

PCM 吹付け工法による打継目を有する低鉄筋比コンクリート部材の曲げ補強効果

九州大学大学院 学生会員 ○金丸亜紀
九州大学 学生会員 山下翔真
九州大学大学院 フェロー会員 日野伸一

1. はじめに

戦前に造られた構造物には、構造鉄筋の不足、低強度コンクリート、打継目不良による耐力不足などの問題を抱えているものも多数あり、これら構造物で耐震補強等の対応が急務となっている。補強方法の一つとして、補強筋として鉄筋を配置し、コンクリートおよびモルタル等で増厚する方法がある。しかし、工期の制限、断面内の部分的な補強しかできない、増厚による構造物の機能低下などの問題を抱えていることも多々あり、従来工法が適用できないことがある。そこで、薄肉での施工および工期短縮が可能となる工法として、既設コンクリートの外側に鉄筋を接触配置し、ポリマーセメントモルタル(PCM)を高圧で吹付けることで既設コンクリートと一体化させる PCM 吹付け工法の適用について検討した。検討条件として、低鉄筋比コンクリート部材、はりの幅方向に部分的な補強しかできず、かつ打継目が存在するなどの条件を設けた。なお、既往研究より、同種の条件において PCM 吹付け工法による補強工法の有効性は確認している。本研究では、曲げ補強量をパラメータとした打継目を有する PCM 吹付け工法による低鉄筋比コンクリート部材に対する曲げ補強効果の追加検討を行った。

2. 試験方法

試験体の概略を図-1、使用材料の材料特性値を表-1 に示す。試験体は、スパン 2.0m、載荷スパン 0.8m の 2 点線載荷とし、全ての試験体において、図-1 中に黒破線で示した打継目を既設部に設けた。打継目同士は、完全に縁を切っており、打継目において D6 鉄筋は不連続、芯材と呼ぶ D16 鉄筋 2 本のみが連続している。製作時や運搬時は、試験体の自重や衝撃荷重などに対して芯材が抵抗する。Type0 は無補強試験体、Type1 および Type2 は実施工を想定したはりの幅方向に部分補強した試験体であり、Type1 は補強部曲げ補強筋を引張・圧縮側ともに 3 本ずつ、Type2 は同じく 5 本ずつ配筋した試験体で、それぞれ 1 体ずつ作製した。なお、曲げ破壊を先行させるために、既設部にはせん断補強筋を配筋し、せん断破壊が起きないように設計した。

3. 試験結果および考察

全試験体は曲げ破壊した。ひび割れ図を図-2 に示す。Type0 は、3 箇所目の目地が存在するため、曲げひび割れが発生することなく、打継目に变形が集中し早期に終局に至った。Type1 および Type2 については、無補強側は Type0 と同様打継目が開いて終局となり、補強部側はひび割れが多数分散した。Type1 と Type2 を比較すると、補強量を 5/3 倍とした Type2 の方がひび割れの分散性がよく、致命的ひび割れは少なかった。次に、荷重-スパン中央変位関係を図-3 に示す。Type0 と Type1 および Type2 の比較より、著しい補強効果を確認できた。また、Type1 と Type2 の比較より、両者は類似した挙動であることから、補強量を増やした場合でも変形挙動に大きな差異がないことがわかった。

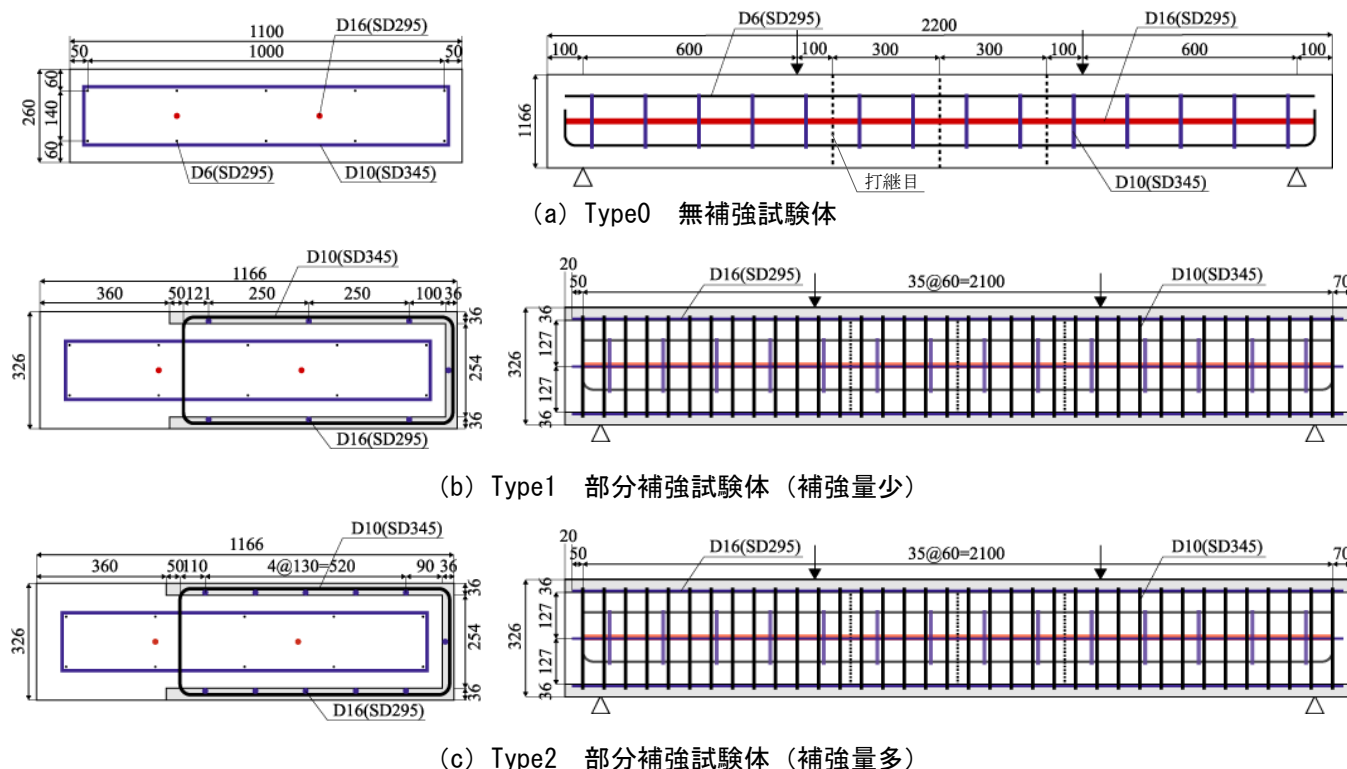


図-1 試験体図

表-1 材料特性値
(a) コンクリートおよび PCM

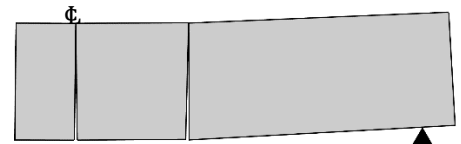
材料	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 × 10 ⁴ (N/mm ²)
コンクリート	31.8	3.69	3.23	2.21
PCM	72.3	12.9	3.23	2.70

(b) 鉄筋

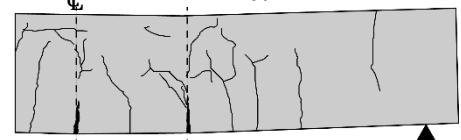
	部材	径	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
既設部	芯材	D16	356	500	2.0 × 10 ⁵
	曲げ補強筋	D6	334	525	
	せん断補強筋	D10	379	554	
補強部	曲げ補強筋	D16	356	500	
	せん断補強筋	D10	379	554	

表-2 試験結果

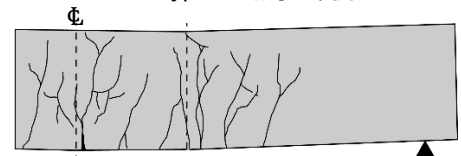
Type	降伏荷重			最大荷重		
	設計値 (kN)	試験値 (kN)	試験/設計	設計値 (kN)	試験値 (kN)	試験/設計
Type0	-	-	-	60	52	0.87
Type1	285	350	1.23	304	413	1.36
Type2	368	480	1.30	431	577	1.34



(a) Type0



(b) Type1 (補強部側)



(c) Type2 (補強部側)

図-2 ひび割れ図

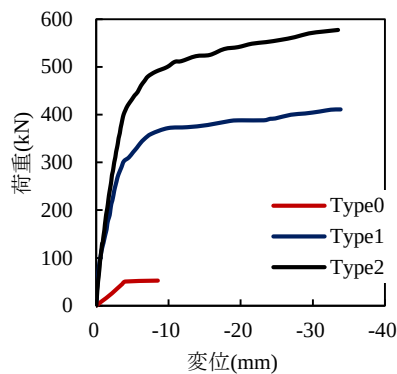


図-3 荷重-スパン中央変位関係

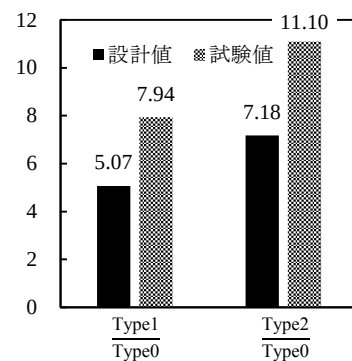


図-4 最大荷重

次に、降伏荷重、最大荷重の試験値と実強度を用いた設計値の比を表-2に示す。ここで、Type0の降伏荷重は、鉄筋が降伏するより先に上部コンクリートが圧壊するため省略した。また、降伏荷重の試験値は、鉄筋に貼付けたひずみゲージが降伏ひずみに達した荷重とした。補強試験体の試験値と設計値の比は、1.23～1.36と現行のRC部材の曲げ耐力の評価式に対して安全側であることがわかる。次に、試験値から得られる実際の耐力と設計上の耐力の比較を行い、補強量の増加に伴う検討を行った。いずれも断面内部分補強したType1とType2を比較すると、Type1に対するType2の降伏荷重の比は、設計上1.29に対して実際1.37となり、Type1に対するType2の最大荷重の比は、設計上1.42に対して実際1.40とほぼ同等の結果となった。以上より、断面内部分補強した場合でも、現行のRC部材の曲げ補強設計法が適用できることがわかった。次に、図-4より、無補強試験体であるType0に対する補強試験体2体の最大荷重の比を比較した。Type1では設計上5.07に対して実際7.94、Type2では設計上7.18に対して実際11.10となり、設計上と同等以上の補強効果が確認できた。

4. まとめ

無補強試験体に対して部分補強試験体は、曲げ耐力が著しく改善し、終局時まで良好な曲げ性状を示すことが確認できた。曲げ補強量を増加させた場合もひび割れ性状や荷重変位挙動に大きな差はないことが確認された。また、部分補強試験体2体の比較より、補強量を増やしたとき、設計上の上昇耐力と実際の上昇耐力が同程度であったことから、PCM吹付け工法による補強を行えば、打継目を有する低強度無筋コンクリート部材をはりの幅方向に部分的な補強しかできない場合においても、現行のRC部材の曲げ補強設計法が適用可能であることがわかった。

謝辞 本研究の実施にあたり、元九州大学助教（現（一財）橋梁調査会）の山口浩平氏に大変お世話になった。ここに記して謝辞を表明する。

参考文献

- 1) 繁戸起文，日野伸一，山口浩平：PCM吹付け工法による無筋コンクリート部材の曲げ補強効果，第68回年次学術講演会，V-185，2013