

I - 6

鋼管橋脚の耐震性向上に関する
模型設計と実験計画

開発土木研究所	正員 谷本俊充
開発土木研究所	正員 佐藤昌志
(財)北海道道路管理技術センター	正員 小山田欣裕
(株)長大	正員 田所洋一

1. はじめに

通常の橋脚は、経済性、維持管理等からそのほとんどがコンクリート構造で、鋼製橋脚は都市内高速道路で橋脚の設置位置によって橋脚寸法が制約される場合や、多層構造のラーメン橋脚など特殊な条件の場合に採用されているのが現状である。しかし、現場施工の合理化、省力化、あるいは景観、環境への配慮から、今後は特殊な条件下以外での採用の機会が多くなると予想される。

鋼製橋脚の脚柱には、箱形と円型があり工場製作の容易さ、断面寸法、部材厚を適宜調節することが可能である等の理由から箱型が多く用いられている。しかし鋼道路橋の簡素化の動き¹⁾、鋼製橋脚として要求される耐震性能の向上等を考慮すると、補剛が少なくすみ、局部座屈強度およびねじり抵抗が大きいこと、荷重作用に対する方向性がない等の特徴から円型の方が有利であると考えられる。これらのことから、鋼管橋脚に着目し、経済性をふまえた耐震性向上策の確立が重要なテーマであると判断される。

一般的に鋼製橋脚の設計パラメータとしては次のようなものが考えられる。1) 鋼種、2) 径厚比 3) 構造形態、4) 細長比、5) ダイヤフラムの有無、6) 段落としの有無、7) 縦補剛材の有無。このうち、本年度は 2) と 6) についての座屈モードを把握する目的で以下のような実験を計画した。

- (1) 軸圧縮動的載荷試験(予備試験)。
- (2) 水平交番載荷試験。
- (3) 動的水平載荷試験。

本論文では(1)についての実験結果の概要と(2)についての模型の設計内容と実験計画について述べる。

表-1 化学成分

C	Si	Mn	P	S
0.17	0.01	0.55	0.011	0.003

2. 軸圧縮動的載荷試験について

水平交番載荷試験に先立ち予備試験として軸圧縮動的載荷試験を行った。供試体は JIS3454 圧力配管用炭素鋼管を使用した。表-1に化学成分、表-2に機械的性質を示す。形状寸法は図-1と図-2に示す。図-1は板厚変化のないストレート管で図-2は頂部で板厚を薄くしている段落とし管である。

表-2 機械的性質

降伏応力 (MPa)	引張強さ (MPa)	伸び (%)
308	457	39.0

Model Design and Test Plan to Improve in Strength of Steel Piers for Earthquake
by Toshimitu TANIMOTO, Masashi SATOU, Yoshihiro OYAMADA, Youichi TADOKORO

試験機としては載荷速度が 15cm/s~20cm/s、負荷エネルギーが1700kgf・m、負荷荷重 2500tのスクリープレスを使用した。

試験結果は次の通りである。

(1) ストレート管については下端から約 5cmのところではリング状のいわゆる象の足座屈モードがみられた。上部部についても膨らみは小さいが同様な座屈モードが発生した。

(2) 段落とし管については板厚の薄い部分で座滅している。外の部分については局部座屈はみられなかった。

図-3に破壊モード図(スケッチ)を示す。

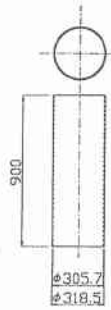


図-1 ストレート管

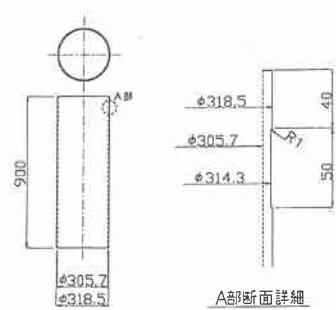
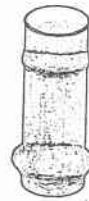


図-2 段落とし管

3. 水平交番載荷試験について

実験設備の概要を図-4に示す。鉛直載荷荷重として20tの重錘を鋼管の頂部にのせ、水平力の載荷方法は押し引き可能な変位制御方式のアクチュエーターを使用した。載荷速度は人力による制御とし約1cm/secとした。

載荷は柱頭の水平変位 δ を正負の方向に交互に与え、一定サイクルごとにその変位振幅を増やしていく変動変位繰り返し載荷とした。サイクル数は論文⁶⁾により3回、変位振幅の範囲としては $1\delta_y \sim 8\delta_y$ とした。ここに、 δ_y は鋼管基部での応力度が降伏点応力度になる載荷位置での変位で板厚6mmの場合約1cmとなる。



ストレート管



段落とし管

図-3 破壊モード図

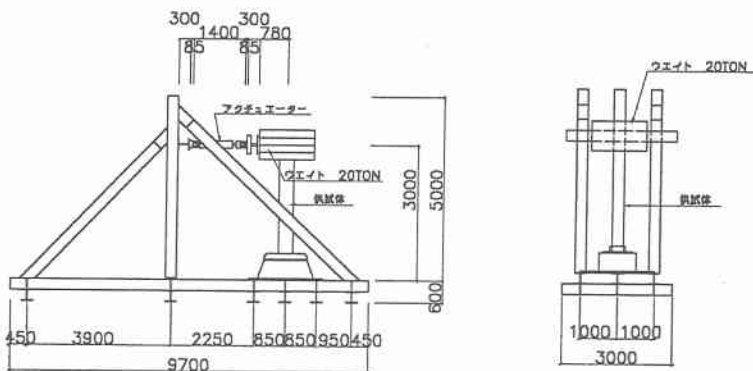


図-4 実験設備

4. 模型の設計

実験模型は表-3に示すように4体製作することにした。鋼管の種類、材質、径は予備試験と同様とし長さについては実験設備の形状から2mとした。径厚比、板厚変化の影響を把握するために板厚6mmが2本、板厚4mmが1本、段落とし管が1本とした。端部には、その部分で局部座屈が発生しないように縦リブ、ダイヤフラムを取り付け補剛した。中間ダイヤフラムは道示⁷⁾によると厚6mmでは不要(R/t が30以下)で厚4mmで必要(R/t が30以上)となるが、実験の目的から判断し取り付けないものとした。図-5に模型の詳細を、図-6・図-7に模型上下端部の詳細を、図-8に架台の詳細を示す。

表-3 鋼管模型の仕様

タイプ	長さ(mm)	厚(mm)	員数	摘要
A	2000	4	1	
B	2000	4~6	1	段落し
C	2000	6	2	

タイプA タイプB タイプC

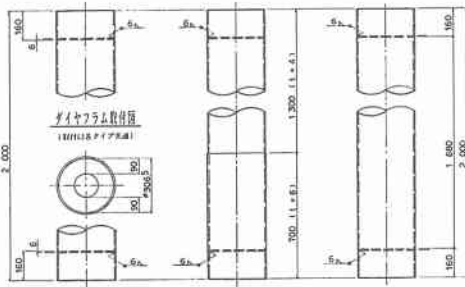


図-5 鋼管模型詳細図

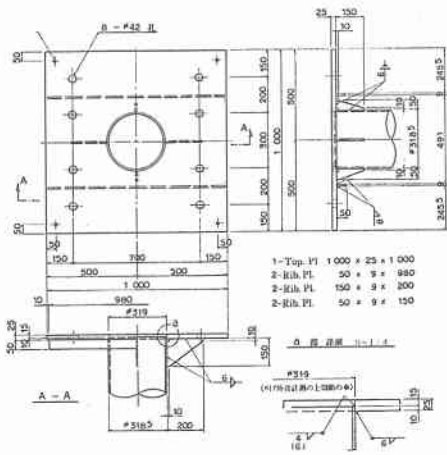


図-6 鋼管模型頂部補剛図

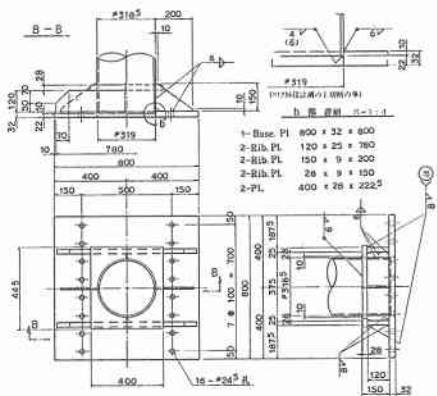


図-7 鋼管模型基部補剛図

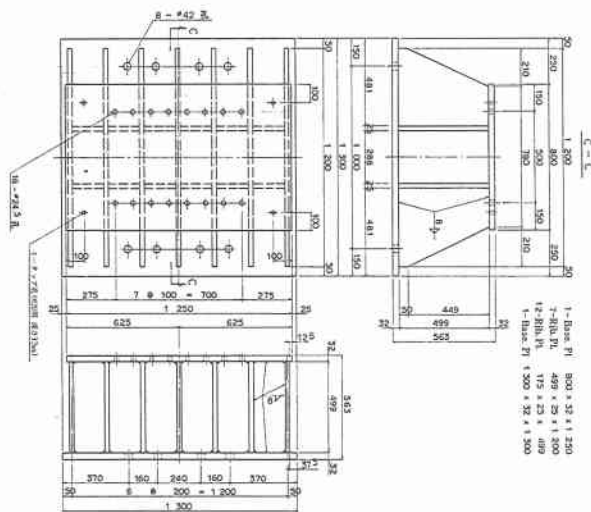


図-8 架台詳細図

5. あとがき

実験結果については別途報告する予定であるが、これらの実験によって無補剛鋼管の静的・動的な耐震性能を評価するための基礎的な資料が得られると思われる。今後の課題としては以下の項目があげられる。

- (1) ダイヤフラムをとりつけた鋼管模型の実験による耐震性能評価。
- (2) 縦補剛材をとりつけた鋼管模型の実験による耐震性能評価。
- (3) 無補剛タイプ、ダイヤフラムによる補剛タイプ、縦補剛材による補剛タイプの経済性をふまえた耐震性能の比較検討。
- (4) 衝撃的載荷荷重による耐震性能の比較。

ご指導いただいた、北海学園大学の当麻先生、室蘭工業大学の岸先生に紙面を借りて深く感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 建設省：鋼道路橋設計ガイドライン（案），1995
- 2) 成瀬泰雄：鋼管構造，森北出版株式会社，1971
- 3) 福本勝士編：座屈設計ガイドライン，第13章，土木学会，1987
- 4) 小松定夫・田井戸米好 監修：鋼製ラーメン橋脚の設計と解説，理工図書，1979
- 5) 宇佐美勉・青木徹彦・加藤正宏・和田匡央：鋼管短柱の圧縮および曲げ耐力実験，土木学会論文集，第416号，1990
- 6) 鈴木森晶・宇佐美勉・竹本潔史：鋼製橋脚モデルの静的および準静的挙動に関する実験的研究，土木学会論文集，第507号，1995
- 7) 日本道路協会：道路橋示方書 鋼橋編，12章 鋼管構造，1994年2月