

継続時間の長い地震動を受ける既設鋼製橋脚の繰返し載荷実験

関東学院大学大学院 学生員 ○平口 未帆 関東学院大学 正会員 北原 武嗣
 関東学院大学 正会員 田中賢太郎 協和コンサルタンツ 正会員 吉田 隆信
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. はじめに

近年、南海・東南海・東海地震が切迫しており、海溝型巨大地震動を受ける構造物の地震時挙動を把握することは急務の課題と考えられる。海溝型巨大地震では長周期かつ継続時間の長い地震波が生じると考えられる¹⁾。実際、2003年十勝沖地震では、長周期地震動が原因と考えられる石油タンクのスロッシング現象²⁾が観測されている。

しかしながら、長周期かつ継続時間の長い地震動を受ける構造物の地震時挙動や耐荷性状に関して十分な検討は行われていない現状である。

そこで本研究では、都市高速に多用されている既設鋼製橋脚を検討対象とし、継続時間の長い地震動による載荷パターンを模した漸増繰返し載荷実験を行うこととした。著者らは、同様の主旨の実験的検討を行っている³⁾が、今回は、特に最大荷重後の弾性範囲の繰返し振幅の大きさが、繰返し耐荷性状に与える影響に着目して検討した。

2. 実験概要

(1) 実験供試体

都市高速に一般的に用いられることの多い橋脚高さ11m程度の鋼製橋脚を想定し、約1/8に縮小した実験供試体を製作した。

耐荷力や変形性能に影響を及ぼすパラメータとして、補剛板パネル全体や縦補剛材間の板パネル等の幅厚比パラメータ、および細長比パラメータ等に着目し、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を次式(1)～(3)に示す。設定した座屈パラメータを表-1に示す。表-1に示すパラメータ値となるように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。橋脚としての構造諸元を表-2に示す。

表-1 実験供試体の座屈パラメータ

R_f	R_R	R_s	r/r^*	$\bar{\lambda}$
0.615	0.539	0.198	0.676	0.36

$$R_F = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\mu^2)}{k^2 \pi^2}} \quad (1)$$

$$R_R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\mu^2)}{4n^2 \pi^2}} \quad (2)$$

$$R_S = 1.663 \frac{h_s}{t_s} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E_s}} \quad (3)$$

表-2 構造諸元

断面積	(mm ²)	7,464
断面2次モーメント	(mm ⁴)	8.678×10 ⁷
降伏強度	(N/mm ²)	310.0
軸力	(kN)	225.6
載荷点までの距離	(mm)	1572
ヤング率	(N/mm)	1.973×10 ⁵
降伏曲げモーメント	(N・mm)	1.835×10 ⁸
降伏水平荷重	(kN)	116.8
降伏変位	(mm)	8.6

(2) 載荷装置および方法

既設鋼製橋脚の耐荷性状を検討するため、漸増繰返し載荷実験を行った。図-1に実験装置を、写真-1に実験状況を示す。

鉛直方向に最大荷重1000kN、ストローク100mm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（降伏軸力の10%）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。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。

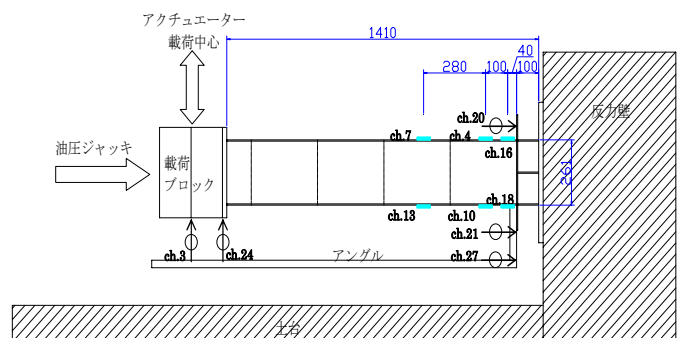


図-1 実験装置

キーワード 鋼製橋脚、海溝型巨大地震、長継続時間、耐荷性状、繰返し載荷実験

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東1-50-1 関東学院大学工学部社会環境システム学科

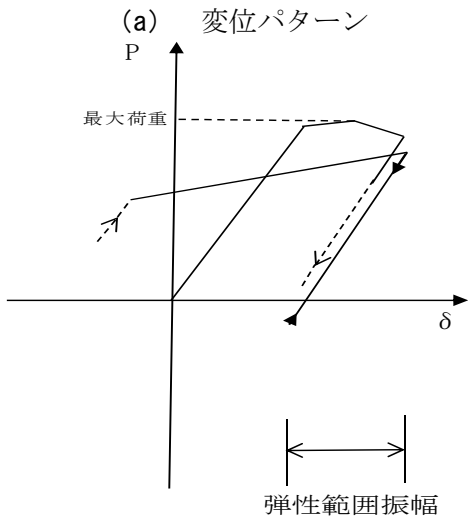
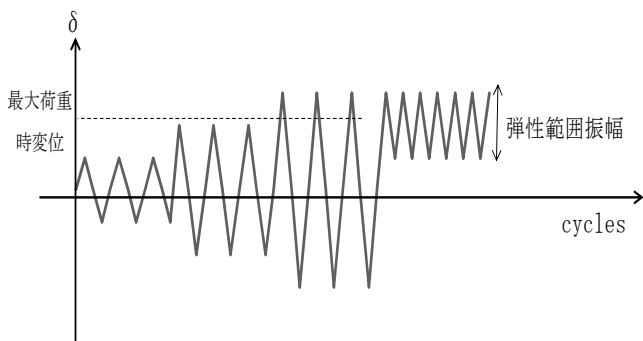
TEL045-786-7857 E-mail :kitahara@kanto-gakuin.ac.jp



写真-1 実験状況

図-2 に示すように、漸増繰り返し载荷実験は、最大荷重を履歴するまでは、 $0.5\delta_y$ ステップの変位増分で、それぞれ正負 3 回の交番载荷を行った。最大荷重履歴を確認後、弾性範囲の数十回オーダーの繰り返し振幅を与えるものとした。

この際、与える変位振幅の大きさと繰り返し回数をパラメータとし、最大耐力履歴後の耐力低下に与える影響を検討するものとした。これらのパラメータとして表-3 のような値を設定した。



(b) 荷重-変位関係
図-2 载荷パターン

表-3 载荷パラメータ

繰り返し数	10	30	50
変位振幅			
$1.6\delta_y$ (片振幅 $0.8\delta_y$)	Case-A10	Case-A30	Case-A50
$0.8\delta_y$ (片振幅 $0.4\delta_y$)	Case-B10	Case-B30	Case-B50

3. 実験結果

供試体に使用した鋼材の機械的性質を得るため、引張試験を実施した。試験片は供試体に用いた鋼板 (SS400) から3体製作し、その平均値として求めた。図-3に得られた鋼材の応力-ひずみ関係を、表-4に実験から得られた機械的性質を示す。

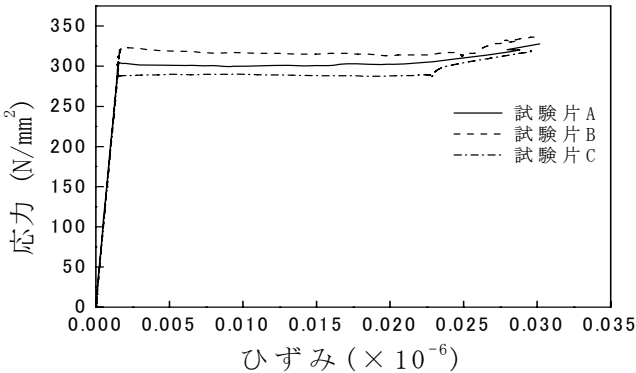


図-3 応力-ひずみ関係

表-4 引張試験結果

	3体の平均値
降伏強度 (N/mm²)	310.0
引張強度 (N/mm²)	427.1
ヤング率 (N/mm²)	1.973×10^5
ポアソン比	0.31
伸び率 (%)	45.6

2. (2) 節に示した実験方法により、漸増繰り返し载荷実験を行った。継続時間の長い地震動を模した载荷パターンを考慮し、最大荷重履歴後の弾性範囲の変位振幅の大きさや繰り返し回数が、繰り返し耐荷性状に与える影響を検討した。実験結果の詳細に関しては当日発表する。

謝辞：本研究の実施に際し、平成 20 年度科学研究費補助金基盤研究(c) (課題番号: 20560451) の助成を得た。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本建築学会, 東海地震等巨大災害への対応特別調査委員会地震動小委員会: 各種波形予測手法に基づいた海溝型巨大地震の予測強震動波形収集資料, 2007.
- 2) 座間信作: 石油タンクのスロッシングに係るやや長周期地震動の設計スペクトル, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.551-555, 2006.
- 3) 田中賢太郎, 北原武嗣, 山口隆司, 吉田隆信: 長継続時間地震動を考慮した既設鋼製橋脚の耐荷性能の実験的検討, 鋼構造年次論文報告集, Vol.16, pp.291-296, 2008.