

I - A69

円形断面鋼製橋脚の縦方向補剛材による最適補強

大林組 正会員 坂平佳久 京都大学工学研究科 フェロー 渡邊英一
 京都大学工学研究科 正会員 杉浦邦征 阪神高速道路公団 正会員 堀江佳平

1. 研究目的

兵庫県南部地震では、橋梁構造物に大きな被害が発生し、比較的じん性の高いとされてきた鋼製橋脚にも多くの損傷があり、特に円形断面鋼製橋脚の損傷が著しかった¹⁾。したがって、新設橋脚の耐震設計や既設橋脚の耐震補強のため、鋼製橋脚の載荷実験が数多く実施されている。しかし補剛法に関しては、あまり行われておらず、解析的検討も極めて少ない。

円形断面の場合、圧縮を受ける薄板要素に応力勾配があるため、箱型断面の補剛板のように補剛材の必要剛比に相当するパラメータは求めにくい。本研究では、鋼製橋脚の耐震性を考慮した合理的設計のため、部材寸法と強度・変形性能との関係を、弾塑性有限変位解析とニューラルネットワークを用いて評価する。

2. 解析方法およびモデルの設定

縦方向補剛材により補強した円形断面鋼製橋脚の弾塑性有限解析は、汎用プログラム ABAQUS²⁾ を使用した。解析モデルを Fig.1 に示す。本研究では、局部座屈の影響を考慮に入れるためシェル要素には厚さ方向の層分割ができる要素を用いた。構成則としては等方硬化則、材料定数は単調載荷引張試験の応力-ひずみ曲線を区分線形式で定義し、真応力-対数ひずみに換算して使用した。補剛材の溶接による残留応力として溶接部に δy の引張応力、その他のシェル部には $0.3 \delta y$ の圧縮応力を導入した。ただし幾何学的初期不整の影響については無視した。

径厚比 (R/t) を 15, 20, 35, 50 の 4 種類、 R_p を 0.3, 0.5, 0.8 の 3 種類、細長比 (λ) を 0.3, 0.4, 0.5 の 3 種類、軸力比 (P/P_y) を 0.075, 0.15 の 2 種類、リブ本数 (n) を 0, 4, 8 の 3 種類と計 168 ケースで解析した。また、円筒部分とリブとの相対的な強度を一定に保つため、リブの細長比 λ_s の値を 0.78 とした。また、鋼管半径、ダイアフラム間距離はそれぞれ 4000mm, 727mm とした。また、水平変位は軸力を考慮した片持柱の初期降伏変位の 10 倍を強制変位として与えた。Fig.2~Fig.5 に荷重-変位曲線の一例を示す。

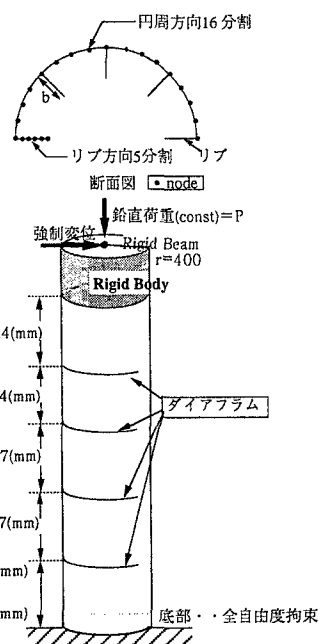


Fig.1 解析モデル

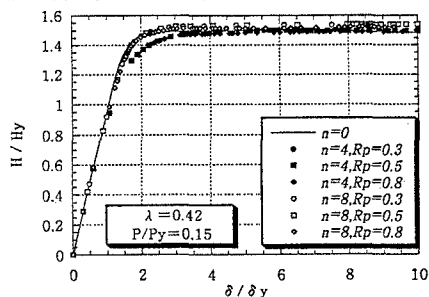


Fig.2 径厚比=15 補剛材による比較

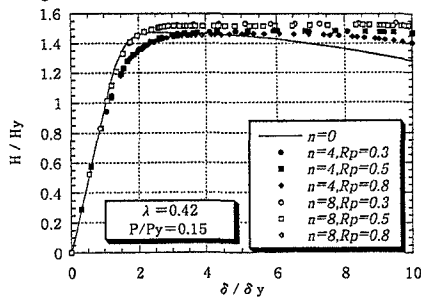


Fig.3 径厚比=20 補剛材による比較

3. ニューラルネットワークを利用した強度・変形能推定

Fig.6 に示すようなニューラルネットワークを構築し、縦方向補剛材を有する円形断面鋼製橋脚の単調載荷時における強度・変形能を推定した。学習データは、上述した 168 ケースの解析結果を使用した。ここでの判定 (J) とは、最大耐力点後95%までの耐力低下を生じないケースに対する出力項である。未学習のデータによる予測とABAQUSによる解析データを比較することによりニューラルネットワークの強度・変形能推定に対する適用性を検証した。この比較結果を Fig.7, Fig.8 に示す。さらにこのネットワークを用いて一定径厚比のもとリブによる最適な補強法を

Key Word 有限要素解析、局部座屈、変形能、ニューラルネットワーク

〒606-01 京都市左京区吉田本町、Tel 075-753-5079、Fax 075-753-5130

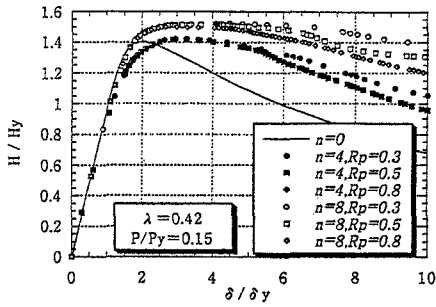


Fig.4 径厚比=35 補剛材による比較

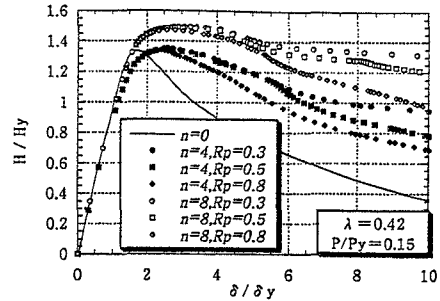


Fig.5 径厚比=50 補剛材による比較

提案することを試みた。ここでは断面積・軸力比一定のもとリブの本数・補剛材幅厚比の値を様々に変えて最適な補強法を探ることとした。また、同条件のもと補剛材を使用せず、鋼管を厚肉にすることによる補強法も比較の対象とした。Fig.9, Fig.10 に強度・変形能それぞれの比較を示す。

4. 結論

縦方向補剛材を有する円形断面の鋼製橋脚のパラメトリック解析とニューラルネットワークを組み合わせて強度推定をすることは、十分に可能である。軸力比が15%程度ならば、径厚比=15.20の鋼管を縦方向補剛材によって補強する必要はない。径厚比=35の鋼管を補強する場合、軸力比や細長比の値が小さい橋脚に対しては特に慎重に幅厚比を検討する必要は無いが、軸力比、細長比の大きな橋脚に対してはリブの幅厚比は0.5以下にする必要がある。径厚比=50の橋脚を補強する場合、軸力・細長比共に小さな橋脚でない限り、リブの幅厚比0.3程度にする必要がある。

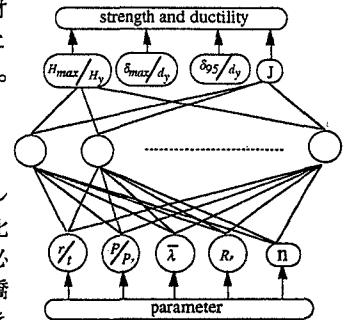


Fig.6 入・出力関係

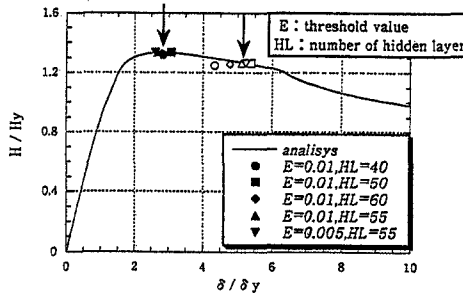


Fig.7 未学習データによる予測 (h-3)

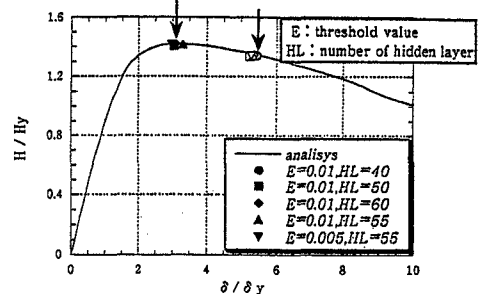


Fig.8 未学習データによる予測 (h-7)

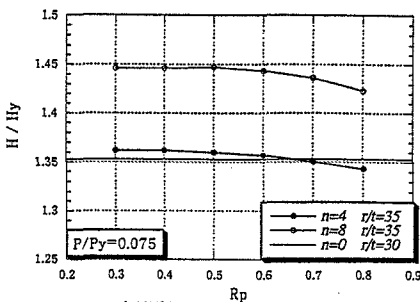


Fig.9 径厚比=35、最大耐力比較

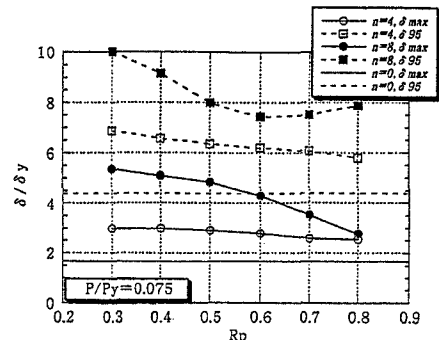


Fig.10 径厚比=35、変形能比較

5. 参考文献

- 1) 耐震設計WG: 鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術、平成8年7月
- 2) Hibbit, Karleson & Soresen, Inc: ABAQUS User's Manual version 5.4, 1995