

鋼製箱型橋脚のサブストラクチャー・ハイブリッド実験による耐震性評価

京都大学工学部 正員 山田善一 家村浩和
 鹿島建設 正員○安田 学
 京都大学大学院 学生員 岡 重洋

1. はじめに

本研究では、材端3自由度載荷実験装置を用いて、2層フレーム鋼製道路橋のサブストラクチャー・ハイブリッド実験を実施し、軸力、せん断力、曲げモーメントが同時に作用する複合応力下での弾塑性挙動を実験的に追及し、耐震性評価を行なった。

2. 実験概要

本研究の供試体は、Fig 1に示すような薄肉鋼製箱型供試体を用いた。

サブストラクチャーモデルとして、Fig 2に示すような、2層フレーム鋼製箱型道路橋をモデル化し、軸力一定下で、1層柱部分を実験し、2層部分は数値計算を行ない、全体系をオペレータ・スプリッティング法による数値解析を行なうことによりサブストラクチャー・ハイブリッド実験を行なった。Fig 3に本実験のフロー・チャートを示す。

数値解析部の復元力特性は、柱部材は弾性として、桁部材はバイリニアモデルとして数値計算を行なった。また2層部分の柱部材の剛性は、実験供試体と等しくし、桁部材の剛性は、桁部材の剛性の変化による影響を見るために、柱部材の剛性と等しい場合 (Case 1) と、柱部材の剛性の2倍の場合 (Case 2) の2ケースを実験した。質量は、実際の構造物との相似性を考慮し、モデルの1次モードの固有周期が約0.7秒になるように設定した。

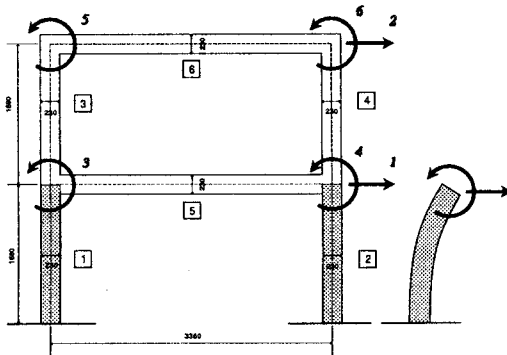


Fig 2 Two-Story Frame Structural Model

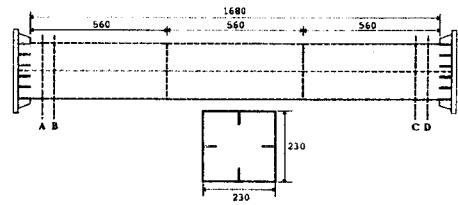


Fig 1 Specimen

入力地震動は、El Centro地震 (1940) のNS成分を用い、最大加速度を一定倍することで200.galとし、30秒間の地震応答を調べた。また積分時間間隔は $\Delta t=0.02$ 秒とし、数値解析を行なった。

3. 実験結果と考察

Fig 4にケース1およびケース2の1層と2層の水平変位の時刻歴、また1層柱部材すなわち実験部の部材端における回転変位および、曲げモーメントの時刻歴を示す。

ケース1では、桁部材の剛性が小さいために、1層と2層の水平変位の差が大きい。またケース2では、桁の剛性により、柱の回転角が拘束されるために、回転角はケース1に比べて小さくなっているが、モーメントは逆に大きくなっている。

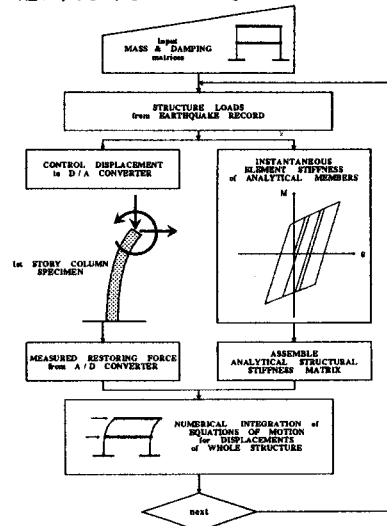


Fig 3 Substructured On-Line Hybrid Test Procedure

Fig 5 に供試体の正負両方向の最大変位時における曲率分布を示した。桁部の剛性の差により、ケース 1 では供試体下端部でのみ大きな変形が生じているのに対し、ケース 2 では供試体の下端部および上端部でも大きな曲率の増大がおこっている。

Fig 6 および Fig 7 には供試体の各断面で測定した、ケース 1 とケース 2 のモーメントー曲率関係の図をそれぞれ示した。

ケース 1 では供試体下端部 (Section A,B) でのみ大きな変形が起こっているのに対し、ケース 2 では供試体下端部および供試体上端部 (Section C,D) の両端で、大きな変形が起こっている。

ケース 1、ケース 2 ともに供試体下端部では最大モーメントに至る弾性域までは、ほとんど直線的に挙動し、最大モーメント以後急激に曲率は増大し、座屈している。しかしそれ以後はまた曲率 0 に近い状態にまで戻っている。しかしケース 2 の供試体上端部では最大モーメントまでは同様に直線的に推移しているが、最大耐力以後急激に座屈し、それ以後、塑性変形が戻らなくなっている。

4. おわりに

2 層フレーム構造物において、桁部材の剛性が変わることによって、1 層柱部材の回転角、モーメント応答および曲率の分布などの挙動に、柱両端部での座屈といった、大きな変化があることが、本研究によって認められた。

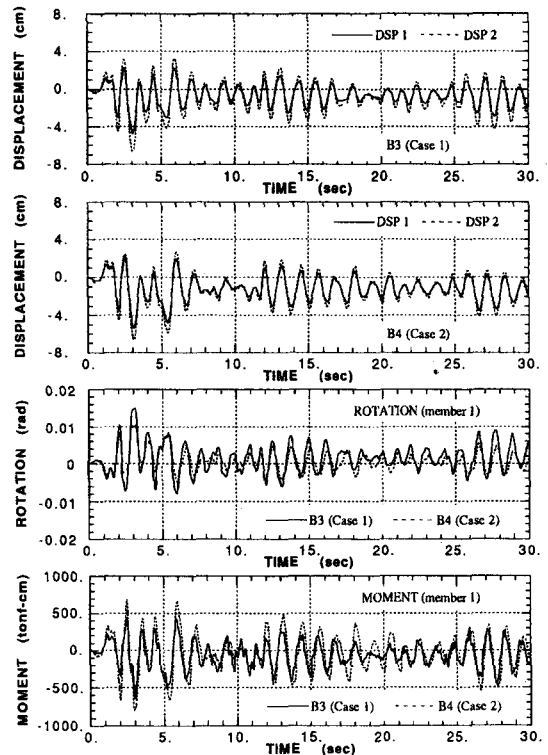


Fig 4 Time Histories

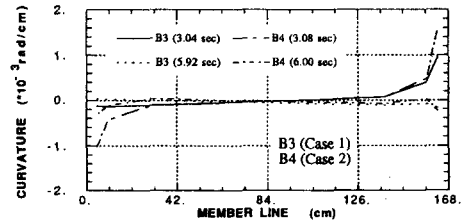


Fig 5 Curvature Distribution

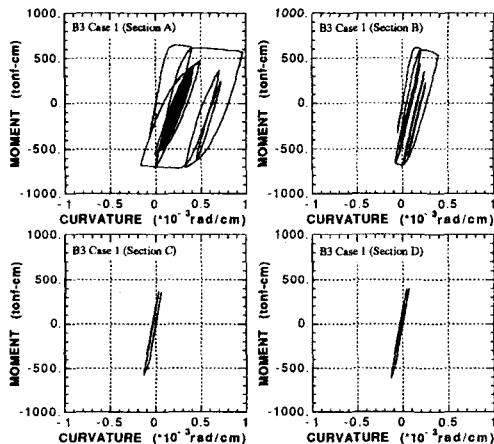


Fig 6 Moment-Curvature (Case 1)

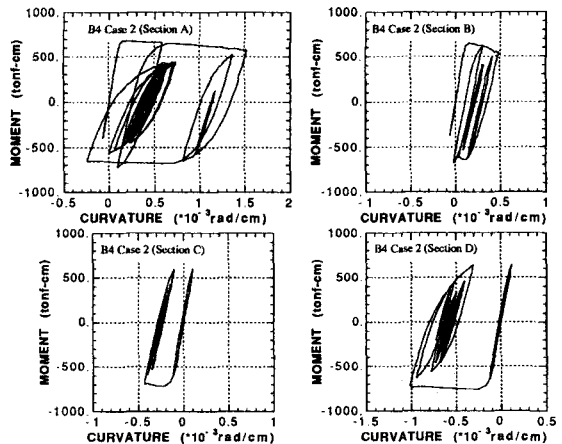


Fig 7 Moment-Curvature (Case 2)