

複合構造化による鋼製柱の耐震補強法の精度向上に関する研究

前橋工科大学 学生会員 ○梶川 誠司
前橋工科大学 正会員 谷口 望

1.はじめに

既存の橋梁は寿命の目安とされる約50年を経過し、高齢化が問題になっている。これに伴い、維持管理・補修補強の重要性が高まっている。そこで、補修補強の具体案として既存の鋼製柱にコンクリートを巻き、複合構造化による補修補強を行うことを考えた。今回は、H 鋼にポリマーセメントモルタルを被覆し、コンクリートを巻く複合構造化を行った。

本研究では、溶接の際に生じる残留応力の有無により、解析結果がどのように変化するかを検討し、実験結果との比較により考察を行った。

2.押し抜きせん断試験

鋼板(w150×d9×h370)にゴムラテックスモルタル(w250×d250×h300)で取り付けした試験体を扱う。鋼板の表面を(1)ブラスト加工、(2)グラインダ加工、(3)黒皮処理の3種類の試験体で試験を行った。

試験体を一軸圧縮試験機に設置し、試験体の鋼板の上面に荷重をかける。変位計を加圧板に2か所設置し、鋼材のずれ変位が5mmに達するまで载荷する。試験の結果を表-1に示す。ここでのずれ変位は2つの変位計の平均を表記する。

表-1 試験結果

	最大荷重 (kN)	最大応力 (N/mm ²)	最大荷重時 の変位(mm)
(1)	470.3	5.100	1.867
(2)	385.2	4.177	0.707
(3)	183.3	1.983	0.499

3.柱実験(写真-1)

試験体は H-194×150×6×9 の形鋼、せん断スパン1220mmの柱とし、水平载荷試験を実施する。また基部は30mm 鋼板の上に全周隅肉溶接で取り付けることを基本している。試験体は载荷方向のより剛性が異なる構造であるため、強軸、弱軸の2つの試験ケースを実

施する。それぞれの試験ケースの補強前、補強後で試験を実施する。また、全ての試験体の鋼材の表面はグラインダ加工をしている。

载荷方法としては、試験体を反力床にPC鋼棒にて固定し、载荷はコンクリート補強前後の二回行う。一回目は、鋼材の弾性域内(ひずみ値管理±950μの時)は最大荷重)で交番载荷(引き→押し)を行う。二回目は根巻き後、終局状態まで単調载荷行う。また、試験体の各部にはひずみゲージと変位計を設置した。

4.解析方法

材料条件は表-2と表-3に示す。解析は有限要素法解析 FINAL を用いて行う。モデル化した試験体を図-1に示す。複合構造化後では、鋼材とコンクリートとの間に接合要素(フィルム要素)を挿入し、面と面の付着を考慮する。また、溶接の際に生じる残留応力を考慮するため、文献2)に示された実験結果より図-2のモデルを仮定して解析した。また、併せて、底板部にも図-2の残留応力に応じた残留応力を導入した。強軸補強後の载荷方法はY軸方向に荷重をかけ、変位が260mmになるまで荷重をかけた。拘束条件は図-1の赤丸部分で全固定(XYZ並進とXYZ回転を固定)している。



写真-1 試験体補強前と補強後

表-2 材料定数¹⁾

	ヤング率(N/mm ²)	ポアソン比
コンクリート	3.1×10^4	0.2
鋼材	2.1×10^5	0.3

キーワード 鋼構造 補修補強 複合構造化

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0

表-3 材料定数

	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張降伏強度 (N/mm ²)
コンクリート	36	3.6	—
鋼材	—	400	245
内部鉄筋	—	440	295

荷重方向

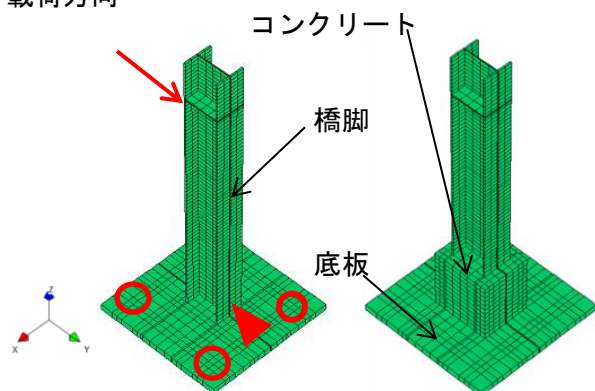
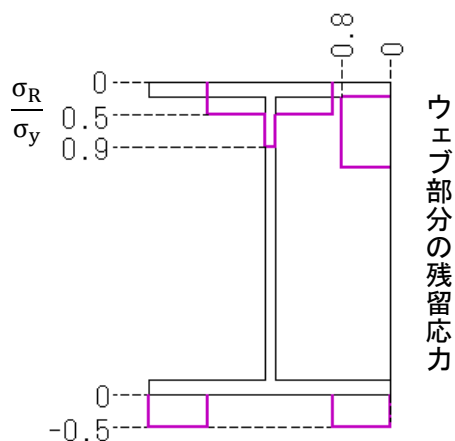


図-1 FINAL 解析モデル 補強前と補強後

図-2 モデルに取り入れた残留応力分布図²⁾

5.結果

補強前のモデルにおいて、残留応力を考慮した解析値および残留応力を考慮していない解析値と実験値との比較を荷重-変位グラフで図-3 に示す。

補強後の実験結果では、コンクリートにひび割れが発生し、鋼板とコンクリートに剥離状態が生じた。残留応力を考慮した解析値、残留応力を考慮していない解析値と実験値の比較を荷重-変位グラフで図-4 に示す。次に、H 鋼下端部の引張側フランジ(図-1 のΔに示す)の荷重-ひずみグラフを図-5 に示す。

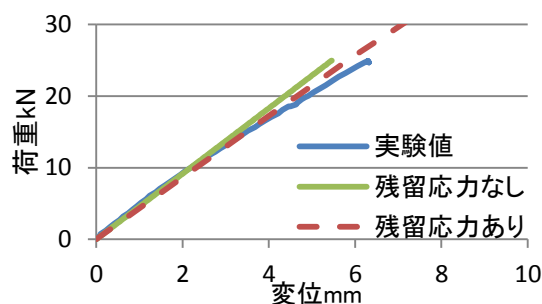


図-3 強軸補強前の荷重-変位グラフ

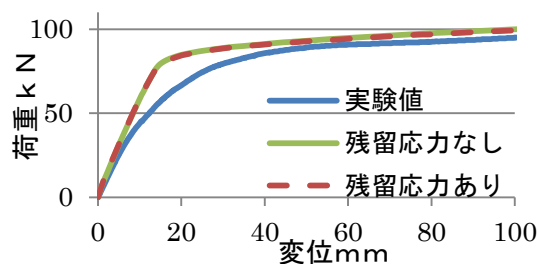


図-4 強軸補強後の荷重-変位グラフ

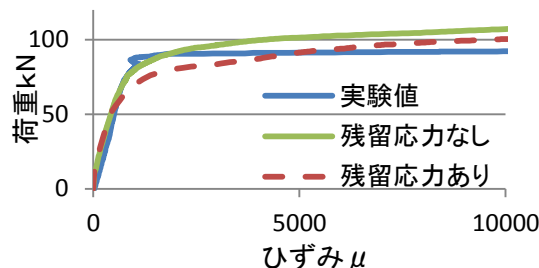


図-5 荷重-ひずみグラフ

6.まとめ

図-3 の荷重-変位グラフは溶接の際に生じる残留応力を考慮することで実験値に近づくことが分かった。図-4 の荷重-変位グラフにおいて、残留応力を考慮する場合と考慮していない場合で、荷重-変位関係はほぼ変化しなかった。図-5 の荷重-ひずみグラフと比較すると降伏点が低下し最大耐荷力が実験値に近づくことが分かった。さらに実験値に近づけるには、コンクリートのひび割れにより生じる内部鉄筋の付着強度の低下を再現する方法を検討する必要がある。

謝辞:本研究は日本鉄鋼連盟の鋼構造研究・教育助成事業の一環で行いました。

参考文献

- 1) 大山拓也, 谷口望: 鋼製橋脚の複合構造化による耐震補強法の開発, 土木学会第 44 回関東支部技術研究発表会, 2017 年。
- 2) 青木徹彦, 福本嘯士: 溶接 H 形鋼柱の座屈強度分布について, 土木学会論文報告集, 1974 年。