

十字型鋼材を有する鋼製橋脚の変形性能について

熊本大学○学生員 小串正明 熊本大学 正 員 山尾敏孝
八代高専 正 員 岩坪 要 熊本大学 学生員 山室孝幸

1. まえがき

橋脚のような柱構造物が地震などの水平荷重を受ける場合、問題となるのが基部に生じる局部座屈である。多くの研究機関で局部変形メカニズムの解明研究がなされており、対応策として、断面の厚肉化や補剛材化が行われているのが現状である¹⁾。本研究では橋脚を対象として橋脚全体の変形性能を向上させることを目的とした構造の提案を行う。提案する構造は橋脚基部に十字型の補剛材を内部に設置したもので、従来型の補剛断面との比較を行った。なお、解析には汎用解析プログラム MARC を使用した²⁾。

2. 解析モデル

提案する十字型鋼材を有する橋脚モデルは、図1に示すように補剛材を配置することによって、基部付近に生じるとされる局部座屈の防止や、変形能(靱性)を大きくすることを目的としたものである。

解析モデルは橋脚を片持ち梁として対象条件より 1/2 モデルの 3 次元 shell 構造を対象とした。また、実験との検証を行うため文献 1) の少補剛コンパクト断面より、縦リブ一本のもの (Type3) を採用し、また同断面寸法の無補剛 (Type1)、および十字型鋼材を有する形体 (Type2) を対象とした(図2)。境界条件としては、橋脚柱下端部を完全固定、対称面には対象条件 (v, θ_x, θ_z を固定) を設定した。解析モデルの分割数の一例を図1に示す。鋼種は SS400 鋼を用い応力ひずみ関係は引張り試験の結果よりマルチリニアでモデル化した。

載荷方法は橋梁の上部工重量を想定した鉛直荷重と地震力を想定した繰り返し漸増水平変位を与える準静的繰り返し載荷を行った。この場合、鉛直荷重は全断面降伏荷重の 15% を軸圧縮力として作用させた。漸増水平変位は図3に示すように載荷点の水平変位が $\pm \delta_y$ の整数倍で順次増加 ($\pm \delta_y, \pm 2\delta_y, \pm 3\delta_y, \dots$) するよう変位制御で与え、水平荷重の大きさはその反力として求めた。ただし、 δ_y は、供試体基部で初期降伏が生じる際の載荷点水平変位(線形梁理論で得られる値)である。

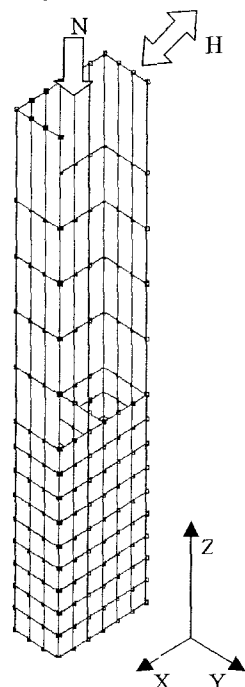


図1 解析モデル

3. 解析結果および考察

分割数の選定では、軸方向及び幅方向の分割数が最大強度や変形挙動に影響を及ぼすと考えられるので Type2 のモデルにおいて、幅方向の分割数 ($X \times Y$) を 3×6 、 6×12 として単調載荷の解析を試みた。図4は分割数を変化させたときの挙動を示したもので、 6×12 とメッシュ分

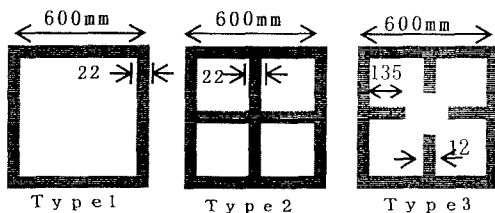


図2 断面形状 (単位 mm)

モデル名	断面形状	鋼種	板厚 (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)
Type 1	無補剛	SS400	22	600	3073
Type 2	十字補剛	SS400	22	600	3073
Type 3	一本補剛	SS400	22	600	3073

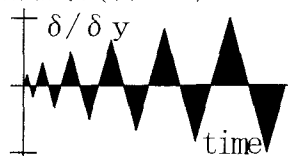


図3 載荷サイクル

割した方が最大強度後の耐力の劣化がうまく出ており、その他のモデルにおいても 6×12 分割で解析を行えば十分であったので以後はこの分割数で各解析を行った。

図5は、Type1～3それぞれについて最大変位 $7\delta_y$ まで与えたときの結果である。各 Type とも最大強度は変わらないものの、無補剛断面においては強度劣化が著しい。一方、十字型鋼材を有するモデルと縦リブのあるモデルは劣化勾配もあまりなく、ほぼ同じ挙動を示していることがわかる。また、十字型鋼材の高さは橋脚全体の変形モードを左右するため、この補剛材高さを全橋脚高さの20%、40%と変化させて解析を行った。なお、補剛材厚は補剛板の厚さとすべて等しくした。

図6はそれぞれ無補剛断面及び十字型鋼材を有する断面柱で、補剛材が全長の20%、40%のモデルにおいて、 $+7\delta_y$ 載荷時の変形モード図を示す。(a)は橋脚基部に生じた大きな局部変形モードが見てとれる。一方、十字型鋼材を有する形体でも、(b)の20%補剛では補剛のなくなる部分で局部座屈が生じているが、(c)の40%補剛では大きな局部変形は発生せず、補剛材と主部材が一体となって変形している様子がうかがえる。図7はType2に最大変位を $\pm 10\delta_y$ まで与えた時の水平荷重-水平変位である。最大強度以降の劣化勾配が緩やかであり、(c)のモードが出る場合は変形能が優れていることを表している。これは補剛材を有する橋脚基部で変形を先行させた場合、補剛材で拘束するためにその変形が高次のモードでの変形になることからその変形の抑制効果が生まれると考えられる。

なお、その他のパラメータ解析結果については当日発表予定である。

参考文献

- (1) 安波他：「少補剛コンパクト断面鋼製橋脚の耐震性評価」，橋梁と基礎，1998・4
- (2) 日本 MARC 株式会社：MARC, Manual Volume A-C
- (3) 上村博充：「補剛断面を有する鋼製橋脚の変形性能と耐震性評価に関する研究」，熊本大学修士論文，1997

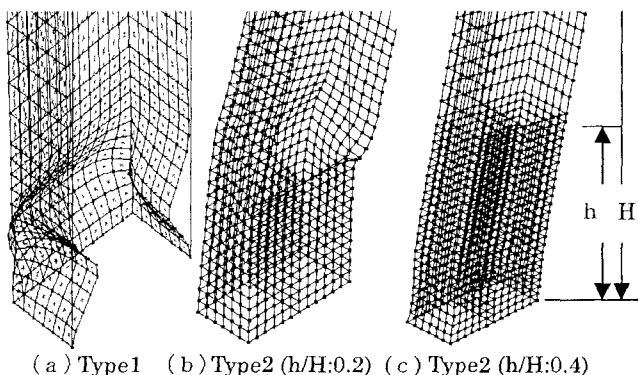


図6 変形モード図

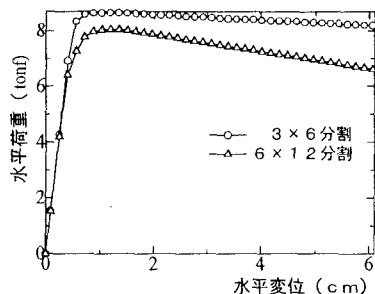


図4 荷重変位曲線

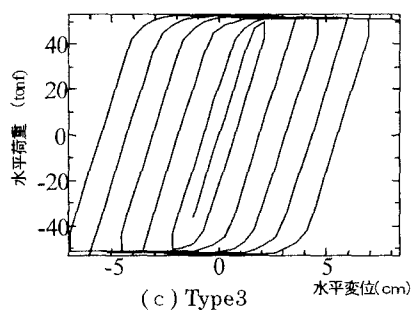
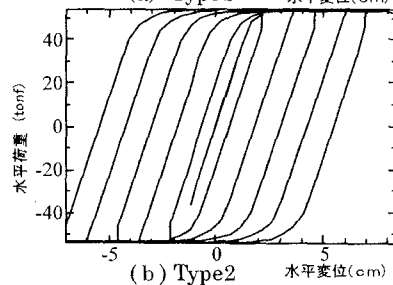
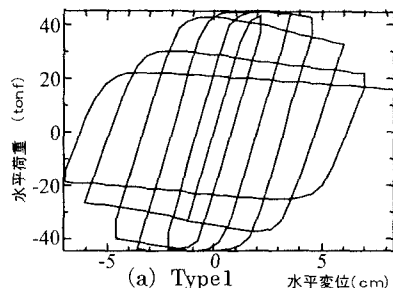


図5 荷重変位曲線

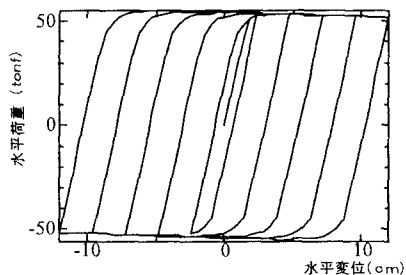


図7 荷重変位曲線