

室蘭工業大学工学部 正員 中村作太郎
 室蘭工業大学工学部 正員 ○志村 政雄

1 緒言

合成桁の疲労に関する問題は世界各国において種々研究されるようになって来た。しかしまだ未知・未開発の研究問題が沢山残っている。

著者等は自動車荷重・鉄道車輛荷重のほか、風荷重・地震荷重などの単位サイクル数の異なる動的荷重が載荷された場合をも想定し、片振れだけでなく兩振れ繰返し荷重を受ける合成桁模型の疲労破壊現象を床版の亀裂・破壊のみならず、鋼桁の亀裂・崩壊に至るまでの過程と現象を追求し、合成桁の疲労破壊に関する未知・未開発の基礎資料を求め目的で、図-1に示すような3本の合成I桁模型について試験を行い、各種の興味ある現象を見出した。

2 合成I桁模型

合成I桁の模型製作に当り、特に意を用いたことは鉄筋コンクリート床版を出来るだけ頑丈なものにし、鋼I桁の亀裂・崩壊に至るまでの過程を追求出来るように工夫した。すなわち、鉄筋コンクリート床版のコンクリート強度は材齢28日で400 kg/cm²以上とし、厚さも実物に近く15cmとした。

また合成桁の機能を完全に発揮出来るよう、支保工に工夫を凝らし死荷重合成桁として製作した。鋼材にはSS41を使用したか、素材試験の結果では引張強度の平均値4786 kg/cm²を示し、コンクリートの28日強度は平均430 kg/cm²を示し、予期以上の高強度コンクリート床版を有する合成I桁の模型が作り上げられた。

模型は、NO.1, NO.2, NO.3の3本であるが、その断面寸法は何れも同一であり、図-1の通りである。

またストレインゲージの貼付位置は、図-2に示す通りである。

3 試験装置・測定機器及び記録装置

実験に用いた試験装置・測定機器及び記録装置を列記すれば次の通りである。

島津製作所製サーボルサーEHF30型の構造物疲労試験機(兩振れ型、動荷重最大能力30t, 静荷重最大能力40t), SM-6K型抵抗線静定歪測定器, DPM-E型抵抗線動的歪測定器, ダイアルゲージ(精度: 1/100 mm), ビジグラフFR-301型, ラピコダーRMV-33型電磁オシログラフ。

4 実験方法

上記の島津製作所製の構造物疲労試験機を使用し、合成I桁の模型NO.1, NO.2, NO.3共1本ずつ曲

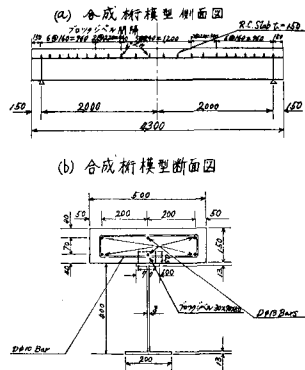


図-1 合成I桁の模型

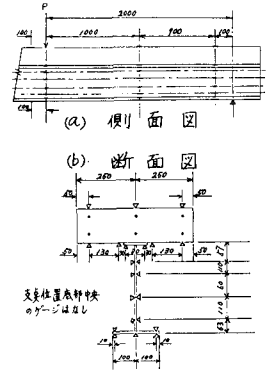


図-2 ゲージの位置

げ試験支持台（支間 4.0 m）の上に載せ、図-2に示す位置にストレインゲージを貼付完了後、前記の測定機器・記録装置を利用し、中央1桌集中線荷重載荷により各種の実験を行った。

(1) 模型 No.1 の実験

模型 No.1 については、最初両端固定ヒンジ挾持（上下より取付棒で締め付けの固定方法の支持）の状態、静荷重最大能力 40 t まで静荷重試験を行い、次に片振れ繰返し及び両振れ繰返し荷重試験を、同一支持状態のままで表-1の通り行った。

(2) 模型 No.2 の実験

模型 No.2 については、両端固定ヒンジ挾持の状態、始めから終わりまで両振れ繰返し荷重試験のみを行った。すなわち、荷重 $P = \pm 20 t$ （一定）、繰返し単位サイクル数 $1 H_2$ （ 1 Cg/sec ）、繰返し回数 10 万程度とした。

(3) 模型 No.3 の実験

模型 No.3 においては、最初両端単純支持及び両端固定ヒンジ挾持の状態、静荷重試験を行い、支持条件の違いによる差異を追求し、次に両端固定ヒンジ挾持の状態、表-2に示した通りの荷重・単位サイクル数及び総サイクル数を使用して両振れ繰返し荷重試験を行った。

表-1 片振れ及び両振れ繰返し荷重試験表

荷重種別	載荷幅	Repeated Load (ton)		H_2 (N/Sec)	Number of Cycle (N)	Total N. of Cycle (N)
		Max.	Min.			
片振れ	①	10	4	5	10×10^4	10×10^4
	②	15	5	4	17×10^4	27×10^4
	③	20	6	3	30×10^4	57×10^4
	④	25	6	2	30×10^4	87×10^4
	⑤	30	6.5	1.5	30×10^4	117×10^4
両振れ	⑥	20	-20	0.5	3×10^4	120×10^4
	⑦	30	-30	0.5	0.12×10^4	120.12×10^4

(注) この試験表は模型 No.1 についてのもの

表-2 両振れ繰返し荷重試験表 (模型 No.3)

荷重種別	載荷幅	Repeated Load (ton)		H_2 (N/Sec)	Number of Cycle (N)	Total N. of Cycle (N)
		Max.	Min.			
両振れ	①	10	-10	3	22×10^4	22×10^4
	②	10	-10	1	10.9×10^4	32.7×10^4
	③	10	-10	0.5	5×10^4	37.9×10^4
	④	15	-15	1	7.5×10^4	45.2×10^4

5 実験成果

(1) 断面応力度分布

模型 No.1（両端固定ヒンジ挾持）、模型 No.3（両端単純支持）の静荷重載荷試験の結果の中、支間中央桌における断面応力度分布を示せば、図-3の通りである。

このほか、支間 1/4 桌及び支桌部についての断面応力度分布も求めたが紙面の関係で掲載を省略する。

図-4は模型 No.2（両端固定ヒンジ挾持）の試験結果で、 $P = \pm 20 t$ 、 $1 H_2$ の両振れ繰返し荷重載荷 1 万回後、2 万回後、10 万回後における静荷重載荷時の支間中央桌の断面応力度分布を示したものである。

また、模型 No.2 についても、支間 1/4 桌及び支桌部における断面応力度分布をも求めたが、紙面の関係上他の模型同様掲載を省略する。

次に、図-5は模型 No.3（両端固定ヒンジ挾持）の試験結果で、 $P = \pm 10 t$ 、 $1 H_2 \rightarrow P = \pm 10 t$ 、 $0.5 H_2$ の両振れ繰返し荷重載荷途中における静荷重載荷時の支間中央桌の断面応力度分布を示したものである。

また、模型 No.3 に関しては、 $P = \pm 10 t$ 、 $0.5 H_2 \rightarrow P = \pm 15 t$ 、 $1 H_2$ の両振れ繰返し荷重載荷途中における静荷重載荷時の支間中央桌の断面応力度分布をも求めたが、前記同様紙面の関係で掲載を省略する。

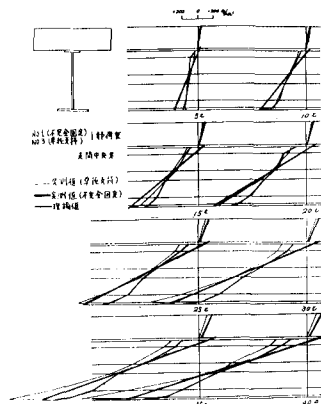
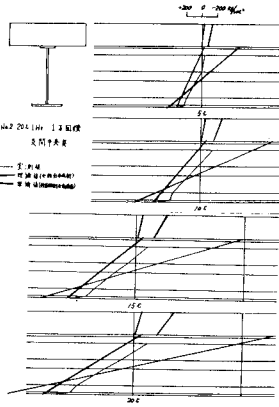
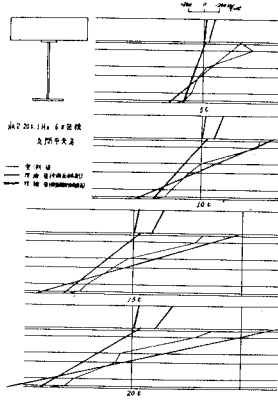


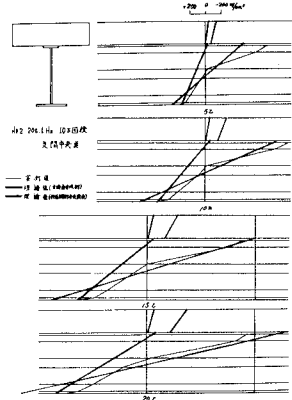
図-3 模型 No.1, No.3 の静荷重載荷時の支間中央桌における断面応力度分布



(a) 1万回両振れ後載荷



(b) 6万回両振れ後載荷



(c) 10万回両振れ後載荷

図-4 模型No.2 (両端固定ヒンジ挟持)の土20t, 1H₂両振れ繰返し荷重載荷1万回, 6万回, 10万回後における静荷重載荷時の支間中央臭の断面応力度分布

(2) 荷重一たわみ曲線

図-6は模型No.1及びNo.3の静荷重試験における支間中央臭の荷重一たわみ曲線を示す。ただし、模型No.1では両端固定ヒンジ挟持、模型No.3では両端単純支持の状態にて測定したものなることを付記する。また、図-7は模型No.2の両振れ繰返し荷重試験途中における静荷重試験結果で、支間中央臭における荷重一たわみ曲線を示したもので、繰返し荷重1万回、6万回、10万回後の比較をあげている。

ただし、模型No.2は始めから終わりまで両端固定ヒンジ挟持の状態にて試験したものなることを付記する。

(3) サイクル数一歪(応力度)曲線及び荷重一歪曲線

図-8, 9は模型No.1の片振れ繰返し載荷時の支間中央臭における鋼I桁下フランジ底部・床版上部のサイクル数一歪(応力度)曲線を示し、

図-10, 11は模型No.2の両振れ繰返し載荷後の支間中央臭における鋼I桁上縁部・下縁部の荷重一歪曲線を示す。

また、図-12, 13は模型No.2の両振れ繰返し載荷時の支間中央臭における鋼I桁下フランジ底部・床版上部のサイクル数一歪(応力度)曲線を示し、

図-14, 15は模型No.3の両振れ繰返し載荷時の支間中央臭における鋼I桁フランジ底部・床版上部のサイクル数一歪(応力度)曲線を示す。

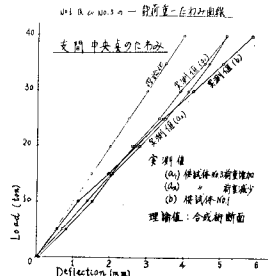


図-6 模型No.1, No.3の静荷重による支間中央臭の荷重一たわみ曲線

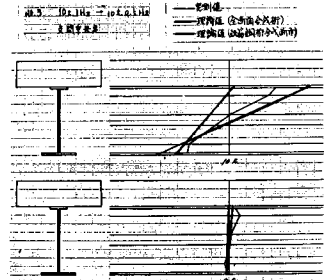


図-5 模型No.3 (両端固定ヒンジ挟持)の両振れ途中の静荷重載荷時における支間中央臭の断面応力度分布

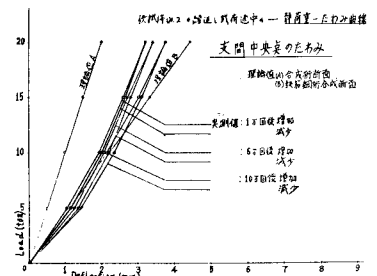


図-7 模型No.2の両振れ途中の静荷重による支間中央臭における荷重一たわみ曲線

なお、各模型共両端固定ヒンジ支持の状態にて試験したことを付記する。

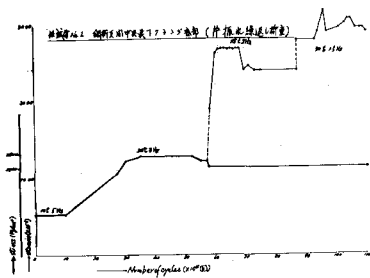


図-8 模型No.1の片振れ繰返し載荷時の支間中央桌鋼I桁下フランジ底部におけるサイクル数-歪(応力度)曲線

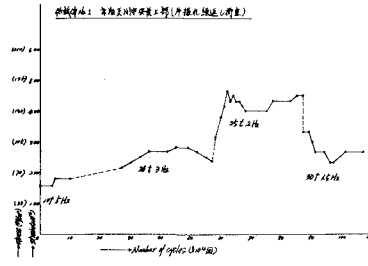


図-9 模型No.1の片振れ繰返し載荷時の支間中央桌床版上部におけるサイクル数-歪(応力度)曲線

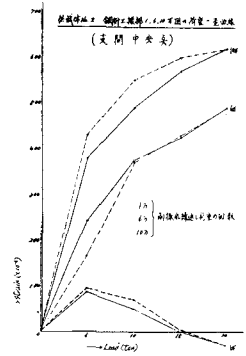


図-10 模型No.2の両振れ繰返し載荷後の支間中央桌における鋼I桁上縁部の荷重-歪曲線

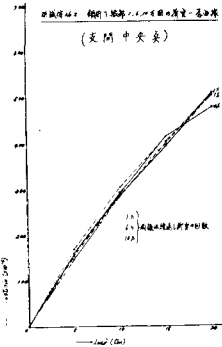


図-11 模型No.2の両振れ繰返し載荷後の支間中央部鋼I桁下縁部の荷重-歪曲線

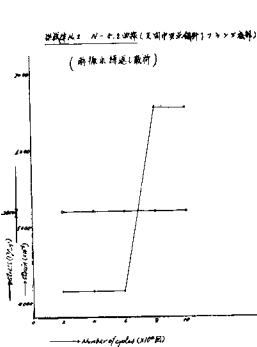


図-12 模型No.2の両振れ繰返し載荷時の支間中央桌鋼I桁下フランジ底部のサイクル数-歪(応力度)曲線

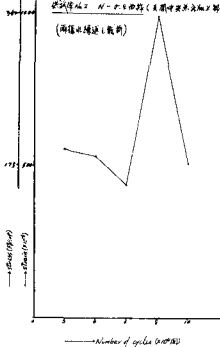


図-13 模型No.2の両振れ繰返し載荷時の支間中央桌床版上部のサイクル数-歪(応力度)曲線

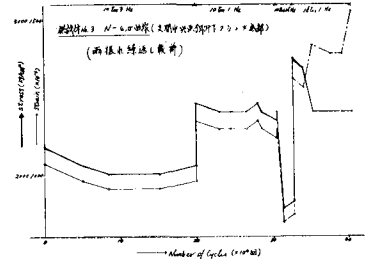


図-14 模型No.3の両振れ繰返し載荷時の支間中央桌鋼I桁下フランジ底部のサイクル数-歪(応力度)曲線

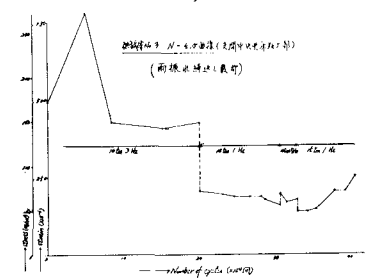


図-15 模型No.3の両振れ繰返し載荷時の支間中央桌床版上部のサイクル数-歪(応力度)曲線

6 結言

(1) 自動車荷重を想定しての片振れ繰返し疲労試験の結果よりすれば、コンクリートの強度を大きくすることが合成桁全体の強度・耐久性を増す上に著しい効果のあるがわかった。しかし、引続いて両振れ繰返し荷重を支えると、片振れにて入った亀裂が急速に破壊に進行して行き、鋼I桁の崩壊も急激に生ずる傾向にあった。

(2) 風・地震荷重を想定しての両振れ繰返し疲労試験の結果よりすれば、割合小さな荷重でも床版に亀裂が入り易しく、またその亀裂は荷重の増加にともない大きく広がる傾向にあった。それから鋼I桁の亀裂は上フランジ載荷点付近に生じ、ウェッジ中央部に波及して行き崩壊に進行することが明かとなった。(詳細は当日発表)

なお、本研究は北海道科学研究費補助金を受けたことを付記し、感謝の意を表す次第である。