

十字型補剛材を有する鋼製橋脚の耐震特性について

熊本大学 学生員 ○原岡雅史 熊本大学 学生員 桐野三郎
熊本大学 学生員 興梠和幸 熊本大学 正 員 山尾敏孝

1. はじめに

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、別途並行して行った実験結果と比較検討しながら、提案する橋脚の耐震特性について述べるものである。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さ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。図-1の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、4つの箱に分けられることから、区切られた箱の局部座屈強度を σ_A とし、十字型補剛剤が無くなるすぐ上の部分の板の座屈強度 σ_B を幅厚比を絡めて求め、両者の強度が等しくなるよう決定した。

解析対象は別途行われた³⁾実験供試体とし、図-3に示すような、無補剛断面、リブ一本補剛断面、十字補剛断面を用いた。供試体高さ h は94cm、全幅 B は20cm、 Rr は幅厚比パラメータである。解析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)を参考に分割した。残留応力と初期たわみについては、繰り返し履歴挙動に対する影響は小さいと考え、これを無視した。鋼種はSS400鋼を用い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-4)。

載荷方法は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%)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。漸増水平変位は図-5で示すように変位制御で与え、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。

3. 解析結果及び考察

図-6は、各モデルについて最大変位 $12\delta_y$ まで与えたときの荷重-変位履歴曲線である。破線は実験結果を示す。

(a)の無補剛断面においては、最大強度も低く、その後

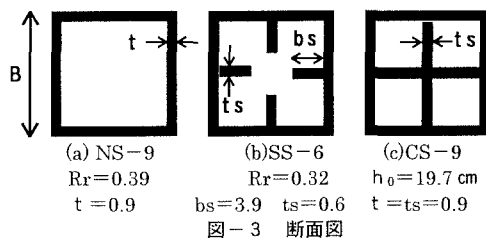


図-3 断面図

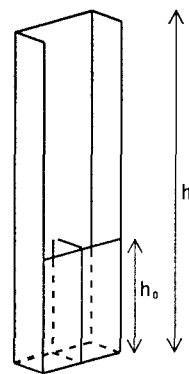


図-1 十字補剛モデル

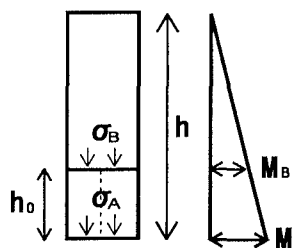


図-2 曲げモーメント分布

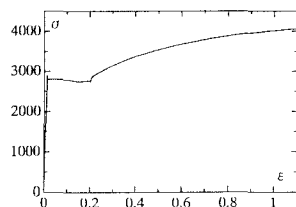


図-4 応力ひずみ関係

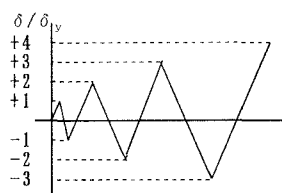


図-5 載荷方法

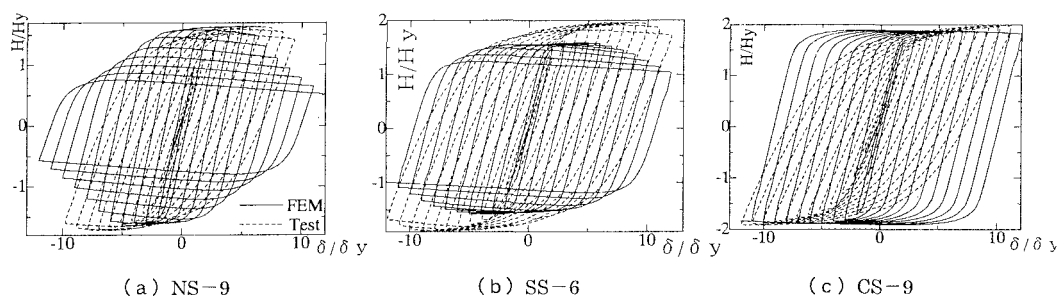


図-6 荷重-変位履歴曲線

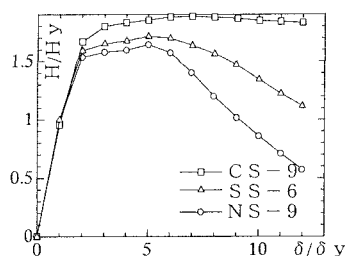


図-7 包絡線 (FEM)

の強度劣化も著しい。また、(b)の縦リブ一本補剛断面では、最大強度は無補剛断面とあまり変わりはないが、その後の劣化勾配は無補剛断面ほどではないものの、 $6\delta_y$ あたりから強度が落ちてきている事がわかる。一方、(c)の十字型補剛断面においては、他の二つの断面よりも最大強度が高く、その後の劣化勾配もあまりみられずに安定しており靱性に優れているといえる。

図-7は解析結果の包絡線を示したものである。今回無補剛断面に $h_0=19.7\text{cm}$ の高さまで十字型を入れたが、十字型補剛橋脚の安定した挙動が見てとれる。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。どちらのモデルにおいても基部から上部までの断面形状が一樣であるため、応力が基部に集中しているということが図から見てとれる。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、基部の応力と補剛材が無くなる位置での応力が等しくなる様に設計したが、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いるの状態が示されており補剛高さ決定の妥当性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、I-A、1999.9
- 2) 日本MARC(株)：MARC, Manual Volume A-C
- 3) 興梠和幸：「十字型補剛材を有する鋼製橋脚の繰返し挙動実験」西部支部研究発表会 2000.3