

複合構造化による鋼製柱の耐震補強法の開発

前橋工科大学 学生会員 ○大山 拓也
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、高齢化が問題視されている。その対策として、補修補強が重要視されている。しかし、具体的な方法は明確になっていない。そこで、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。

本研究では、鋼とコンクリートの界面モデルの比較検討を、実験と FEM 構造解析を通して行い、実験結果と解析結果に基づいて補修補強方法の設計法の提案を目的としている。

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 に達するまで載荷する。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。



写真-1 押し抜きせん断試験概要図と試験体の下部

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

試験体は H-194×150×6×9 の形鋼、せん断スパン 1220mm の柱とし、水平載荷試験を実施する。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としている。試験体は載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。

載荷方法としては、試験体を反力床に P C 鋼棒にて固定し、載荷はコンクリート補強前後の二回行うこととする。一回目は、鋼材の弾性域内(ひずみ値管理 ±950 μ の時は最大荷重)で交番載荷(引き→押し)を行う。二回目は根巻き後、終局状態まで単調載荷を行う。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。



写真-2 試験体補強前と試験体補強後



写真-3 試験体補強後の水平載荷試験後の状態

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 TEL027-265-0111

4.解析方法

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-2 に示す。ここでは、強軸の補強後の場合を記載している。

材料条件は表-2 と表-3 に示す。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。接合要素の境界条件は、押し抜きせん断試験の結果に基づいて解析し、比較する。界面モデルはブラスト加工、グラインダ加工、黒皮処理、接合要素なしの 4 種類で解析を行った。強軸の補強後の載荷方法は Y 軸方向に柱実験の最大荷重(112.6kN)まで単調に増加する荷重として与えた。拘束条件は図-2 の赤丸部分の 4 か所を全固定(XYZ 並進と XYZ 回転を固定)とする。

また、最大荷重を 2 倍に変更(225.2kN)し、同様に 4 種類の界面モデルを解析する。

弱軸の補強後も、それぞれの柱実験の最大荷重と最大荷重の 2 倍の荷重を与え、解析する。このとき、材料条件と拘束条件も同様とする。

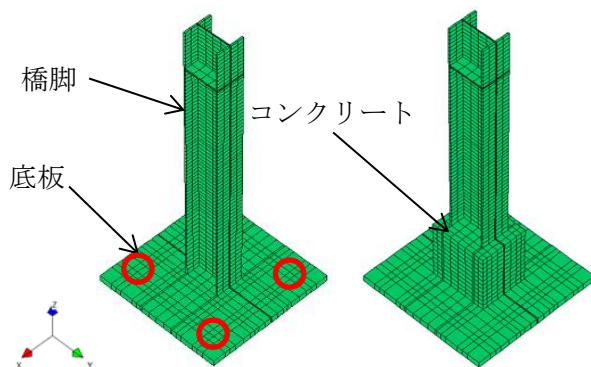


図-2 FINAL 解析モデル 補強前と補強後

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

表-3 材料強度

	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

5.結果

柱実験の補強後の実験結果で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。最大荷重(112.6kN)をかけた荷重-変位グラフを図-3 に示す。なお、図-3 の実験結果は変位 100mm までの値しか表示していない。また、最大荷重の 2 倍の荷重をかけた荷重-変位グラフを図-4 に示す。

6.まとめ

押し抜きせん断試験の結果と解析結果から、ブラスト加工が鋼とコンクリートの界面の処理として、優れていることが分かった。

(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研究を行った。)

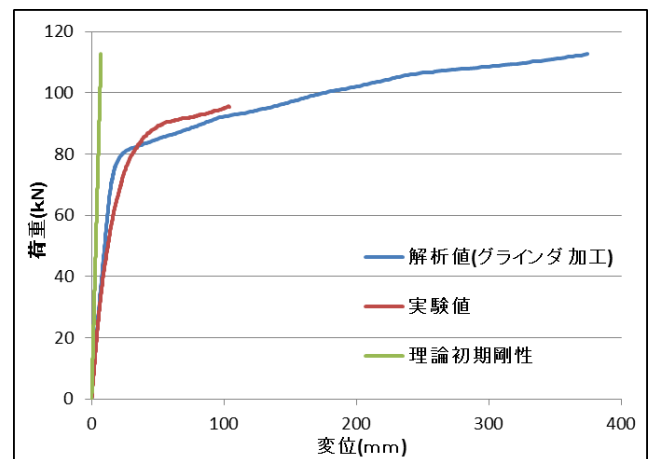


図-3 強軸の補強後の荷重-変位グラフ

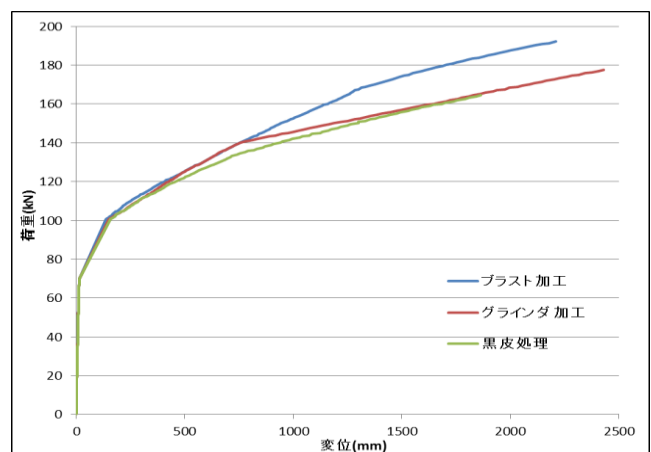


図-4 最大荷重 2 倍の荷重-変位グラフ
(強軸の補強後の場合)

参考文献

1)陳晨,谷口: 鋼製橋脚の複合構造化による補修補強方法に関する F E M 解析, 土木学会第 43 回関東支部技術研究発表会, 2016 年。