

I-A263 十字型補剛材を有する鋼製橋脚の変形能特性について

(株) 清水建設 正会員 ○小串正明

熊本大学 正会員 山尾敏孝

八代高専 正会員 岩坪 要

1. はじめに: 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. 解析の概要: 図3に示す断面について、それぞれ補剛板と板厚を等しくし、柱基部に十字型補剛を全長の20%、40%まで充填したものについて解析を行っている。

解析モデルの一例を図1に示す。橋脚天端部と荷重載荷点のモデル化は、天板の剛性が十分大きく断面が変形しないものとし、平面保持を仮定し、荷重載荷点とは剛体関係を持たせる。また、断面の座屈(破壊)モードを対称形に限定することにより解析モデルは水平荷重載荷軸を対称とする1/2断面モデルとし、対称条件を設定した。

3. 解析結果: 橋脚を想定した片持柱をモデルで耐震性評価の準備段階として構造の持つ基本的な荷重変形特性を調べるために上部構造重量を想定した一定の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ている。また、水平変位は降伏変位の7倍まで解析を行っている。

図4(a)に、KD1~KD4の各供試体の柱頭部における水平荷重と水平変位を、降伏水平荷重、対応する水平変位で無次元化した履歴曲線を示す。ただし、各供試体での最大水平荷重時を图中的▽印で表している。

図4(b)において、提案する十字補剛断面についての荷重-変位曲線を示す。まず、KD1-C40においては耐力力はKD1を12%下回っており、その時の水平変位は半分程度になっている。しかしKD1に見られるような極端な強度劣化は生じていない。さらに最大荷重直後の急

激な強度劣化がある。このような挙動を示す原因として考えられるのは、十字補剛材がなくなる境(供試体高さの40%より上)に図6(b)に示すような、座屈が生じていることである。KD1-C20においては、KD1-C40の耐力力を30%程度下回っておりその挙動が著しい。KD1と比較してみても、耐力力は39%も下回っている。しかし、それでも最大水平変位 $7\delta_y$ 時には

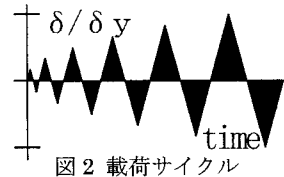


図2 載荷サイクル

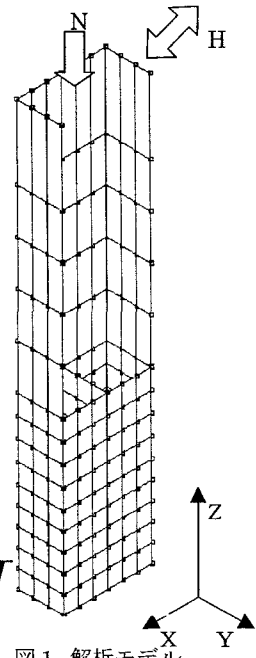


図1 解析モデル

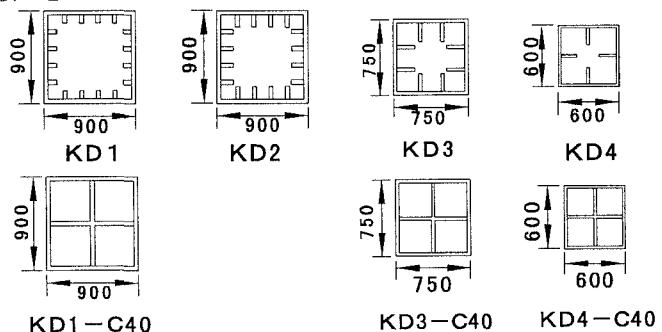


図3 断面形状 (単位 mm)

キーワード: 座屈・耐力力(柱)、座屈・耐力力(板)

連絡先〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科 Tel.096-342-3579 FAX096-342-3507

KD1 と同等の耐荷力を保持している。

KD3 - C40 は、KD3 と δ_m にさほど差はないものの、耐荷力を 14% 上回っておりその後の劣化を押えていることが伺える。しかし、KD3 - C20 においては、KD3 の最大耐荷力を 10% 下回っており、KD1 - C20 と良く似た挙動を示している。一方、KD4 - C40・KD4 - C20 は、両者とも KD4 と同じく、はっきりとした強度劣化を示しておらず、KD4 と比べ耐荷力は、KD4 - C20 は 14%、KD4 - C40 に至っては 20% の上昇が確認された。また、他の供試体で十字補剛の充填高さを 20% にすると著しい強度劣化が現れていたのに対し KD4 の断面においては 20% の充填高さでも十分であることが分かる。

図 5 (b) に KD1~KD4 のエネルギー吸収量を示しているが、いずれの供試体も変位の増大に伴い吸収エネルギーは増加し続け、その傾向は最大水平荷重(図中の▽印)を越えても継続し、水平荷重が H_y 相当に低下した付近で最大となっている。一方、それぞれに十字補剛を 40% 充填した場合については (a) に示す。また、(a) には KD シリーズにおいて最もエネルギー吸収能の優れている KD4 も載せている。水平変位 40mm 付近までは外形寸法の大きい順に吸収エネルギーが大きく、その点に関しては (b) と同様である。また、水平変位 50mm までは (b) のどのタイプともさほど差はない、しかし、水平変位 70mm 付近に着目してみると、(a) において最も吸収量の小さな KD1 - C40 でも KD4 以上の吸収能を保持している。KD3 - C40、KD4 - C40 に至っては、それ以降のエネルギー吸収の増加量が (b) でその最大であった KD2 と同程度の吸収能を示しており、70mm 以降の KD2 に見られたエネルギー吸収能の低下を起こさない挙動を示していることが分かる。

5. 結論：最適な充填高さまで十字補剛を充填することで橋脚基部に座屈を生じつつ、高次のモードで抵抗する。そのため、応力の集中を防ぎ、変形の進行抑制効果が生まれ、その結果、エネルギー吸収量などの変形性能の大幅な改善を可能とする。

(参考文献)

- 1) 安波博道他：「少補剛コンパクト断面鋼製橋脚の耐震性能評価」橋梁と基礎、98 - 4
- 2) 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」熊本大学大学院 修士論文、1997

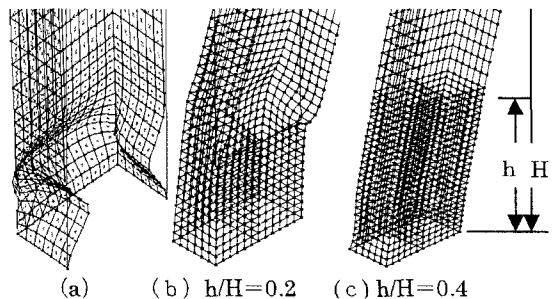
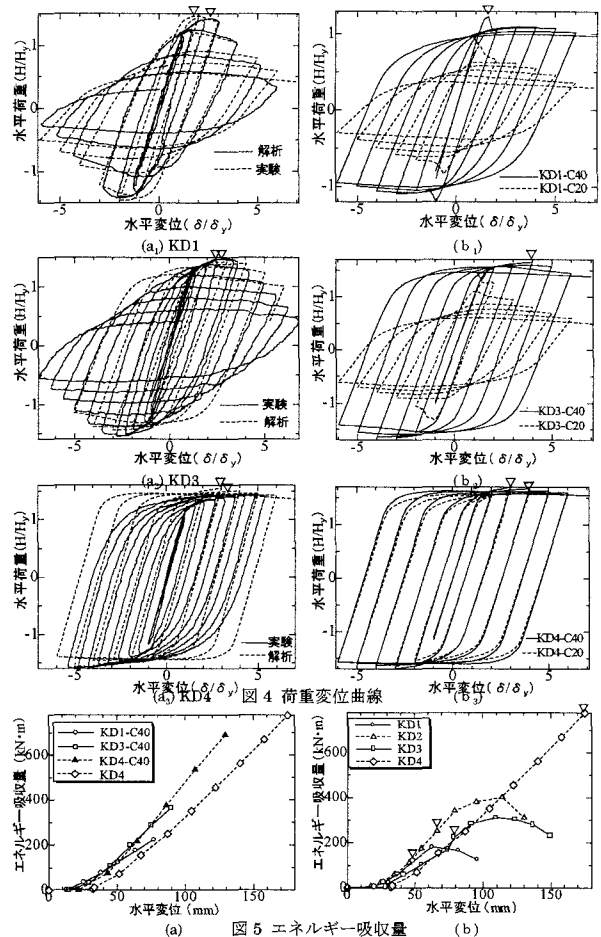


図 6 変形モード