

長周期地震動を受ける鋼製橋脚の繰り返し耐荷性能の実験的検討

関西設計株式会社	正会員	○ 田中賢太郎
関東学院大学	正会員	北原 武嗣
大阪市立大学大学院	正会員	山口 隆司
大阪市立大学大学院	学生員	金 仁浩

1. はじめに

近年、十勝沖地震や中越地震などで長周期地震動が観測されている。また、南海地震、東南海地震および東海地震等の海溝型巨大地震の際にも長周期地震動の発生が懸念されている。一方、現在の耐震設計では長周期地震時の耐荷性状に関して十分な検討は行われていない。そこで本研究は、長周期地震動を受ける既設道路橋の繰り返し耐荷性状を把握するための基礎的資料を得ることを目的とした。長周期地震動により最大荷重を履歴した後に数十回のオーダーで繰り返し変位を受ける状態を想定した載荷パターンを考え、鋼製橋脚を対象とした載荷実験を行った。ここに、載荷実験の概要を報告する。

2. 實驗概要

(1) 材料試験 (引張試験)

鋼材の正確な降伏点，および応力 - ひずみ関係を得るため，引張試験を実施した．引張試験片は供試体を使用した鋼板（SS400）から 3 体製作し，降伏点は 3 体の平均値として求めた．図 1 に得られた鋼材の応力 - ひずみ関係の一例を示す．表 1 には，3 体の引張試験結果をもとに求めた鋼材の機械的性質を示す．

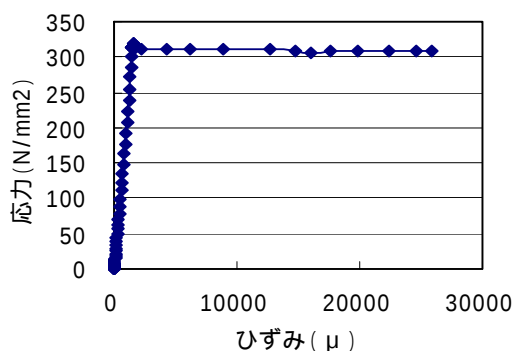


図1 引張試験結果

表1 引張試験結果

	3体の平均値
降伏強度	307.3 (N/mm ²)
引張強度	439.6 (N/mm ²)
ヤング率	201900 (N/mm ²)
ポアソン比	0.29
伸び率	36 (%)

(2) 既設鋼製橋脚を想定した実験供試体

本研究では、既設の鋼製橋脚を想定して実験供試体の設計を行った。都市高速に一般的に用いられることの多い橋脚高さ 10m の橋脚を想定し、約 1/6 に縮小した実験供試体を製作している。耐荷力および変形性能に影響を及ぼすパラメータとして、補剛板パネル全体の幅厚比パラメータ R_F 、縦補剛材間の板パネルの幅厚比パラメータ R_R 、縦補剛材の自由突出板としての幅厚比パラメータ R_S 、縦補剛材剛比 γ の弾性座屈理論から求まる縦補剛材の必要最小剛比 γ^* に対する比 γ / γ^* に着目してこれらが実物橋脚と実験供試体とで一致するように供試体寸法を決定した。これらパラメータの算定式⁽¹⁾を以下に示す。また、算定結果を表 2 に示す。

$$R_F = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E} \frac{12(1-\mu^2)}{k_F \pi^2}} \quad , \quad R_R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E} \frac{12(1-\mu^2)}{4n^2 \pi^2}} \quad , \quad R_S = 1.633 \frac{h_s}{t_s} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E_s}} \quad \text{式 (1a,b,c)}$$

ここでは、表 2 に示したパラメータの値となるよう供試体断面を決定した結果、供試体の断面高さ 262mm、幅 372mm となった。また補剛材寸法は、補剛材高さ 21.5mm、板厚は 6mm とした。供試体の側面図、断面図を図 2 に示す。

キーワード： 鋼製橋脚，長周期地震動，耐荷性能，繰り返し載荷実験

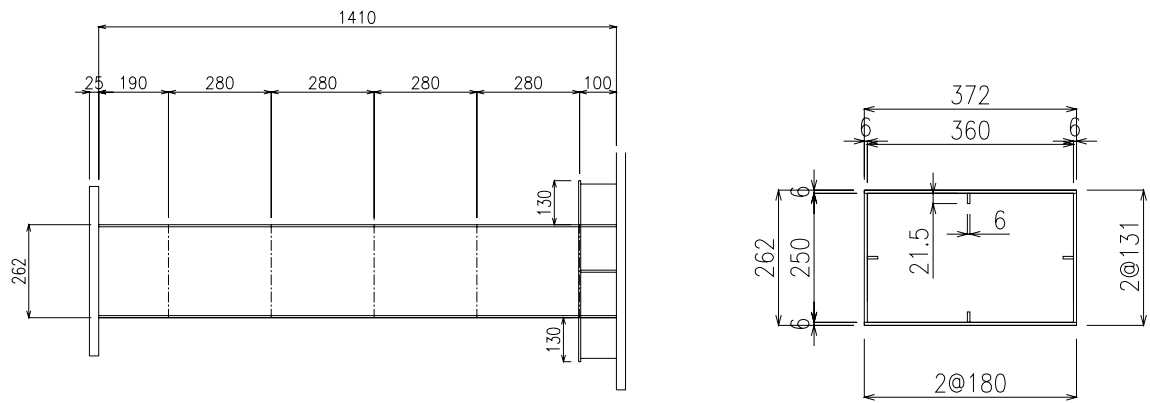


図 2 実験供試体 (単位 : mm)

表 2 実験供試体の座屈パラメーター値

	RF	RR	RS	γ / γ^*
実験供試体	0.615	0.539	0.198	0.676

(3) 載荷装置および載荷方法

載荷実験として単調載荷実験と漸増繰返し載荷実験を行った。両実験ともに、鉛直方向には最大荷重 100kN・ストローク 150mm の定圧油圧ジャッキを用いて、実験供試体に上部構造死荷重相当の軸力を与えた。水平方向には、最大荷重 500kN・ストローク ±150mm のアクチュエーターを用いて変位制御で強制変位を与えた。

単調載荷実験については、ピーク時荷重から 80%程度低下した時点で実験を終了した。漸増繰返し載荷実験は、 $\pm 0.5 \delta_y$ 、 $\pm 1 \delta_y$ 、 $\pm 1.5 \delta_y$ 、 $\pm 2 \delta_y$ 、 $\pm 2.5 \delta_y$ 、 $\pm 3.0 \delta_y$ をそれぞれ 3 回ずつ与え、 $3.0 \delta_y$ で最大荷重の約 90%程度に耐力が減少していることを確認し、 $3.0 \delta_y \sim 1.0 \delta_y$ の弾性変位振幅で数十回の繰返し変位を与えた。写真 1 に実験状況を示す。変位測定において基部の回転を取り除くため、基部にアングル治具を取り付け測定した。

3. 実験結果

図3に単調載荷実験で得られた荷重-変位履歴曲線を示す。横軸には橋脚変位を、縦軸には荷重を示している。水平変位25mm付近で荷重はピークとなり、それ以降強度低下がみられた。また降伏変位 δ_y は9.5mmであった。漸増繰返し載荷実験結果については当日詳細に報告したい。

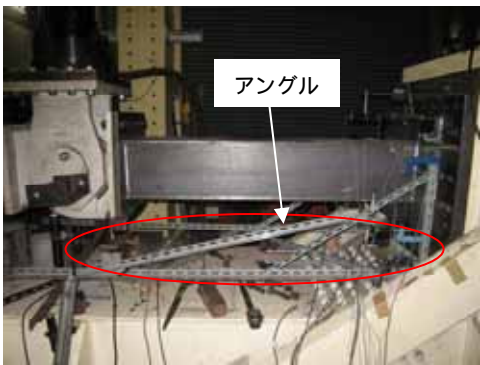


写真 1 実験状況

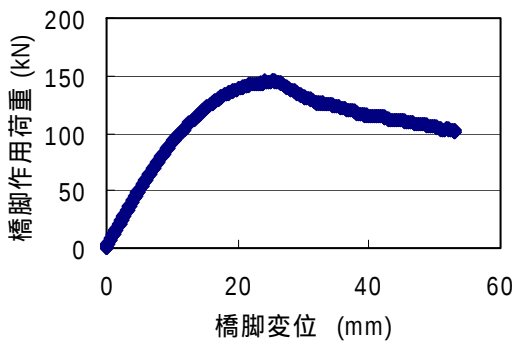


図 3 変位 - 荷重曲線 (単調載荷)

謝辞:本研究の実施に際し,(財)先端建設技術センター・平成 17 年度研究開発助成を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

(1) 土木学会鋼構造委員会編：座屈設計ガイドライン，2005。
(2) 北田俊行，中井 博，松村政秀，加賀山泰一：繰返し漸増水平変位載荷による既設鋼製橋脚補剛板の耐震補強法に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.46A，2003。