

I - A264 十字型補剛材を有する鋼製橋脚の変形能に関する実験

八代高専 正会員 岩坪 要
 熊本大学工学部 山室孝幸
 清水建設（株） 正会員 小串正明
 熊本大学工学部 正会員 山尾敏孝

1. まえがき 十字型補剛材を有する鋼製橋脚の耐震性を検討するため、無補剛、リブ一本補剛、及び十字型補剛の3種類の箱型正方形断面片持ち柱を製作し、上部構造を想定した鉛直一定軸力と地震力を想定した変位制御による水平荷重を準静的に繰返し载荷する基礎的な実験を行い、十字補剛断面の耐荷力及び変形を調べた。無補剛及びリブ一本補剛供試体では局部座屈が供試体の柱基部で起こり、その後崩壊に至ることが明らかになった。十字補剛断面については補剛の高さの20%,40%の2体を製作し実験を行った結果、補剛材の高さの違いによる終局強度や靱性に与える影響を明らかにした。

2. 実験概要

(1) 供試体 十字型補剛材を有する橋脚についての研究はほとんどないため、文献1)の研究を参考にして、実橋脚の約1/10程度をめやすにして設計した。橋脚の断面形状として図1に示すような無補剛箱形断面をN型とし基準モデルとした。リブ一本補剛断面形状をS型とし、今回新たな補剛法として図に示すような十字型をした補剛断面をC型とした。又、十字補剛材が高さの20%まで入っているのをC-20、40%までのをC-40として補剛高さを変化させ、計5体供試体を製作し実験を行った。

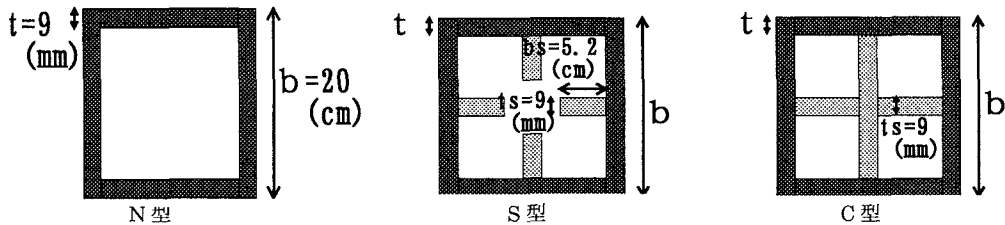


図1 断面形状

鋼種は、実橋脚に多用されているSM490Y材を使用した。SM490Yについては9mm以下が製作されておらず、一方試験機の最大载荷容量(50tf)、最大水平変位(10cm)という制限及び実験装置等の制約より、板厚 t を9mm、高さ94cmとした。十字補剛断面は、今まで例がないため補剛法の違いだけで変形性能を検討することにし、全幅 b (20cm)、板厚 t (9mm)、を統一した。ダイヤフラムは柱基部から板幅と同じ20cmの間隔で入れており、供試体形状を図2に示す。荷重条件は、一定鉛直荷重の下で柱上端部に単調増大水平荷重または繰返し水平荷重が作用する条件で行い、鉛直荷重の大きさを供試体の全断面降伏軸力 P_y を基に定めた。

(2) 溶接方法 十字型箱形断面の4隅の溶接はレ先開先のグループ溶接(外からのみ)とした。内部の補剛材との溶接を考えてC面、D面を2枚に分け、A面からB面へ順に溶接した。図3に詳細に示す。他の供試体の溶接は、十字型補剛と同じく隅肉とした。

なお、残留応力の測定は行っていない。

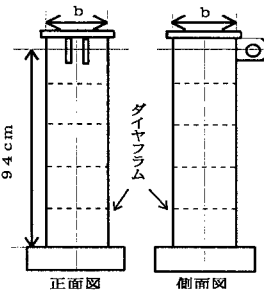


図2 断面形状

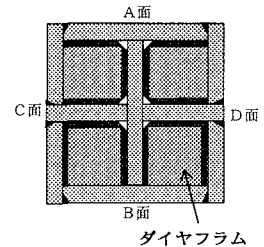


図3 十字型の溶接状況

キーワード：十字型補剛、鋼製橋脚、繰返し载荷、靱性

連絡先：〒860-8555 熊本大学工学部環境システム工学科 TEL: 096-342-3533 FAX: 096-342-3507

3) 実験装置と荷重方法 図4に実験装置を示す。まずフレームから吊るしたサーボ試験機によって一定軸力 V を荷重制御により与え、反力壁に設置したサーボ試験機によって供試体頂部に水平変位を变位制御により与える。荷重は軸力の15%を荷重し、水平荷重 H は各供試体の水平変位で与え、水平変位は降伏変位 δ_y の ± 1 倍、 ± 2 倍、 ± 3 倍…と一回繰り返して荷重していく。繰返し荷重の場合の荷重法を図5に示す。

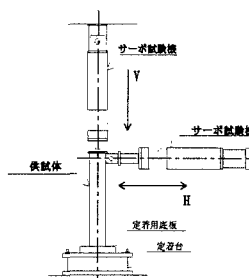


図4 実験装置

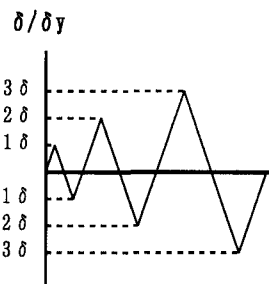


図5 繰返し荷重の方法

3. 実験結果および考察

(1) 供試体の破壊状況 履歴曲線を図6～図9に示す。縦軸に水平荷重 H 、横軸に水平変位 δ をとり、それぞれを水平降伏荷重 H_y 、水平降伏変位 δ_y で無次元化したものである。4体の供試体は厚肉であったため全体的に靱性に優れており、降伏変位の6倍程度の範囲までは劣化勾配は認められない。N型供試体、C-20型供試体は共に角で溶接割れを起こしており、それぞれ $+8\delta$ の頂点、 $+11\delta$ の途中であった。S型供試体、C-40型供試体はそれぞれ $+11\delta$ 、 $+9\delta$ でベースプレートとの境界で母材クラックを起こして耐荷力の低下を招いた。供試体の剛性が影響を及ぼし、基部に集中して作用した。十字補剛の補剛材高さを決めるには、幅厚比によって変える必要がある。

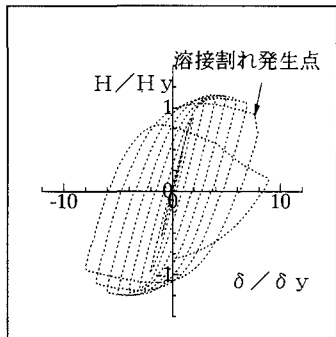


図6 N型供試体履歴曲線

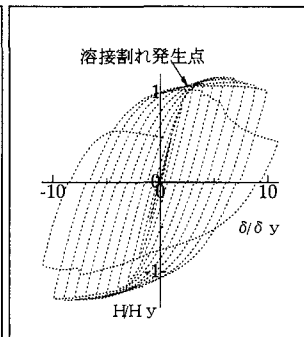


図7 S型供試体履歴曲線

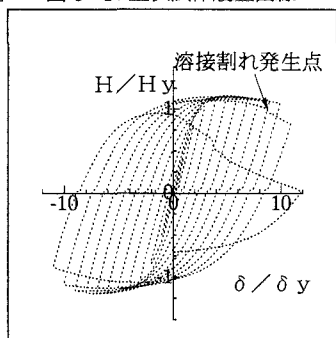


図8 C-20型供試体履歴曲線

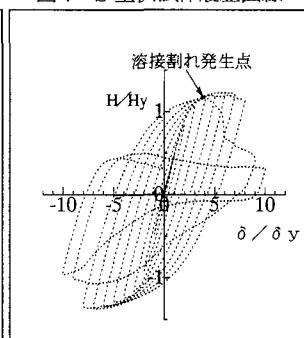


図9 C-40型供試体履歴曲線

(2) 包絡線 図10に4体の供試体の包絡線を示す。S型和C-20型はまったく同じ挙動を示しており、補剛材の体積はS型が 1701cm^3 、C-20型が 583.1cm^3 とほぼ $1/3$ になっており、材料費の観点からみると十字補剛断面は有効であると言える。

(3) まとめ 今回提案した十字補剛断面は、耐荷力、靱性に優れた断面形状であったと考えられる。十字補剛断面は、柱基部と補剛材の切れ目の2箇所を面として力が全体に分散しており、より強度と変形性能の向上が認められる。しかも、補剛材高さが橋脚の40%程度であるならば、溶接箇所的大幅削減となり経済性にも優れていると言える。今回の実験供試体は十分に厚肉のものであるため、薄肉供試体でも有効であるか確認する必要がある、幅厚比との関係が重要となる

参考文献

富永知徳、安波博道：「厚肉小補剛断面を有する鋼製橋脚の変形能に関する研究」構造工学論文集

vol. 4, 1995

上村博允：十字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

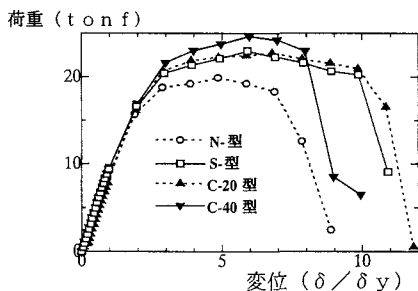


図10 包絡線