

北海道南発局 土木試験所 正員 大島 久

〇シ 佐々木 秀男

まえがき

この疲労試験は、一般国道231号線、石狩町地内に架設中の石狩河口橋の側陸向橋梁（型式：フレストレスない連続合成桁）の模型実験として行ったものである。

この型式は、床版コンクリートと鋼桁がスタッドジベルによって合成されており、夏の曲げモーメントを受ける支点付近では、床版コンクリートの合成作用は期待しないで橋軸方向の鉄筋と鋼桁との合成を考えた連続合成桁である。

支点付近の鋼桁引張りフランジに溶植されたスタッドジベル趾端付近の鋼材がスタッドのアーキによる熱影響で脆化し、繰り返し荷重に対する疲労強度の低下が予想される。

この問題に対して、本橋に使用された鋼材（SMA58）を用いて、模型桁を作成して、疲労試験を行った。

1. 試験概要

a. 模型桁

一般図を図-1に示す。

鋼材の材質：SMA58

鋼材の実測降伏点強度： $5,900 \text{ kg/cm}^2$

（保障降伏点強度： $4,600 \text{ kg/cm}^2$ ）

鋼材の実測引張り強度： $6,500 \text{ kg/cm}^2$

鋼材の曲げ引張り許容応力度： $2,600 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋はSD35、 $D\phi 13 \text{ mm}$ を使用

床版コンクリート

設計基準強度（ $f_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$ ）（実測値

は、No.4G： 420 kg/cm^2 、No.5G： 470

kg/cm^2 、No.6G： 391 kg/cm^2 ）

スタッドジベル溶植時の予熱、 100°C 、溶植部の硬度は、 $160 \sim 320 \text{ Hv}$ であった。

載荷状態は、片持ち梁として支点部に夏の曲げモーメントを生じさせた。

なお、片持ち梁のために、繰り返し荷重載荷時に、横倒れと水平振動を生じるので、写真-1、写真

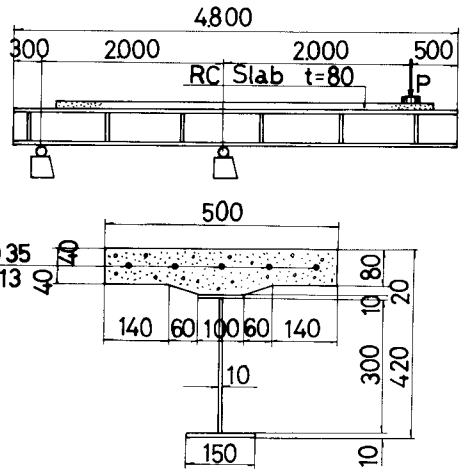


図-1 模型桁一般図

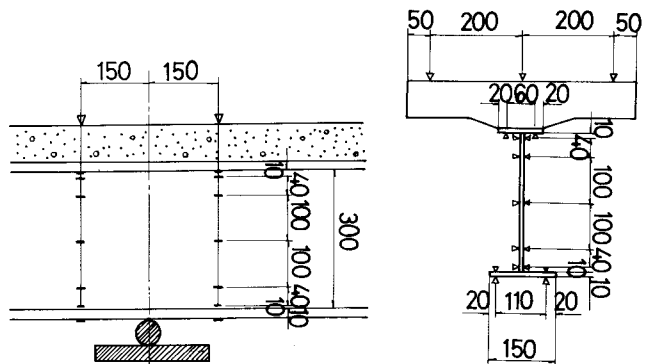


図-2 ストレインゲージ貼付位置図

-2のような防止装置を取り付けた。

実橋では、死荷重応力が大きいですが、模型桁では、小さいので、模型桁には床版コンクリート打設前にフレロードを加えて、支点上の負のモーメントによる応力が、実橋の死荷重応力に近似的にさせるようにし、床版コンクリートが硬化し、養生が終ってから、試験荷重を載荷した。

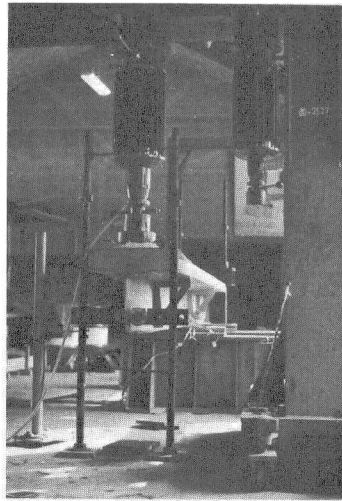


写真-1 横倒れ防止装置

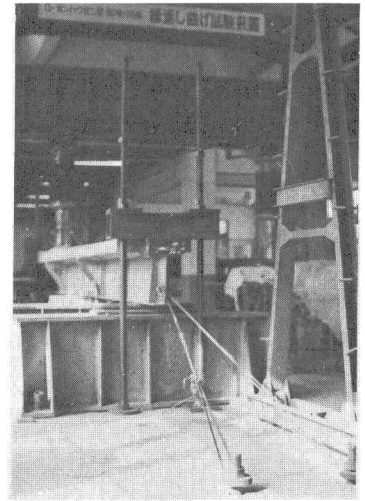


写真-2 水平振動防止装置

模型桁の応力状態を表-1に示す。

b. 静的載荷試験

疲労試験の前に、静的載荷試験を行った。

載荷重は、0 tonから疲労試験の上限荷重まで、2 tonまたは、1.5 tonごとに載荷し、各荷重ごとに、ひずみとたわみを測定した。

ストレーンゲージ貼付位置を図-2に示す。

c. 疲労試験

疲労試験は、ローゼンハウゼン型疲労試験機により行った。ジャッキ容量は20t、繰り返し速度は、250 1/min、片振幅で載荷し、下限応力は上限応力の20%とした。

疲労試験の結果、No.4G桁は19.6万回、No.5G桁は54.9万回でそれぞれ支点付近で破壊した。No.6G桁は、200万回で破壊せず、200万回終了後、静的載荷試験を行ってひずみとたわみを測定した。

d. 破断状態

No.4G桁と、No.5G桁はともに破断面が脆

荷重状態	仮定断面	No.	模型桁 No.	応力度 (kg/cm ²)		
				上フランジ σ _u	鉄筋 σ _s	コンクリート σ _c
鋼桁自重	鋼桁断面	1	共通	18	—	—
コンクリート自重	〃	2	〃	46	—	—
前荷重(8ton載荷時)	〃	3	〃	3418	—	—
前荷重開放時	全断面合成	4A	〃	-238	-610	-66
		4B	〃	-2135	-2982	-273
		5A	〃	3244	-610	-66
		5B	〃	1347	-2982	-273
		5C	〃	64	—	—
繰り返し荷重 (No.4G:16 ton No.5G:12 ton No.6G:9 ton) 載荷による 応力度	全断面合成	6A	No.4G	477	1220	132
			No.5G	358	915	99
			No.6G	268	686	74
	鉄筋・鋼桁合成	6B	No.4G	4259	5964	546
			No.5G	3195	4473	410
			No.6G	2405	3355	307
	鋼桁断面	6C	No.4G	6837	9193	828
			No.5G	5127	6894	621
			No.6G	3846	5171	466
合計応力度	全断面合成 5A+6A	No.4G	3720	610	66	
		No.5G	3602	305	33	
		No.6G	3512	76	8	
	鉄筋・鋼桁合成 5B+6B	No.4G	5606	2982	273	
		No.5G	4542	1491	137	
		No.6G	3752	373	34	
	鋼桁断面 5C+6C	No.4G	10319	9193	828	
		No.5G	5191	6894	621	
		No.6G	3910	5171	466	

表-1 模型桁の応力状態一覧表

性破面を示しており、ジベル趾端で破断していた。

図-3に、破断箇所および破断長さを示す。

写真-3は破断時の状態を示す。

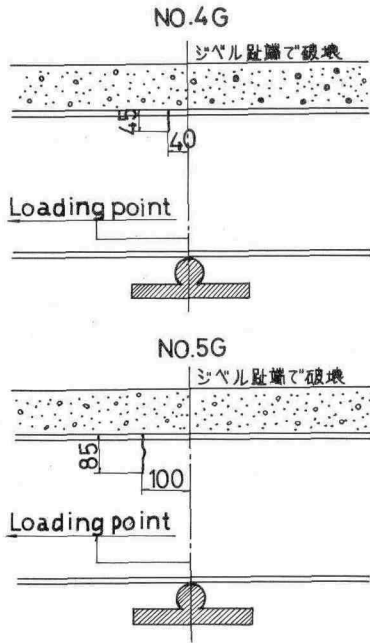


図-3 破断箇所と破断長さ

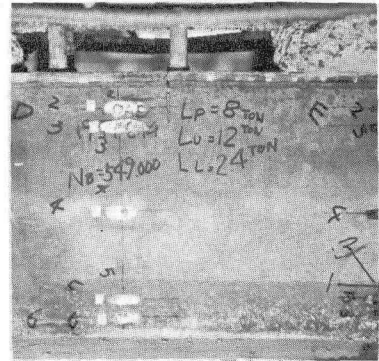
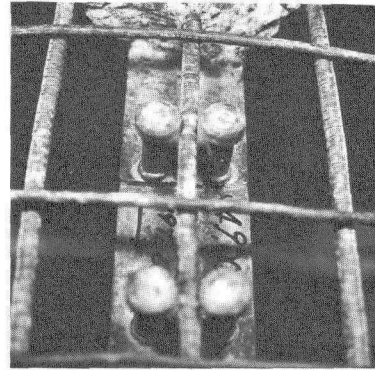


写真-3 破断状態

3. 考 察

図-4に、載荷点下のたわみの実測値と計算たわみ値とを比較した荷重たわみ線図を示す。

No.4G桁、No.5G桁はともに8tonで支点上の床版コンクリートにひびわれが発生した。

ひびわれ発生までは、全断面合成桁としての計算値に実測値は接近しているが、ひびわれ発生した後は、鉄筋、鋼桁合成断面としての計算値と、全断面合成桁としての計算値の中間に、実測値があることから、桁の合成は、中間の挙動を示していることがわかる。

No.6G桁では、6.5tで支点上の床版コンクリートにひびわれが発生し、その後、上限荷重までは、No.4G、No.5G桁と同様な傾向を示している。

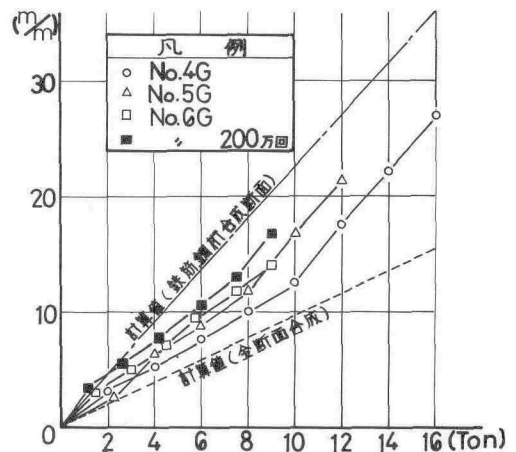


図-4 荷重-たわみ曲線

また、200万回繰り返し荷重載荷前と載荷後のたわみを比較してみると、200万回繰り返し荷重載荷後のたわみは、大きく増加しているが、実測値は両計算値の中向の挙動を示している。

この荷重-たわみ線図から模型桁の合成状態は、床版コンクリートにひびわれが生じてても、まだ床版コンクリートの合成作用がかなり存在していることを示している。

4. 結論

図-5にS-N曲線を示す。

両対数グラフの縦軸に上限荷重載荷時における支点の上フランジの応力を、横軸に破断繰り返し数をとったものである。

このS-N曲線と表-1からNo.6G桁完成時合計応力度(死荷重合計応力度)の鉄筋、鋼桁合成断面における応力度 1347kg/cm^2 、上限荷重載荷時の応力度 2405kg/cm^2 を加えると、 3752kg/cm^2 となり、この模型桁における疲労強度は、 3752kg/cm^2 以上であると思われる。

そして、模型桁の合成状態は、床版コンクリートにフラックが生じてても、全断面合成断面と鉄筋、鋼桁合成断面の中間の挙動を示すことがわかった。

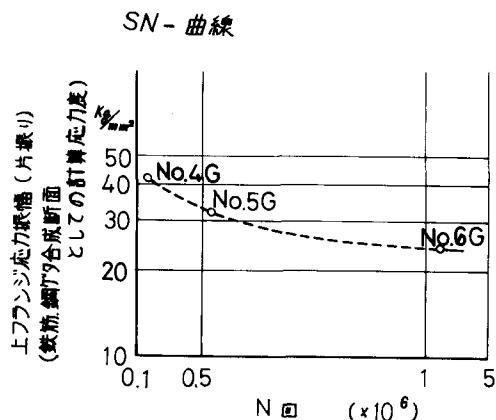


図-5 S-N曲線図