cm}^4$ ② $I = 2,858 \text{ cm}^4$ ③ $I = 10,003 \text{ cm}^4$
耳桁	 Web 400x9 Flg 120x10 $I = 15,912 \text{ cm}^4$
ブラケット	 Web (400~700)x9 Flg 200x10 $I_{\text{min}} = 3,950 \text{ cm}^4$ $I_{\text{max}} = 13,913 \text{ cm}^4$
横リブ	 Web 700x10 箱桁内 $I = 13,037 \text{ cm}^4$ Flg 200x10 中間 $I = 13,296 \text{ cm}^4$
横桁	 Web 1700x10 箱桁内 $I = 1,486,983 \text{ cm}^4$ Flg 400x16 中間 $I = 1,645,274 \text{ cm}^4$
縦桁	 Web 1300x10 Flg 400x16 $I = 5,871,075 \text{ cm}^4$
主桁	 U Flg 300x12 Web 2400x16 L Flg 300x20 $I = 3,229,500 \text{ cm}^4$

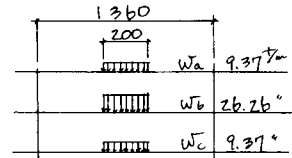
## c) 荷重

載荷重  $q = 0.5 \text{ t/m}$

接地面積  $A = 0.2 \times 0.5$



< 例 > Case 2



## 2-5 計算結果

### A) 張出し部鋼床版

#### i) ブラケットの曲げモーメント (Case 1)

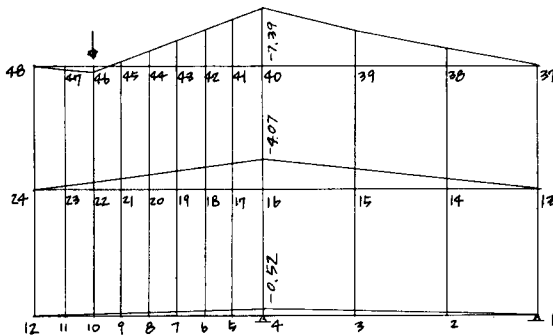


図-4

#### ii) 縦リブの曲げモーメント (Case 2)

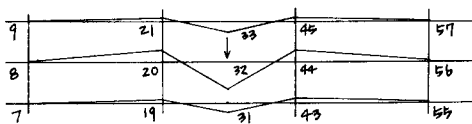


図-5

表-2 単位 t-m

橋高	曲げモーメント	橋高	曲げモーメント
2	-0.18	19	-2.17
3	-0.35	20	-1.62
4	-0.52	21	-1.12
5	-0.45	22	-0.69
6	-0.40	23	-0.33
7	-0.34	30	-2.20
8	-0.28	39	-4.63
9	-0.21	40	-7.39
10	-0.14	41	-5.87
11	-0.07	42	-4.50
14	-1.48	43	-3.09
15	-2.58	44	-1.61
16	-4.07	45	-0.03
17	-3.36	46	1.11
18	-2.75	47	0.81

表-3 単位 t-m

橋高	曲げモーメント
19	-0.126
20	-0.444
21	-0.090
31	0.458
32	1.190
33	0.445
43	-0.138
44	-0.483
45	-0.101

表-2はブラケットの曲げモーメントの値

表-3は縦リブの曲げモーメントの値

B) 箱桁間鋼床板

1) 縦リブの曲げモーメント (Case 3)

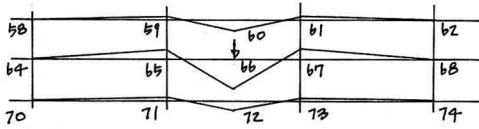


図-6

表-4 単位 t-m

橋梁	曲げモーメント
b9	-0.101
b0	0.462
b1	-0.108
b5	-0.450
b6	1.209
b7	-0.486
71	-0.100
72	0.463
73	-0.107

ロ) 横リブ及び横桁の曲げモーメント

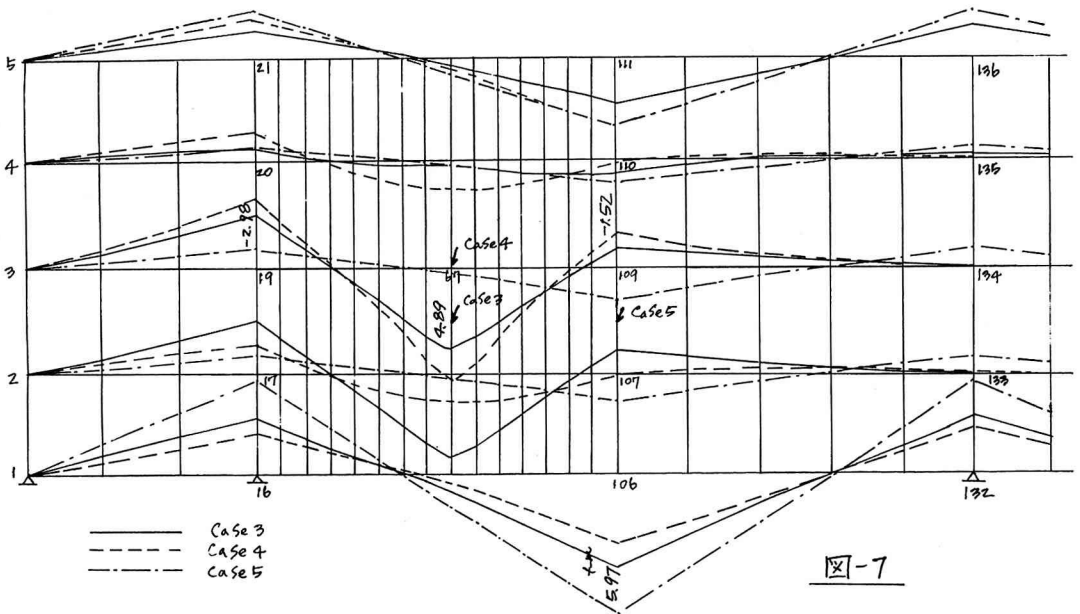


図-7

ハ) 縦桁の曲げモーメント (Case 5)

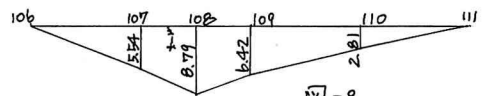


図-8

3 実験要領

3-1 測定位置及び載荷位置

測定位置は図-1に示す張出部鋼床板と箱桁間鋼床板とする。応力の測定位置は各部材に大きな断面力を与える位置としたが構造上の制約及び作業性の便も考慮し多少位置をずらした。ストレングーの貼付位置及びダイヤルゲージによるたわみ測定位置は図-9に示す。荷重の載荷位置は図-2を参照。

3-2 荷重

実際に走行する自動車の1後輪荷重に近付けるため、総重量9tのブロック重量を使用した。又後輪の接地面積に相当する架台(20x50cm)を各載荷位置デッキプレートに仮付した。(写真-1参照)



写真-1 荷重載荷

### 3-3 実験器材

- ・ ストレンゲージ (KFC-5c1-11)
- ・ ゲージ端子 下P4 自己接着型
- ・ 静的歪測定器 SM60AT
- ・ スイッチボックス SS-R型
- ・ リード線
- ・ ダイアルゲージ



写真2 応力測定

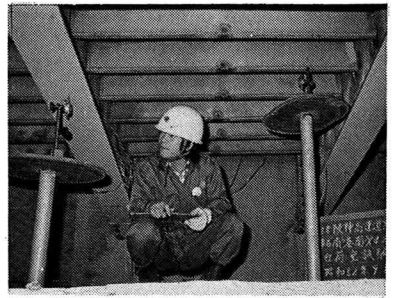


写真3 たわみ測定

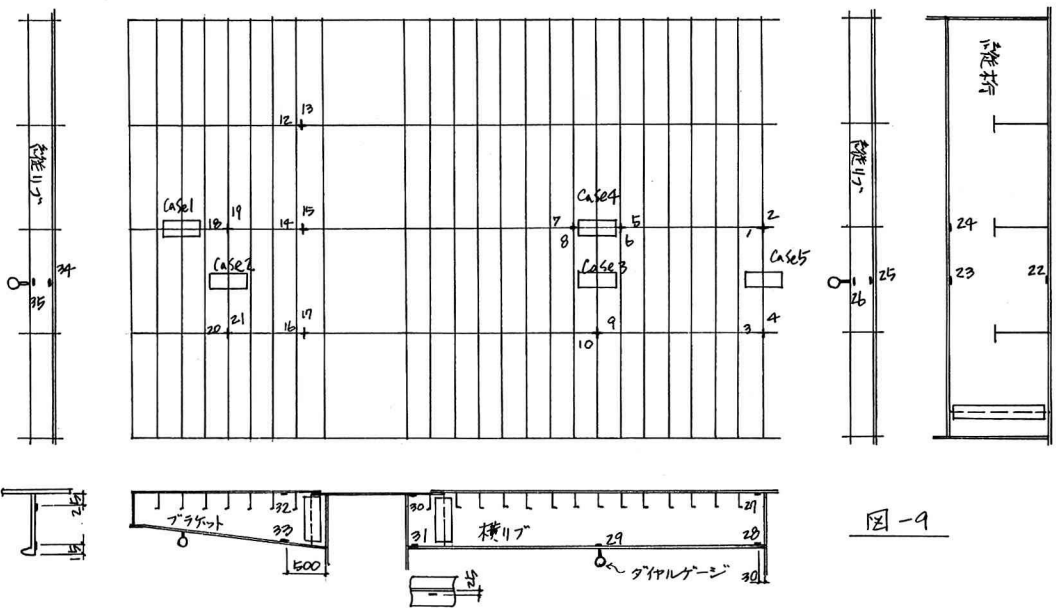


図-9

### 4 実験値と理論値の比較

#### 4-1 応力とたわみ

理論解析と載荷試験による応力とたわみの主要値を表5～表8に示す。

表-5及び表-6は張出し部鋼床版の応力とたわみ、表-7及び表-8は箱桁間鋼床版の応力とたわみを示す。

理論解析における応力の値は、デッキプレートの有効中も考慮した断面により計算した各格点位置と異なるゲージ位置の断面力は格点間で比例配分して求めた。

表-9は箱桁と縦桁が単純支持された構造系に対する格子桁理論と直交異方性版理論による縦リブと横リブの曲げモーメントで( )内は本構造の値である。

表-5

単位  $\frac{kg}{cm^2}$

ゲージ	実験値	理論値	備考
18	252	40	Case1 縦リブとデッキ上の交差 デッキ上面 (ゲージ上)
32	32	73	デッキ下面
33	-123	-220	下フランジ上面
14	44	86	デッキ上面
19	88	122	Case2 縦リブ 縦リブとデッキ上の交差 デッキ上面
21	95	112	デッキ上面
34	-71	-114	縦リブ 上端
35	485	524	下端

表-6

単位 mm

各点	Case 1		Case 2		備考
	実験値	理論値	実験値	理論値	
32	0.66	0.43	0.82	0.55	縦リブ支間中央
46	1.17	0.80	0.71	0.43	Case1 載荷位置
48	1.35	1.11	0.80	0.57	デッキ先端

4-2 考察

張出し部鋼床版の応力は表-5より明らか  
なように、デッキプレートの一部を除き、実験値  
にくらべて理論値の方が約30~40%  
大きい値を示している。これは理論解析  
における仮定やモデル化に起因していると考え  
られるが、ほぼ近似した傾向にあると言え  
う。ゲージ番号18の応力が理論値にくらべ  
約6倍と相当過大に表われているのが  
注目される。この原因として、縦リブ貫  
通による腹板欠損のための応力集中による  
影響が顕著であると考えられる。このことは  
箱桁間鋼床版に対しても同様の傾向を示  
していることから判断される(ゲージ番号7,  
9)。箱桁間鋼床版については値の大小差は  
あるが実験値と理論値はほぼ一致していること  
が表-7よりうかがえる。理論解析による応  
力は、デッキプレートの有効中を考慮した、平  
均値的な応力であるから実際の応力分布を  
考えると、差が出るのは当然であるが、以上  
の結果より鋼道示の有効中の算出式は妥当  
と判断される。一方、たわみに関しては、実験  
値が理論値よりも大きい値を示しているが、  
ほぼ良好な傾向と思われる。実験値が大きい原因として、箱桁とデッキプレートの非弾性変形(リフトレック  
30%)、及び箱桁自身の歪にも関係していると考えられる。

表-7

単位 kg/cm<sup>2</sup>

ゲージ	実験値	理論値	備考	
9	-380	-60	Case 3	横リブと縦リブの交差 デッキ上面 横リブの応力
10	143	112	、	、 縦リブの応力
25	-105	-124	、	縦リブ バルブプレート上端
26	540	521	、	、 バルブプレート下端
7	-235	-70	Case 4	横リブと縦リブの交差 デッキ上面 縦リブの応力
27	17	23	、	横リブ デッキ下面
28	-36	-53	、	、 下フランジ上面
30	32	46	、	、 デッキ下面
31	-120	-106	、	、 下フランジ上面
29	185	179	、	横リブ 支間中央 フランジ上面
22	-50	-51	Case 5	縦桁荷重直下 デッキ下面
23	80	74	、	、 下フランジ上面

表-8

単位 mm

橋梁	Case 3		Case 4		備考
	実験値	理論値	実験値	理論値	
66	0.76	0.53	0.50	0.26	縦リブ 支間中央
67	0.32	0.25	0.48	0.31	横リブ 、「

表-9

単位 t-m

		格子桁理論	直交異方性版理論
縦リブ	正の曲げモーメント	1.247 (1.209)	1.377
	負の「	-0.948 (-0.986)	0.505
横リブ正の曲げモーメント		6.33 (4.89)	6.806

と 結 び

本橋のように箱桁間に縦桁を有するような鋼床版、並に張出し版に対し、格子桁理論を適用し  
理論値と載荷試験による実験値を比較した。この結果、張出し部鋼床版及び箱桁間鋼床版とも、両者  
がほぼ一致することが確認された。実験結果より明らかのように、腹板欠損部では応力集中が  
著しいと考えられるので、今後の鋼床版の設計において充分注意する必要がある。表-9に示したように  
単純支持状態の鋼床版(単純版)に対しては、どの方法によっても断面力に大差がないが、任意の骨  
組構造を有する鋼床版に対し解析可能な本格子桁理論は有効な手段と思われる。  
なお数値計算は電卓公社所有、DEMOS-E, FRAP-GENを利用した。

参考文献

1. 道路橋示方書、同解説 : 日本道路協会 昭和48年2月
2. 直交異方性鋼床版橋設計便覧(全訳)(土木研究所資料第399号): 建設省土木研究所 昭和43年7月