

鋼製橋脚における十字型補剛壁の補剛効果の評価

熊本大学 学生員 森 守正 熊本大学 学生員 松村 新也・原岡 雅史
 熊本大学 正 員 山尾 敏孝 八代高専 正 員 岩坪 要

1. まえがき： 著者らは、基部付近に十字型の補剛壁を組み込んだ鋼製橋脚が、強度や変形能の点でコンクリート部分充填橋脚と同等またはそれ以上の耐震性能があることを報告してきた¹⁾。しかしながら、内部の十字補剛壁自体の挙動や橋脚の母材と十字補剛壁との関係については十分に解明されていなかった。そこで本研究では、まず十字補剛壁部分を対象とした耐荷力解析を行ってその強度と挙動について明らかにした。次に橋脚全体を対象とした解析を行い橋脚母材との関連性を調べた。なお、解析には汎用解析プログラム MARC²⁾を使用した。

2. 解析概要： 図-1のように、十字補剛壁を有する鋼製橋脚に水平力が作用すると、補剛壁の自由端に曲げが作用する。そこで、図-2に示すように補剛壁を取り出して、これに曲げを作用させてこの板の挙動について調べた。補剛壁の幅 b_s を100cmと定め、高さ a_s を100cm、200cm、つまりアスペクト比 $a_s/b_s=1.0, 2.0$ と固定し、板厚 t_s を1.0cm~2.5cmの間で変化させた。なお、補剛壁の幅厚比パラメータ R_c を式(1)で定義すると、 R_c の範囲は0.712~1.78である。

$$R_c = \frac{b_s}{t_s} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{4\pi^2}} \dots (1)$$

解析モデルの境界条件は図-3に示すが、S.Sは単純支持、F.Sは固定端である。要素分割については板幅方向を10分割と定めた上で要素の縦と横の長さの比が1.0になるように高さ方向に分割した。

初期不整については、初期たわみを図-4に示すように板幅方向に半波の正弦波形を、高さ方向には1/4波の正弦波形を与えた。初期たわみ波形を半波で与えた場合の最大値 $\delta_{\max}$ は、図中に示す式で仮定した。なお、残留応力については考慮していない。

載荷方法は図-3に示すように、モーメント荷重を節点荷重の三角形分布とみなして節点変位を与え、その反力として求めた。また、板の曲率 ϕ は $\phi=2\theta/b_s$ として用いた。

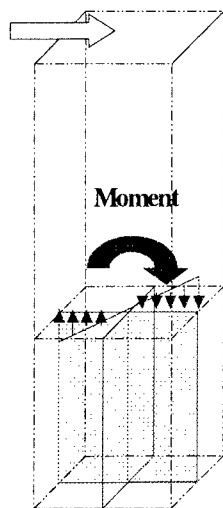


図-1 橋脚内の補剛壁に作用する力

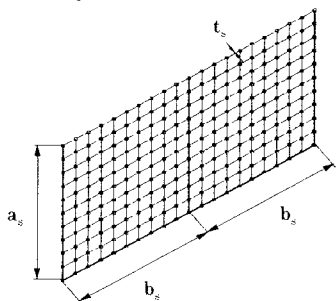


図-2 十字補剛壁解析モデル

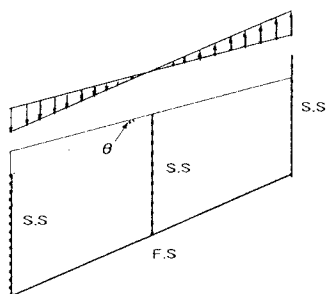


図-3 作用荷重と境界条件

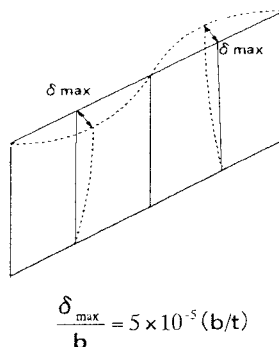


図-4 初期たわみ

鋼材の応力-ひずみ関係は、ここでは板の強度が最大強度に達する状態までを考えるのでひずみ硬化は考えなかった。鋼種はSS400、材料諸元はヤング係数 $E=200\text{GPa}$ 、降伏応力 $\sigma_y=235\text{MPa}$ とした。

3. 解析結果及び考察： 図-5はアスペクト比が1.0、2.0の場合の $M/M_y-\phi/\phi_y$ 曲線である。ここで M_y , ϕ_y は板の降伏曲げモーメント及び降伏曲率である。両者を比較してみても大きな違いはなく、共に強度がピークに達した後の劣化勾配はゆるやかである。また、幅厚比パラメータ R_c が小さいほどピーク以降の強度の低下が大きい、最終的にはほとんど等しい強度となる。今回のアスペクト比の範囲では板の曲げ強度及び挙動にはあまり影響しないと見られる。

図-6は幅厚比パラメータが1.78で、アスペクト比 a_s/b_s が1.0と2.0のモデルの終局状態での変形状況を示した図である。最も大きな圧縮荷重が作用する端部を中心に大きな面外変形が見られる。両者の変形状況に大きな違いは見られなかった。

図-7は、最大強度 M_u/M_y と幅厚比パラメータ R_c の関係を示したものである。これによると $R_c=1.78$ でも M_u/M_y が1より大きくなっている事がわかる。また、図-8は最も大きな圧縮荷重が作用するモデル端部（●印部分）の要素における局部応力度 σ_u/σ_y と幅厚比パラメータ R_c との関係を示している。図より局部応力度 σ_u/σ_y は幅厚比パラメータが大きくなると1以下になり、早期に部分降伏している事が分かる。

以上の結果より十字補剛壁の幅厚比パラメータ R_c と曲げ強度の関係が明らかにされたので、これらの補剛壁を橋脚に用いた場合の全体挙動についての解析を行って調べた。詳細については発表当日に報告する予定である。

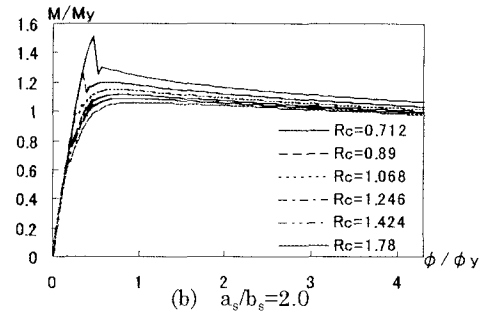
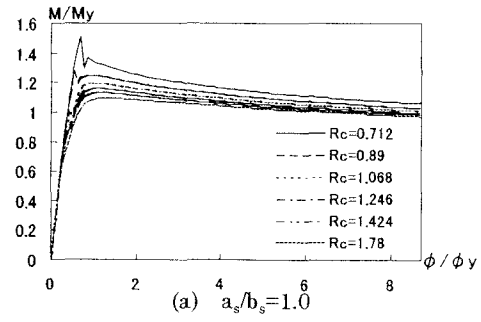


図-5 M- ϕ 曲線

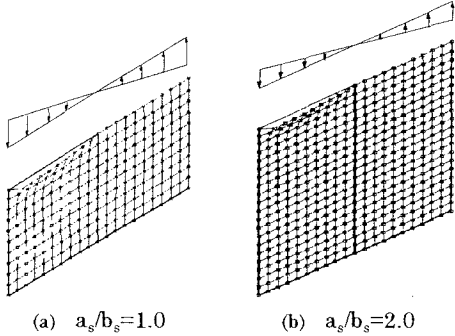


図-6 変形図

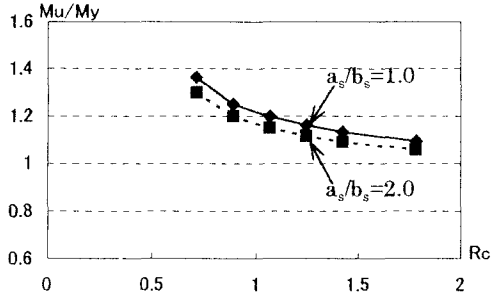


図-7 M_u と R_c の関係

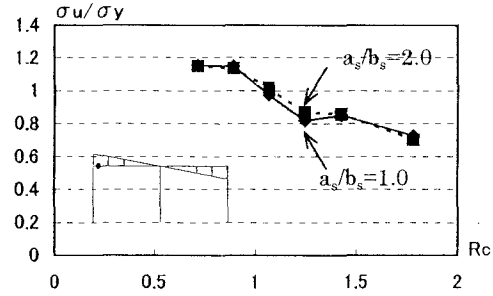


図-8 σ_u と R_c の関係

参考文献

- 1) 小串ら：十字型補剛材を有する鋼製橋脚の変形能特性とその評価法に関する研究、土木学会第54回年次学術講演会梗概集、1999、9
- 2) 日本マーク株式会社：MARC Users Manual Vol.A-E、1997