

十字型補剛鋼製橋脚の変形性能と幅厚比パラメータ R_F の関係

熊本大学自然科学研究科 学生員 松村 新也, 竹中土木 森 守正
 熊本大学 正員 山尾 敏孝, 熊本大学自然科学研究科 学生員 王 占飛

1.はじめに:鋼製橋脚の耐震性能を向上させるには,基部の局部変形の発生防止または局部変形の進展の遅延が効果的である。発表者らは,鋼製橋脚の耐震性能を向上させる一方法として基部に鋼板を十字型に組んだ補剛壁を持つ橋脚を提案している^{1),2)}。既往の研究では,十字型補剛された鋼製橋脚母材の補剛材間幅厚比パラメータ R_R と耐震性能の関係に着目しているが,十字型補剛された鋼製橋脚の母材の全体幅厚比パラメータ R_F との関係については明らかではない。本発表では,母材の R_R を一定にし,補剛材本数を変化させることで R_F を変化させ,十字型補剛された鋼製橋脚の変形性能と R_F の関係について解析的に検討した。

2.全体解析モデルと概要:解析モデルの全体図を図1に示す。モデルの高さ h は9000mm,細長比パラメータ $\bar{\lambda}$ は $\bar{\lambda} = 0.20$ である。橋脚基部を完全固定とし,橋脚頂部に全断面降伏荷重の15%となる一定軸力 N を与えた後,水平方向正負交番の強制変位 H を静的に与えた。十字型補剛壁の最適な高さ h_0 は式(1)で求めた。解析モデルの断面形状を図3に示す。上段は従来型補剛断面,下段は十字型補剛断面を示している。式(2)で定義した母材の幅厚比パラメータ R_R を $R_R=0.53$ と固定し,縦リブ補剛材本数を変化させて R_F を変化させた。なお R_F は式(3)で与えた。補

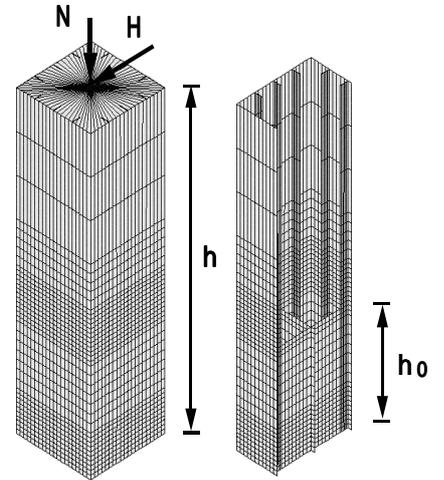


図1 解析モデル全体図

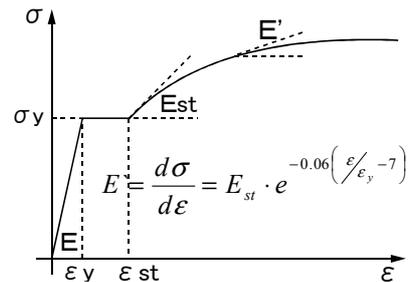


図2 応力 ひずみ曲線

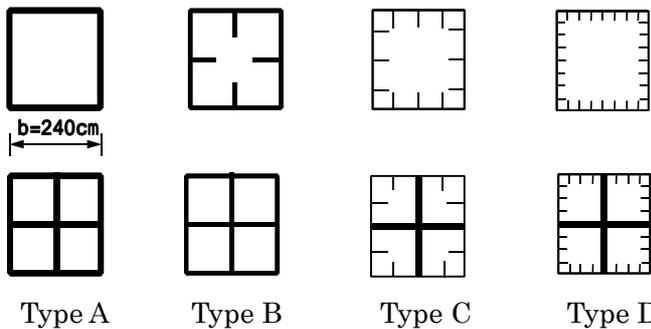


図3 解析モデル断面図

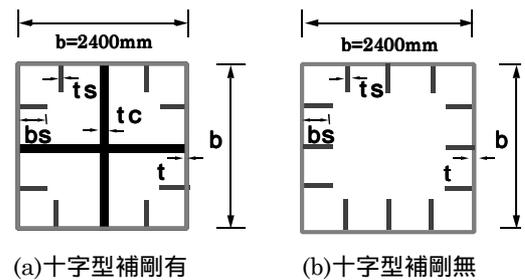


図4 Type C 断面詳細図

表1 解析モデル諸元

モデル名	$t=t_c$ (mm)	t_c (mm)	R_F	h_c (mm)
NA-0	100	-	-	-
CA-0	100	100	-	3240
NB-028	50	-	0.28	-
CB-028	50	50	0.28	2830
NC-043	20	-	0.43	-
CC-043	20	20	0.43	3200
ND-048	13	-	0.48	-
CD-048	13	13	0.48	2900

$$\frac{h_0}{h} = 1.0 - \frac{I_B}{I_A} \frac{\sigma_{uB}}{\sigma_{uA}} \quad (1)$$

$$R_R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{k_R \pi^2}} \quad (2) \quad R_F = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{k_F \pi^2}} \quad (3)$$

h_c :十字型補剛壁高さ, h :橋脚高さ, I_A :橋脚基部の断面2次モーメント, I_B :十字型補剛壁直上の断面2次モーメント, σ_{uA} :橋脚基部断面の終局応力度, σ_{uB} :十字型補剛壁直上断面の終局応力度, b :橋脚の幅, t :母材の板厚, ν :ポアソン比, k_R,k_F :座屈係数

キーワード:十字型補剛壁,変形性能,幅厚比パラメータ

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,電話 096-342-3533,FAX096-342-3507

剛材厚と十字型補剛壁厚は同じとした。使用した解析モデル名、板厚等の諸元をまとめて表 1 に示す。ここでモデル名先頭文字の N は十字補剛なし、C は十字補剛ありを示している。また、Type C を例にとり十字型補剛壁の位置関係を図 4 に示す。鋼材は SM490、降伏応力 $\sigma_y = 355\text{N/mm}^2$ 、ヤング率 $E = 208\text{kN/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ とし、応力-ひずみ関係を図 2 に示す曲線で定義した。解析には汎用プログラム MARC³⁾を用いた。

3. 解析結果及び考察: 荷重-変位履歴曲線の例として、CA-0 と NA-0 の履歴を

図 5 に示す。厚肉母材の場合では、十字型補剛壁が効果的にはたらいっていることがわかる。図 6 には全モデルの荷重-変位履歴曲線の包絡線を示す。水平荷重と水平変位は、それぞれ降伏荷重と降伏変位で除して無次元化した。図 6 の(a)は十字型補剛壁が無い場合で、(b)はある場合である。

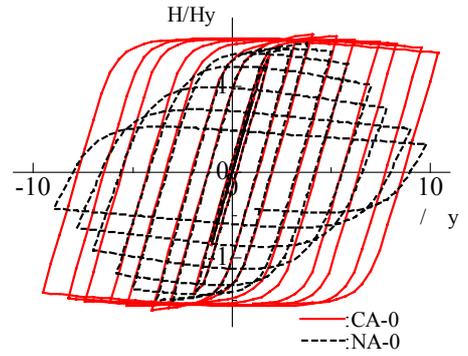


図 5 荷重-変位履歴曲線の例

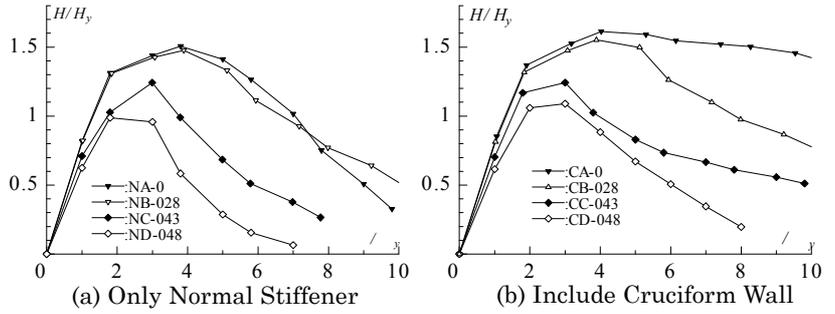


図 6 解析モデル包絡線

十字型補剛壁が無いモデルについては、母材厚が大きく、 R_F が小さい NA-0、NB-0 は、ある程度の変形性能が確認できるが、NC-043、ND-048 については最大強度以降、劣化勾配が著しく進んで早期に崩壊し変形性能が乏しい。一方、図 6(b)に示すように十字型補剛壁がある CA-0 と CB-028 は最大強度に至った後、劣化勾配が緩やかになり変形性能の向上がみとめられたが、モデル CC-043、と CD-048 では十字型補剛壁による変形性能の大きな改良は見られなかった。

解析したモデルの包絡線結果から式(4)で塑性率を求め、 R_F と変形性能との関係について検討した。

$$\mu_{0.95} = \frac{0.95}{y} \quad (4)$$

$\mu_{0.95}$: 95%劣化点における塑性率
 0.95 : 95%劣化点の水平変位
 y : 降伏水平変位

R_F と最大強度の関係を図 7 に示す。十字型補剛壁の有無に関わらず、 R_F が小さくなることで最大強度も向上しており、両者の差は小さい。このことから十字型補剛壁により強度が上昇する影響は小さいと考えられる。 R_F と $\mu_{0.95}$ の関係を図 8 に示す。なおモデル NA-0、CA-0 の R_F を参考値として図中に示した。十字型補剛の有無に関わらず R_F が小さくなると塑性率が大きくなっている。特に、十字型補剛壁が無いモデルの場合に比べて、十字型補剛壁がある場合の方が R_F が小さいとき塑性率に大きくなる結果が確認された。今回の解析したモデルの結果より $R_F = 0.28$ 以下となるモデルに十字型補剛を施せば、十分な変形性能が得られることが分かった。

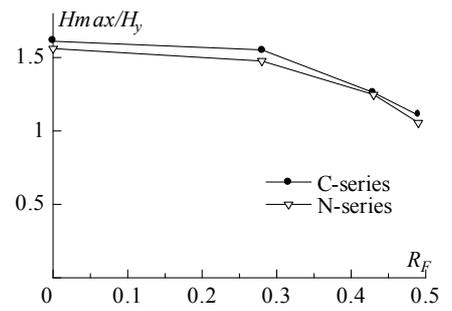


図 7 最大強度と R_F の関係

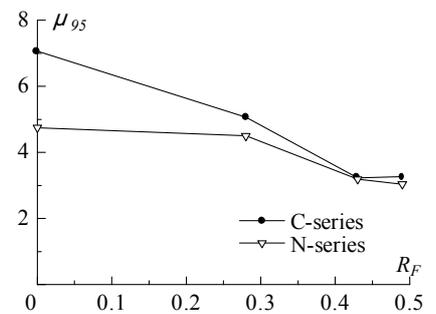


図 8 塑性率と R_F の関係

以上より、今回の結果では十字型補剛壁は強度の上昇に大きくは影響しないこと。 R_F が 0.28 より小さい場合に、十字型補剛の効果が顕著となり、変形性能の向上に大きく影響することが確認された。また鋼製橋脚の補剛に十字型補剛壁を用いる場合に R_F の大きさを検討する必要があることが分かった。

参考文献: 1)松村 新也他:比較的な幅厚比の大きい補剛断面形状からなる十字型補剛壁を有する鋼製橋脚の変形性能特性,構造材料論文集,2002.12, 2)森 守正:十字型補剛壁を有する鋼製橋脚の非線形動的解析に関する研究, 熊本大学修士論文 2003.3, 3)日本 MARC 株式会社: MARC Manual Volume A-F