

十字型補剛材を用いた鋼製橋脚の繰返し挙動特性について

熊本大学 学生員 ○原岡雅史 清水建設 正 員 桐野三郎
 熊本大学 学生員 興相和幸 熊本大学 正 員 山尾敏孝、宮崎靖男

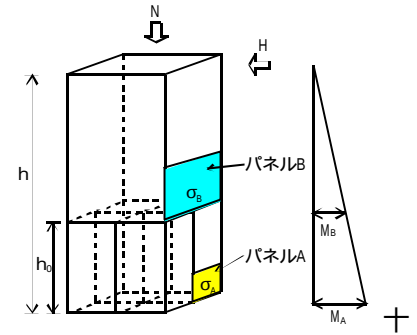
1. まえがき

著者らは、鋼製橋脚の基部に十字型補剛材をある高さまで入れることにより、コンクリート部分充填した橋脚と同等以上の強度と変形能があることを明らかにしてきた¹⁾。本研究では十字型補剛材の高さを決定する方法を提示し、この方法の有効性を含めて、鉛直一定荷重と地震力を想定した水平荷重をくり返し载荷する実験及び解析を行なった。特に、従来形の無補剛、リブ1本補剛及びコンクリート充填橋脚と変形能を比較しながら、十字型補剛の変形能特性や十字型補剛材高さの設定方法の妥当性を検討したものである。なお、解析には汎用解析プログラムMARCを使用した²⁾。

2. 供試体の設計と実験及び解析の概要

提案する十字型補剛材を有する橋脚は、図 - 1 に示すように板を十字型に組んで所定の高さまで配置することによって、基部付近に生じると思われる局部座屈強度を上昇させ、靱性を大きくすることを目的としたものである。十字型補剛材の高さ h_0 は、基部を十字型に区切ることにより、区切られた箱のパネル A の局部座屈強度を σ_A 、十字型補剛材が無くなるすぐ上の部分のパネル B の座屈強度 σ_B として求め、両者の強度が等しくなるよう決定した。実験供試体は図 - 2 で示すように無補剛(NS)、リブ1本補剛(SS)、十字型断面(CS)の3断面とした。なお、リブ1本補剛にはコンクリートを部分充填した断面(RC)も比較のため製作した。鋼種はSS400 鋼を用い、母材の板厚を変えて計8体の供試体を製作した。表 - 1 に供試体寸法を示す。表中の記号の説明は、供試体名は断面形状と板厚を表し、 t_s は補剛材の板厚で母材の板厚と同じである。 b_s は補剛材の高さ、 h_0 はRC供試体ではコンクリート充填高さを、十字型供試体では十字型補剛材の高さを表す。 R_r は幅厚比パラメータである。断面の幅 $B(=200\text{mm})$ 及び高さ $h(=940\text{mm})$ は全ての供試体で同じとした。

図 - 3 载荷装置で、2機のサーボ試験機を使って、橋梁の上部工重量を想定した鉛直荷重(全断面降伏荷重の15%)を荷



十字型補剛橋脚 M 図

図 - 1 十字型補剛橋脚の設計

表 - 1 供試体寸法

供試体名	$t = t_s(\text{mm})$	$b_s(\text{mm})$	$h_0(\text{mm})$	R_r
NS - 6	6	・	・	0.59
SS - 6		39	・	0.3
RC - 6		39	282	0.3
CS - 6		・	367	・
NS - 9	9	・	・	0.39
SS - 9		52	・	0.2
RC - 9		52	282	0.2
CS - 9		・	197	・

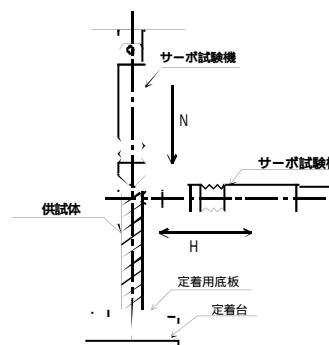


図 - 3 载荷装置

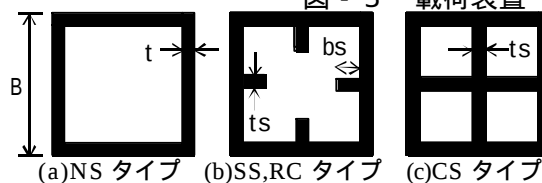


図 - 2 断面形状

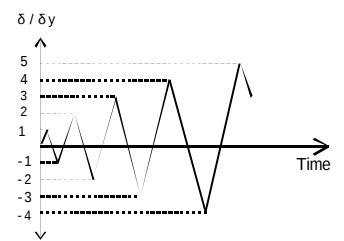


図 - 4 载荷サイクル

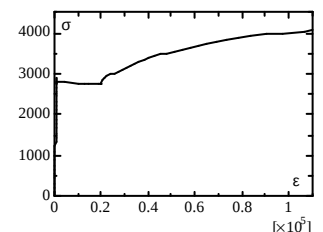


図 - 5 応力 - ひずみ関係

キーワード：鋼製橋脚、十字型補剛材、繰返し载荷、幅厚比パラメータ、局部座屈強度

連絡先：〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科 096-342-3533

重制御により、地震力を想定した繰り返し漸増水平変位を変位制御により与える繰り返し漸増水平変位は図 - 4

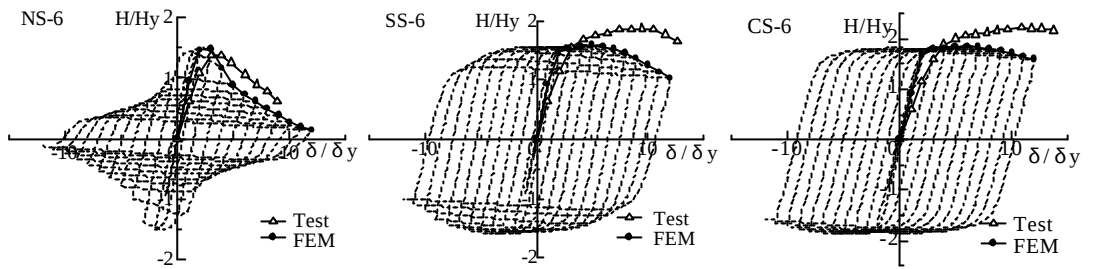


図 - 6 荷重 - 変位履歴曲線

で示すように与えた。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である。

解析に使用したモデルは水平荷重載荷方向を含む鉛直面を対称面とした全体の 1/2 モデルを用いた。要素分割については文献 1) を参考に分割し、残留応力と初期たわみにつ

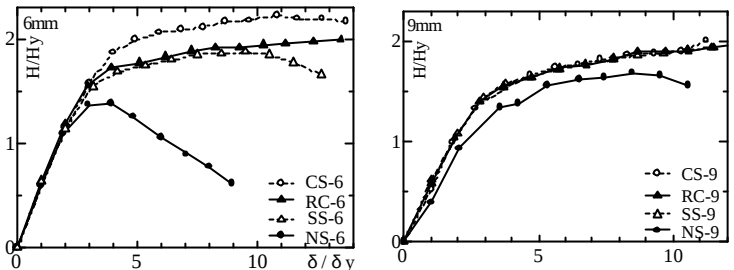


図 - 7 包絡線 (実験)

いては、繰り返し履歴挙動に対する影響は小さいと考え無視した。応力 - ひずみ関係は引張試験の結果よりマルチリニアでモデル化した (図 - 5)。

3. 実験及び解析結果と考察

図 - 6 は、板厚 6mm シリーズについて最大変位 $12\delta_y$ まで与えたときの荷重 - 変位履歴曲線である。図 - 7 は全供試体の実験結果の包絡線である。今回用いた供試体の幅厚比パラメータ R_r は、NS-6 除き 0.5 より小さい供試体で、かつ角部で脆性破壊が生じないよう十分な溶け込み溶接した結果、変形能は非常に大きくなり、 R_r が 0.3 以下では $10\delta_y$ までは強度低下が見られなかった。また、全供試体とも SS400 の材料で製作したが角部での脆性破壊の現象は生じなかったことも、強度劣化が少なく変形能が大きくなった要因と考えられる。CS-6 と CS-9 の十字型補剛材の補剛効果は、 $12 \sim 14\delta_y$ まで達しても強度劣化はなく、最大強度上昇の程度や変形能特性がコンクリートの部分充填の場合と非常に似ていることがわかる。つまり十字型補剛材による補剛効果がコンクリート部分充填と同等以上であることが確認された。

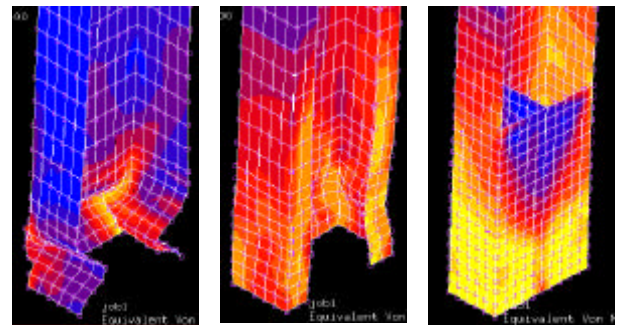


図 - 8 変形モード・応力分布

図 - 8 はそれぞれのモデルにおいて、 $-12\delta_y$ 載荷時の変形モードと応力分布図を示す。図の明るい部分に大きな応力が作用していることを表している。図 (a) の無補剛断面の場合、基部に生じた大きな局部変形モードが生じており応力も集中している。また (b) の縦リブ一本補剛断面では、基部に若干の局部座屈を起こしていることがわかる。しかし (c) の十字補剛断面では、大きな局部変形は生じていない。これは、母材の変形を補剛材で拘束するために幅厚比が小さくなり座屈強度が上昇し、変形の進行抑制効果が生まれると考えられる。今回、基部の板の座屈強度と補剛材が無くなる位置での板の座屈強度が等しくなる様に補剛材高さを決定したが、図を見ても分かるように、明るい部分が基部から十字型補剛材が無くなる部分の広範囲にわたって広がって、全体で抵抗している様子が伺えることから、補剛材高さ決定の妥当性や補剛効果が示されたと思われる。

図 - 8 はそれぞれのモデルにおいて、 $-12\delta_y$ 載荷時の変形モードと応力分布図を示す。図の明るい部分に大きな応力が作用していることを表している。図 (a) の無補剛断面の場合、基部に生じた大きな局部変形モードが生じており応力も集中している。また (b) の縦リブ一本補剛断面では、基部に若干の局部座屈を起こしていることがわかる。しかし (c) の十字補剛断面では、大きな局部変形は生じていない。これは、母材の変形を補剛材で拘束するために幅厚比が小さくなり座屈強度が上昇し、変形の進行抑制効果が生まれると考えられる。今回、基部の板の座屈強度と補剛材が無くなる位置での板の座屈強度が等しくなる様に補剛材高さを決定したが、図を見ても分かるように、明るい部分が基部から十字型補剛材が無くなる部分の広範囲にわたって広がって、全体で抵抗している様子が伺えることから、補剛材高さ決定の妥当性や補剛効果が示されたと思われる。

参考文献

- 1) 小串正明、山尾敏孝、岩坪要：「十字型補剛材を有する鋼製橋脚の変形能特性について」土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集， - A，1999.9
- 2) 日本 MARC (株): MARC, Manual Volume A - C