

PCM 吹付け工法による補強部界面の付着特性に関する実験的研究

福岡大学 学生会員 ○吉元 康裕

福岡大学 正会員 渡辺 浩

九州大学大学院 フェロー会員 日野 伸一

九州大学大学院 正会員 山口 浩平

(株)奈良建設 正会員 佐藤 貢一

(株)さとうベネック 正会員 衛藤 誠

1. はじめに

既設 RC 橋脚の段落し部の耐震補強工法として、鋼板や連続繊維シートなどを用いて RC 橋脚を巻き立てる工法が一般的である。現在、3 カ年プロジェクトによって主要幹線道路の橋脚の耐震補強を行ってきた現状にあるが、経済性などに問題があった。

そこで、本研究では断面増加量を RC 巻き立て工法の約 1/5 に抑えることが可能で、従来工法に比べ巻き立て範囲を短くすることが可能な、鉄筋を既設橋脚表面に接触配置させ、ポリマーセメントモルタル（以下 PCM）吹付けにより巻き立てを行う工法を検討した。そのため、実施工で標準的に用いられる D22 の鉄筋を用いて、鉄筋の定着長の検討、既設コンクリート面と補強面との界面の付着特性について明らかにした。

2. 試験概要

2.1 付着強度試験

付着強度試験は、引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法（JSC-E-G503-1999）¹⁾ に準じてブロックに埋め込んだ鉄筋に引張力を作用させ引抜くことにより、鉄筋とコンクリートまたは PCM との付着強度を確認する目的で行った。

試験体の形状・寸法を図-1 に示す。試験体は 2 種類（各 3 体）とし、ブロックに使用する材料をコンクリートと高強度 PCM とした。形状は、 $150 \times 150 \times 150 \text{mm}$ のブロックに鉄筋（D22）を付着長が 4ϕ （88mm）になるように埋め込み、スパイラル筋で補強したものである。

試験は、試験体を自由端側の端面を鉄筋軸に垂直で平滑な面に仕上げ、鉄筋のすべり量を計測するための変位計を設置し、一様な速度で荷重を加えて鉄筋を引抜いた。

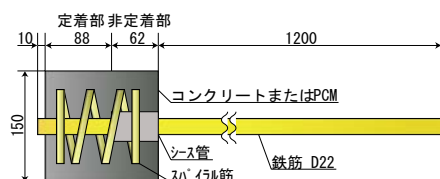


図-1 付着強度試験体

2.2 九大式付着強度試験

九大式付着強度試験は、既設コンクリートと PCM の接着強度、鉄筋と PCM の付着強度および軸方向鉄筋の付着割裂強度を確認する目的で行った。そこで九州大学で開発した試験装置（九大式）を用い、既設コンクリートに鉄筋を配置し PCM 吹付けで増厚一体化させた試験体の鉄筋に、引張力を作用させ引抜き試験を行った。

試験体の形状・寸法を図-2 に示す。試験体は 3 種類（各 3 体）とし、増厚材には高強度 PCM を使用し、付着長を 20φ、30φ、40φとした。

形状は、既設コンクリートに軸鉄筋（D22）を 250mm の間隔で 2 面に 4 本接触配置し、帯鉄筋を模擬した横鉄筋（D16）を 150mm の間隔で配置し、PCM を吹付けにより 16mm 増厚した。なお、試験装置固定のため鉄筋の片側は露出する形状とした。

試験は、写真-1 に示すような試験装置を開発し、試験を行った。試験体の露出させた鉄筋をブロックに固定させ、試験体とブロックの間にジャッキ、荷重計を設置し、ジャッキにより試験体の既設コンクリート全面を押すことにより鉄筋に引張力を作用させた。また、鉄筋のすべり量を計測するための変位計は露出側とは反対の端面と PCM との相対変位を測るためにクリップゲージを用い測定した。

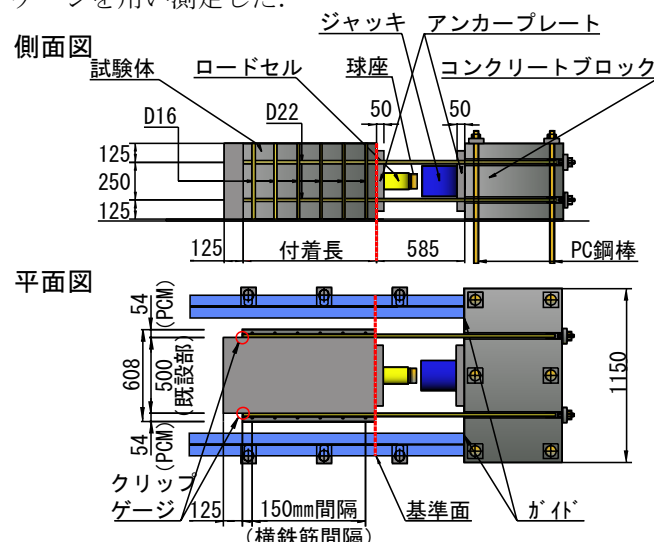


図-2 九大式付着強度試験体

3. 結果および考察

3.1 付着強度試験

試験結果および設計圧縮強度を基にした換算付着応力度を表-1 に示す。コンクリートおよび高強度 PCM の最大付着応力度は、それぞれ 17.2N/mm^2 、 19.4N/mm^2 と十分に大きいことがわかった。また、最大付着応力度は高強度 PCM の方が大きい、最大換算付着応力度はコンクリートの方が大きい結果になった。これは、PCM の圧縮強度が実際には設計値よりもかなり大きいことによる。

3.2 九大式付着強度試験

試験結果は、全試験体の最大荷重が 390kN から 470kN の間で既設コンクリートと PCM の界面剥離により破壊した。図-3 に図-2 の赤丸で示す位置の鉄筋のすべり量を示す。同図より、 20ϕ 試験体が 250kN 付近で鉄筋が PCM からすべり出しているが、 40ϕ 試験体は最大荷重まですべり出しが発生していないことがわかった。

また、鉄筋の露出面側を基準面とし、基準面からの補強部軸方向鉄筋のひずみ分布を図-4 に示す。

20ϕ 試験体は、 250kN から 300kN の荷重においてすべり出しが発生し、定着長不足であった。

40ϕ 試験体は、低荷重 (200kN) 時はひずみゲージ位置 25ϕ ではひずみがほぼ 0 であり定着が十分であることがわかる。試験体によりばらつきはあるが、終局時にコンクリートと PCM の界面が剥離した面（剥離面）の最大荷重直前 (400kN) では、 20ϕ 付近までのひずみゲージ位置のひずみがほぼ均一になることが確認できた。これは、 20ϕ 付近までのコンクリートと PCM が剥離したためであり、鉄筋とコンクリートとの力の伝達がそれ以降の領域へ移行したことを示唆している。なお、このことは 30ϕ 試験体からもほぼ同様の結果を得ている。以上より剥離した面から算出される本工法による有効定着長は、 20ϕ 程度であることがわかった。

4. まとめ

- (1) 付着強度試験により、コンクリートおよび高強度 PCM の鉄筋との最大付着応力度は、それぞれ 17.2N/mm^2 、 19.4N/mm^2 であった。また設計圧縮強度を基にした換算最大付着応力度は 13.1N/mm^2 、 9.69N/mm^2 であった。
- (2) 九大式付着強度試験により、 20ϕ 、 30ϕ 、 40ϕ 試験体の全ての破壊形態は界面剥離となった。それらの最大荷重は約 434kN 、 460kN 、 422kN とほぼ同じであった。
- (3) 九大式付着強度試験により、 30ϕ 、 40ϕ 試験体において剥離の影響により有効付着長が確認できた。それらの有効付着長は 20ϕ 程度であった。

参考文献：1)土木学会：コンクリート標準示方書[標準編]，2005.3



写真-1 九大式付着強度試験

表-1 付着強度試験結果

	コンクリート	高強度PCM
最大荷重 (kN)	105	118
圧縮強度 (N/mm ²)	39.4	60.0
設計圧縮強度 (N/mm ²)	30.0	30.0
付着応力度 (N/mm ²)	0.59	0.81
最大付着応力度 (N/mm ²)	17.2	19.4
換算付着応力度 (N/mm ²)	0.45	0.41
換算最大付着応力度 (N/mm ²)	13.1	9.69

*3体の平均値を示す

表-2 九大式付着強度試験結果

	最大荷重 (kN)	有効定着長
20φ	391	434
	440	
	471	
30φ	450	460
	469	
	-	
40φ	446	422
	420	
	400	

*30φの内1体はサンプリング不良

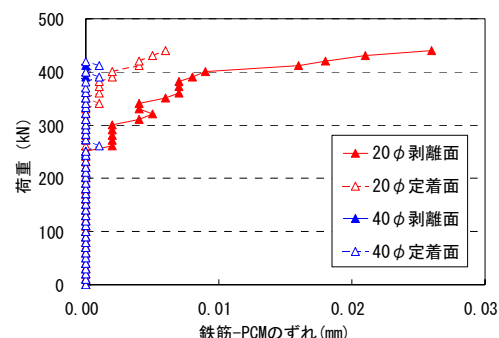


図-3 軸鉄筋すべり量

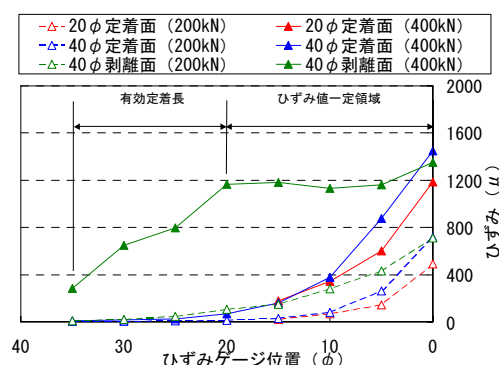


図-4 補強部軸方向鉄筋のひずみ分布