

I-618 鋼製橋脚の動的載荷実験（その2）

首都高速道路公団 正会員 池内 武文
建設省土木研究所 " 川島 一彦
 " 長谷川金二

1. はじめに

鋼橋脚の耐震設計は、現在は静的な地震時水平力に対して座屈が生じないように設計されている。しかし実際の地震を受けた場合どのように挙動するかは確認されている訳ではない。そのため、昭和62年度より鋼橋脚の模型を用いて、強制載荷実験や振動台実験を行ってきた。平成元年度も、補剛方法を変えて実験を行ったので、これについて報告する。

2. 実験方法

(1)供試体 実験は、図-1の橋脚基部に着目し、縮小模型の供試体を用いて行った。縮小率は、試験装置の載荷能力と模型橋脚を実際の橋脚と同様に製作が行える寸法を勘案して定めた。供試体の寸法、板厚、リブの形状は、表-1のとおりである。供試体は、載荷点の補強を除き基部から載荷点の下まで同一断面とし、断面変化は考慮していない。

(2)実験ケース 実験の種類および各ケースの特徴は、表-2のとおりである。

(3)強制載荷実験 この実験は、図-2のように、一定の軸力（実橋脚と同程度の圧縮応力度に相当する軸力）を載荷した模型橋脚の柱頭部に水平力を繰り返し載荷するものである。載荷は、両振りの変位制御により行い、材料試験結果から求めた柱頭部の降伏変位 δ 、の整数倍の変位毎に10回の繰り返し載荷を、最大荷重の後耐力が降伏荷重以下になるまで連続して行うものである。

(3)振動台実験 この実験は、図-3のように振動台上に単純桁2連の模型橋梁を組み立て、中央の橋脚を振動台で加振し、その橋脚の挙動を調べるものである。中央橋脚と2連の桁は、ピンで固定されている。桁の総重量は、約26tで、中央橋脚には約13tの軸力が作用する。入力地震動は、日本海中部地震の八郎潟堤体上記録を、時間軸を1/2倍、振幅を3~4倍に増幅したものである。模型橋梁の共振振動数は、正弦波加振で求めると約2.0であった。

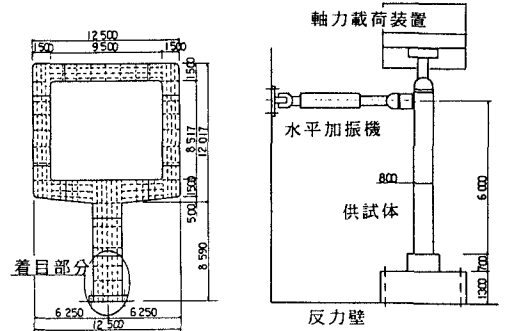


図-1 模型のもととなった橋脚

図-2 強制載荷実験説明図（大型模型）

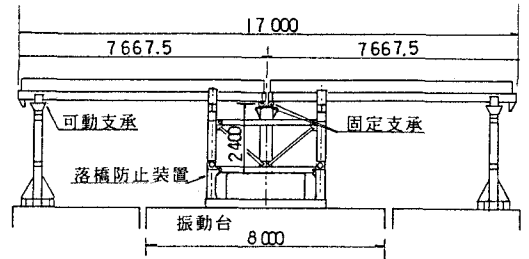


図-3 振動台実験説明図

表-1 供試体寸法

模型の種類	断面寸法 (mm)	ウェブ、フランジ		縦リブ形状 (mm)	縮小率
		板厚(mm)	材質		
実橋	2500×2500	30、35	SM50Y	200×19	1/1
大型模型	800×800	10	SM50	64×6	1/3.1
小型模型	320×320	4.5	SS41	30×3.2	1/7.8

表-2 実験ケース

実験ケース	実験の種類	模型の種類	横リブピッチ	縦リブ本数
1	強制載荷実験	大型模型	300mm	5
2			680	5
3			390	5
4			390	4
5	振動台実験	小型模型	260	3
6			260	3

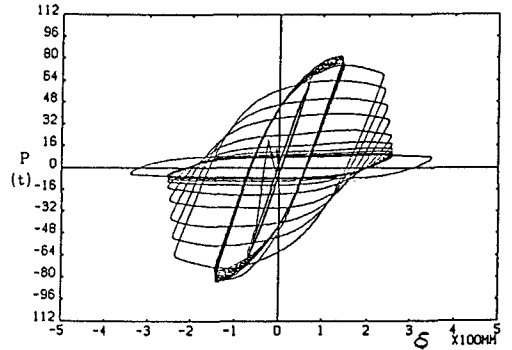
3. 実験結果

(1)材料試験結果 使用した鋼材の引張試験結果は、表3のようになった。

表—3 材料試験結果

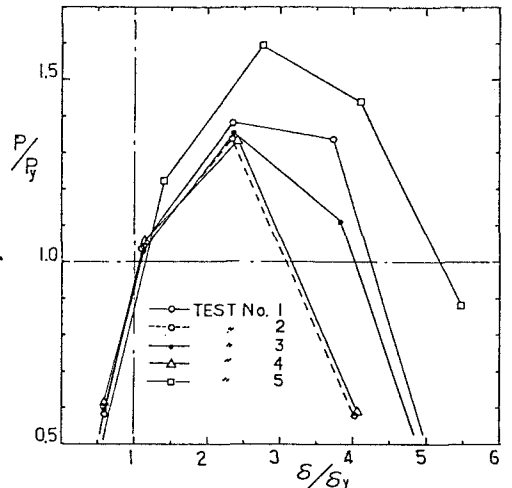
板厚(mm)	SM50		SS41	
	t=6	t=10	t=3.2	t=4.5
σ_B (kg/cm ²)	5529	5509	4020	3733
σ_y (kg/cm ²)	3935	3846	2578	2418
E_y (kg/cm ²)	1.89×10^4	1.73×10^4	1.60×10^4	1.59×10^4
E_s (kg/cm ²)	2.01×10^4	1.96×10^4	1.94×10^4	1.98×10^4

(1)強制載荷実験結果 実橋脚に最も近いケース3の履歴曲線を図—4に示す。降伏後徐々に塑性化し、計算上の降伏変位の3倍で最大耐力を示し、同じ変位で荷重を続けているうちに耐力が低下した。履歴曲線は、載荷する変位が大きくなるほど面積が大きくなり、エネルギー吸収が大きくなっている。



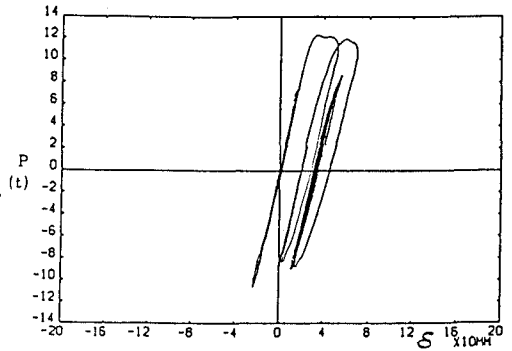
図—4 強制載荷実験履歴曲線例

強制載荷実験の各ケースの第一回目のループの包絡線をまとめたものが、図—5である。ここでは、変位と耐力を材料試験で得られた降伏応力度、弾性係数で求めた降伏荷重と降伏変位で正規化している。最大耐力は、降伏荷重の1.3～1.6倍程度となった。最大耐力後、耐力が降伏荷重になる点の変位は、降伏変位の3～5倍程度となった。補剛方法の影響については、横リブピッチが狭い方が、最大耐力後の耐力低下が小さくなっている。縦リブ本数を少なくした場合には、横リブピッチを大きくしたものと同一傾向を示した。



図—5 強制載荷実験包絡線

(3)振動台実験結果 振動台実験で得られた荷重—変位履歴曲線の例を、図—6に示す。図—6は、ケース5の橋脚を用い、八郎瀉記録の3.0倍の振動を加えたものである。振動台の最大加速度は、約300galである。橋脚天端の最大加速度は約450galであった。橋脚天端の変位は、片側へ徐々に増加しており、強制載荷実験のように両振りとはならない。また、強制載荷実験のものより最大耐力のあとの耐力減少が少なくなる傾向となった。



図—6 振動台実験履歴曲線例

4. まとめ

鋼橋脚が動的載荷を受けた場合の挙動を検討したが、最大耐力を受けたのち塑性域で座屈が生じ、耐力が低下した。この耐力の低下の度合いは、実験方法や補剛方法で異なり、強制載荷実験では著しい耐力低下が起こったが、振動台実験では耐力低下は起こるが強制載荷実験ほど大きな低下はなかった。これまでにを行った実験結果全般についての解析は、今後行っていくこととしている。

参考文献1. 「鋼製橋脚の動的載荷実験」川島、長谷川、吉田、小坂、土木学会第43回年次講演会概要集、I—524、昭和63年10月

参考文献2. 「鋼製橋脚の動的耐力に及ぼす補剛リブの剛性の影響」川島、長谷川、吉田、池内、土木学会地震工学研究発表会、平成元年7月