

補強鉄筋埋設方式 PCM 巻き立て工法における帯鉄筋側面拘束力の影響に関する検討

九州大学大学院 学生会員 ○多田 隈 育生 大分工業高等専門学校 フェロー会員 日野 伸一
パシフィックコンサルタンツ (株) 正会員 小沼 恵太郎 (株) アーテック 正会員 彌永 裕之

1. はじめに コンクリートダムの補強では、水門など既存構造物の位置関係により大きな断面厚増加を伴う補強ができない。そこで、従来工法より断面厚増加を抑えて補強を行うことができる補強鉄筋埋設方式 PCM 巻き立て補強工法（以下、AT-P 工法）に注目した。AT-P 工法は、既設のコンクリート表面に切削溝を施し補強鉄筋をエポキシ樹脂で定着させた後、外側に帯鉄筋を配置して、ポリマーセメントモルタルを被覆することにより、耐震補強を図る工法である。図-1 に AT-P 工法のイメージ図を示す。AT-P 工法は従来工法と比較して補強断面厚を大幅に抑えることが可能なため、河積阻害率の制限を受けるダムピア等の補強に適している。

既往の実験¹⁾では溝切り定着させた鉄筋の引抜き試験を行い、定着長の検討を行った。本稿ではさらに、実施工と同様に PCM および帯鉄筋を巻き立てた場合において、引抜き耐力に及ぼす側面拘束力の影響について検討を行った。

2. 試験概要 表-1 に試験体一覧を示す。試験体は溝切り定着 (PCM・帯鉄筋無)、溝切り定着 (PCM・帯鉄筋有)、アンカー定着の 3 ケースとした。試験に用いた鉄筋は異形鉄筋 (SD345) を用い、主筋は D22、帯筋は D16 とした。また、帯鉄筋の配置はコンクリート天端より 75mm の位置から 150mm ピッチで配置した。アンカー定着試験体は、定着長 440mm (20φ)、330mm (15φ)、220mm (10φ) とした。溝切り定着試験体は既往の研究²⁾より、最大付着応力度がアンカー定着の 3/4 倍に低下するため、アンカー定着長を 4/3 倍した定着長 590mm (20φ相当)、440mm (15φ相当)、300mm (10φ相当) に設定した。図-2 に引抜き試験概要を示す。コンクリート試験体の上に H 鋼を 2 段設置し、油圧ジャッキによって鉄筋を引抜き、コンクリートの破壊性状を観察した。鉄筋変位の計測位置は、コンクリート試験体上面より 50mm の位置とした。

3. 試験結果 表-2 に各試験体の耐力比較一覧を示す。溝切り定着では帯鉄筋無の試験体 1 体を除く全ての 15φ相当以上の試験体で鉄筋降伏が先行した。そのため、AT-P 工法における溝切り定着長の最小値は、PCM・帯鉄筋配置無で 20φ相当、配置有で 15φ相当であることが示唆された。また、各試験体の平均値について、帯鉄筋配置によって 20φ相当、15φ相当、10φ相当はそれぞれ 11%、15%、23%終局荷重が向上することを確認できた。図-3 にアンカー定着と溝切り定着の相当定着長別での荷重-鉄筋引抜き変位関係比較を示す。いずれもアンカー定着が最も高い引抜き剛性を示している。20φ相当試験体の溝切り定着は帯鉄筋の有無による剛性の大きな変化はなかった。これは、溝切り定着においても 20φ相当の定着長であれば十分であるためと考えられる。一方、

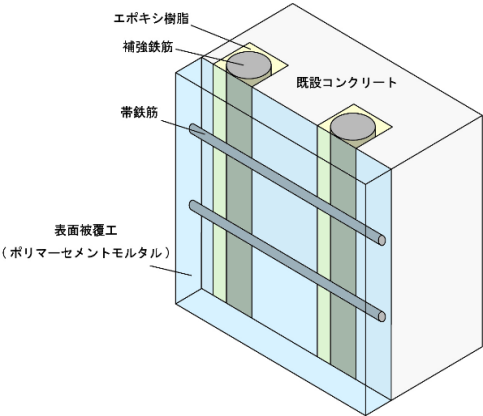


図-1 AT-P 工法のイメージ図

表-1 試験体一覧

定着方法	定着長 (mm)	試験体数
溝切り定着 (帯筋有) 記号:MP	590 (20φ相当)	3
	440 (15φ相当)	3
	300 (10φ相当)	3
溝切り定着 (帯筋無) 記号:M	590 (20φ相当)	3
	440 (15φ相当)	3
	300 (10φ相当)	3
アンカー定着 記号:A	440 (20φ)	1
	330 (15φ)	1
	220 (10φ)	1

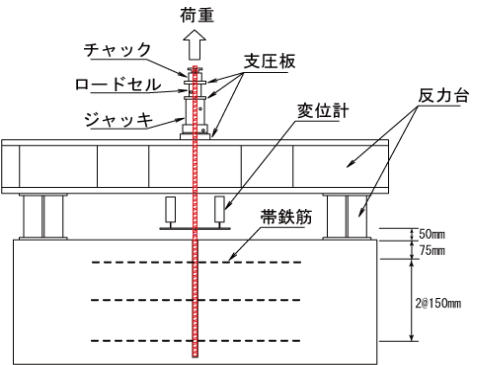


図-2 試験概要図

キーワード 耐震補強, 定着, エポキシ樹脂, 引抜き試験, 帯鉄筋

連絡先〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 ウエスト 2 号館 1104 号室 TEL:092-802-3392

15φ相当および10φ相当試験体においては、アンカー定着、帯鉄筋有、帯鉄筋無の順に剛性は大きく、帯鉄筋による側面拘束力が引抜剛性に影響を与えていることが確認された。

図-4に溝切り定着各試験体のひび割れ図を示す。帯鉄筋配置有試験体はPCM・帯鉄筋をはつた後の内部のひび割れ状況を示している。途中除荷を行ったM-590C以外は全て付着破壊にて終局した。帯鉄筋配置無と比較して、配置有の方は15φ相当、10φ相当試験体のコンクリート破壊面が波線状になっており帯鉄筋の設置位置付近が周囲より破壊幅が小さくなった。これにより帯鉄筋の側面拘束力が働いていたことが推測できる。図-5に各最上段帯鉄筋下部の荷重-ひずみ関係を示す。いずれも80kN付近より帯鉄筋にひずみが生じていることから、帯鉄筋はコンクリートひび割れ発生以後から引き抜きに対して有効に拘束力が作用し始めていることがわかる。

4. 結論 いずれの定着長でも帯鉄筋配置を行うことで終局耐力が向上し、20φ相当、15φ相当、10φ相当の試験体でそれぞれ11%、15%、23%強度が向上した。溝切り定着長は、帯鉄筋巻立て無では20φ相当以上で軸筋降伏が先行するが、15φ相当以下では軸筋降伏前もしくは同時に終局し、定着長が十分とは言えない。一方で帯鉄筋巻立て有では15φ相当以上で軸筋降伏が先行することを確認した。

参考文献

- 1) 石村昌也，日野伸一，彌永裕之，小沼恵太郎：補強鉄筋埋設方式PCM巻立て補強工法(AT-P工法)における鉄筋定着長に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，pp.445-450，2017。
- 2) 石村昌也，日野伸一，彌永裕之，小沼恵太郎，畠山繁忠，多田隈育生：補強鉄筋埋設方式PCM巻立て補強工法における鉄筋定着長に関する実験的研究，土木学会第71回年次学術講演会講演概要集，pp.589-590，2017。

表-2 各試験体の耐力比較一覧

試験体名	各耐力荷重(kN)		
	ひび割れ発生	鉄筋降伏	終局
MP-590	89.7	139.6	191.9
M-590	81.5	140.5	173.4
MP-440	81.5	138.5	165.3
M-440	87.3	135.5	144.3
MP-300	-	-	106.6
M-300	-	-	87.0
A-440	-	145.2	212.0
A-330	-	144.2	211.7
A-220	130.3	142.6	145.5

※試験体名＝定着方法一定着長

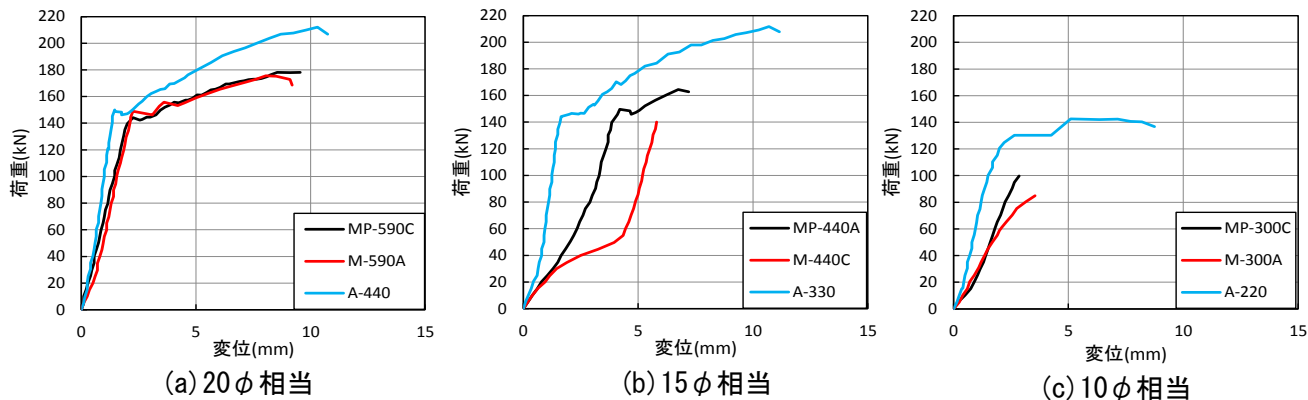


図-3 定着長別 荷重-鉄筋引抜き変位関係

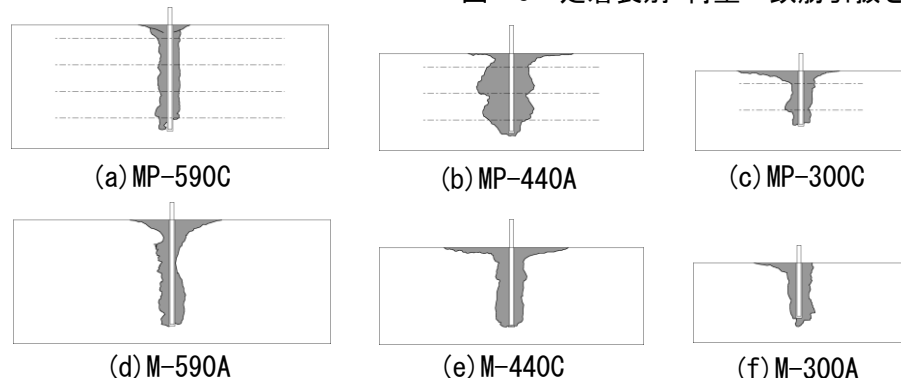


図-4 溝切り定着 ひび割れ図

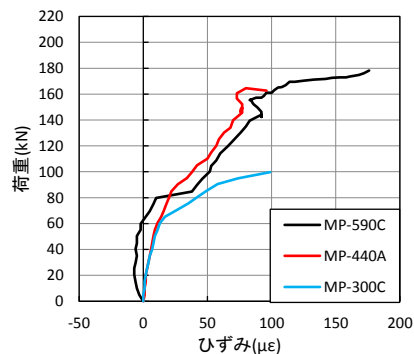


図-5 最上段帯鉄筋ひずみ推移