

端対傾構を有する鋼上部構造縮小試験体の载荷実験

岐阜大学 学生会員 ○岩田隆弘
 岐阜大学 正会員 木下幸治
 岐阜大学 学生会員 井上一磨

1. はじめに

現行の道路橋示方書では、橋としての機能の回復を速やかに行えるようにするために、塑性化を考慮する部材と塑性化させない部材を明確に区別し、地震時においては、塑性化を考慮した部材にのみ塑性化が生じるように規定されている。この規定に基づき、鋼上部構造に対して、地震時に副次的な塑性化を考慮する場合、地震終了後に交換・補修が容易である二次部材である対傾構や横構が挙げられる。我が国がこれまでに経験した大規模地震時において、鋼上部構造の端対傾構における損傷事例が報告されてきているが、地震終了後に交換・補修が容易であること、また、端対傾構におけるエネルギー吸収により鋼上部構造の損傷が抑制された事実からも、端対傾構や横構にダンパー機構を付与し、積極的に塑性化させることで、主構造の損傷を抑えることが可能になると考える。このため、それらが許容できる塑性変形性能、並びに鋼上部構造に設置するために主構造とそれらの耐力的なバランスなどについて検討する必要がある。

本研究では、文献¹⁾の大型実験装置を基に、縮小実験装置を作成し、端対傾構の強度・変形能を評価する。ここでは、実験システムと試験方法の概要、実験の事前解析の一部を示す。

2. 縮小試験体と試験方法

図-1 に試験体と試験システムの概略図を示す。端対傾構の塑性化後の強度・変形能を評価するために、端対傾構の有りと無しの2種類の試験体を製作する。縮小試験体の実構造との再現性をできる限り高めるため、相似則に従い文献¹⁾で実施された実大の0.42スケールの大型試験体の縮小試験体（実大の0.24スケール、大型試験体の0.57スケール）を製作している。試験方法としては、鋼製フレーム内に試験体を設置し、文献¹⁾の試験方法に基づきジャッキにより繰

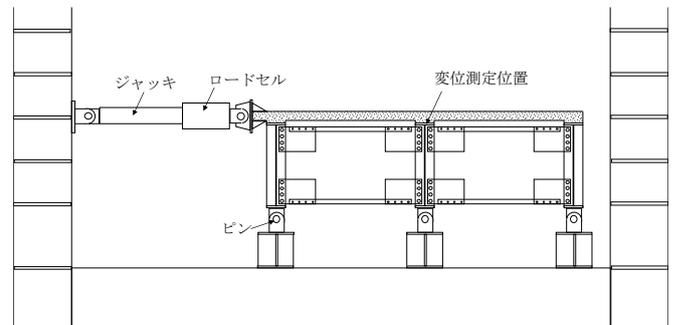


図-1 試験システム



図-2 既往実験の損傷状況¹⁾



図-3 大規模地震において損傷した対傾構

返し水平力を与え中央桁の上フランジの水平変位を計測する。繰返し载荷は桁高さに対する水平変位 δ の割合をDrift (%)とし、 $\pm 0.50\%$ までは $\pm 0.25\%$ ずつ、 $\pm 2.00\%$ までは $\pm 0.50\%$ ずつ、 $\pm 6.00\%$ までは $\pm 1.00\%$ ずつ増加させ各2サイクル载荷する。

一方、文献¹⁾においても端対傾構の有無が検討されているが、Load and Resistance Factor Designにより試験体が設計されている。図-2 に文献¹⁾の大型試験体に設置した端対傾構の損傷状況、図-3 に大規模地震

において損傷した端対傾構を示す. 文献¹⁾では X 型の端対傾構が用いられ, また端対傾構の全体座屈が先行しているが, 我が国の既設部材では部材長が短いために局部座屈が先行している. このため, 我が国の設計に基づく端対傾構を検討するために我が国の道路橋示方書に基づき端対傾構を新たに設計することとした. 具体的には, 現行の道路橋示方書に規定されている対傾構に用いる山形鋼の最小寸法を相似則に従い 0.24 スケールに換算した寸法を満足し, かつ圧縮を受ける二次部材の細長比が 150 以下となるように端対傾構の寸法を決定し, 端対傾構を含む鋼上部構造の力学モデルを基に端対傾構が桁や床版に先行して塑性化するように断面を設計する. なお, 端対傾構に関する規定は昭和 55 年から平成 24 年まで同一である.

3. 縮小試験体の力学モデルによる初期剛性の検討

相似則に従い縮小したフレームの初期剛性をたわみ角法²⁾により求めた. 図-4 に力学モデルで仮定したフレームの変形挙動を示す. このモデルでは, 主桁, コンクリート床版, 上弦材, 下弦材を考慮した 3 層ラーメン構造とした. また, コンクリート床版は, 全断面有効とした場合と, コンクリート床版断面の引張側の応力を無視した場合の 2 通りで検討した. ここでは, 既往の実験結果と近くなったコンクリート床版断面の引張側の応力を無視した場合の結果を示す.

力学モデルにより求めたフレームの初期剛性は, 10.0kN/mm であり, 既往の大型試験体の実験結果 15.0kN/mm を, 相似則に従い 0.57 倍した 8.5kN/mm と 15%程度, 力学モデルでは大きい値を示した.

4. ファイバー要素解析による事前解析

実験前の解析として, ファイバー要素による解析を行った. 橋軸直角方向にファイバー要素を用いたフレームのみ試験体の解析モデルを図-5 に示す. 鋼 I 桁は補剛材を考慮した断面とし, コンクリート床版は鉄筋を考慮したファイバー断面とした.

図-6 に解析結果と既往の実験値の P- δ 関係を示す. ここで, 既往の実験値は文献¹⁾の大型試験体の実験結果を相似則に従い, 水平変位 δ は 0.57 倍, 荷重 P

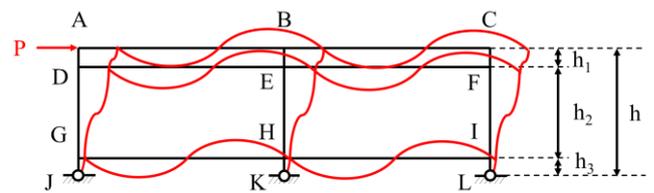


図-4 フレームの変形挙動

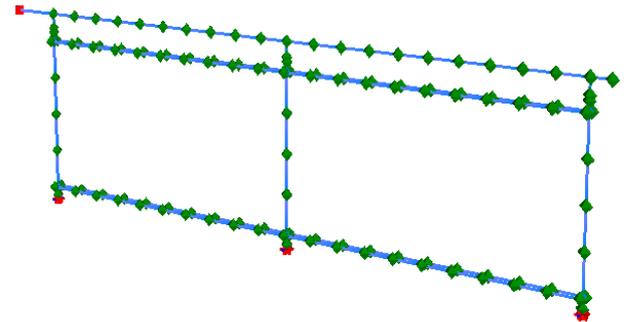


図-5 ファイバー要素を用いた解析モデル

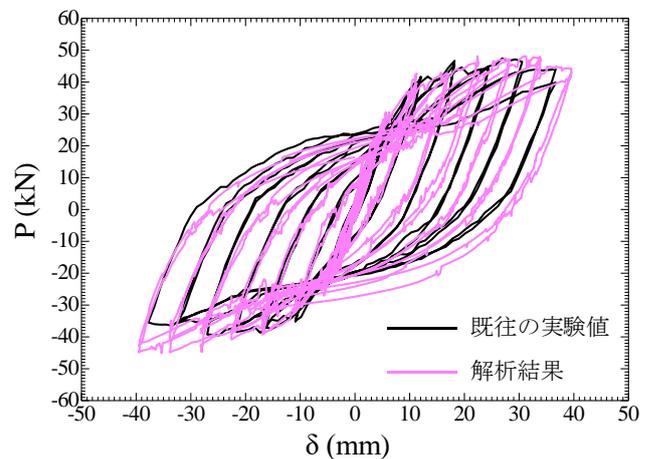


図-6 解析結果

は 0.57² 倍した結果を示している. 解析の結果, 初期剛性は, 10.5kN/mm と力学モデルと同様に既往の実験値に比べ大きく出たが, 履歴挙動は概ね一致し, また, 最大耐力は 48.1kN となり, 既往の実験値 44.2kN と概ね一致した.

参考文献

- 1) Hamidreza Bahrami : Guidelines for the seismic design of ductile end cross frames in steel girder bridge superstructures, Center for Civil Engineering Earthquake Research, UNR, Report No. CCEER 09-04, July, 2010.
- 2) 崎元達郎 : 基礎土木工学シリーズ2 構造力学 [下], 森北肇, pp.184-213, 1993.