

## 既設 RC 橋脚の鉄筋埋設型 PMM 巻立て工法に関する実験的研究

九州大学大学院 正会員 小沼 恵太郎  
九州大学大学院 正会員 日野 伸一  
構造物保全技術研究会 弥永 敏明  
九州大学大学院 正会員 山口 浩平  
九州大学大学院 榎本 碧

### 1. 目的

兵庫県南部地震以後，橋梁の耐震設計基準が大幅に見直されたことに伴い，旧基準に基づいて設計された既設構造物の耐震補強が盛んに行われてきた．そのうち，既設鉄筋コンクリート（RC）橋脚の耐震補強については，経済性及び施工性の面で比較的優位であるとの理由から，RC 巻立て工法が採用されることが多い．しかし，同工法は，補強部巻立て厚が大きくなるため，河積阻害率や建築限界等の構造寸法上の制限を満足できず，採用を見送られる場合がある．そこで，本研究では，このような従来 RC 巻立て工法が有する欠点を補うために，既設橋脚躯体に施した溝切り内に軸方向補強鉄筋を埋設し，補強部巻立て厚を縮小した鉄筋埋設型 PMM 巻立て工法について，実際の RC 橋脚を想定した供試体を用いた正負交番先試験を実施し，補強効果の実験的検証を行った．

### 2. 鉄筋埋設型 PMM 巻立て工法

鉄筋埋設型 PMM 巻立て工法は，従来 RC 巻立て工法で既設躯体周囲に配置される軸方向補強鉄筋を，躯体に施した溝切り内に埋設し，空隙部にエポキシ樹脂を充填して定着させた後，既設橋脚躯体表面に帯鉄筋を配置し，ひび割れ抑制のためにピニロン繊維を混入したポリマーセメントモルタルを巻き立てる補強工法である．従来 RC 巻立て工法の最小巻立て厚さが 250(mm)であるのに対し，本工法では 31(mm)（補強部帯鉄筋が D16 の場合）まで縮小するため，補強による構造寸法の増加を大幅に低減できる．

### 3. 試験供試体

試験供試体は，既設 RC 橋脚を想定した既設型を基本とし，これに補強鉄筋を埋設しない従来式 PMM 巻立て工法で補強した全面増厚型と，本工法を採用した鉄筋埋設型の 3 タイプとした．いずれの供試体も全高 2480(mm)で，正方形断面柱の上下端には載荷装置取付け用のフーチングを有する．図-1 に試験供試体（既設型）の全体概要，図-2 に各タイプの柱断面詳細を示す．ここで配置した鉄筋径について，既設部，補強部ともに，軸方向鉄筋は D16，帯

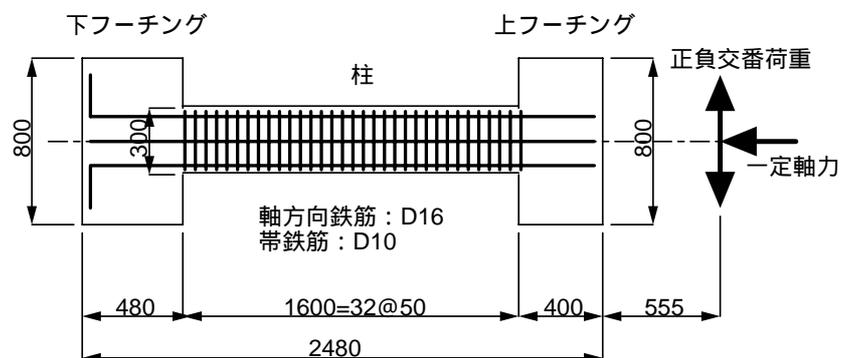


図-1 試験供試体平面図（既設型）

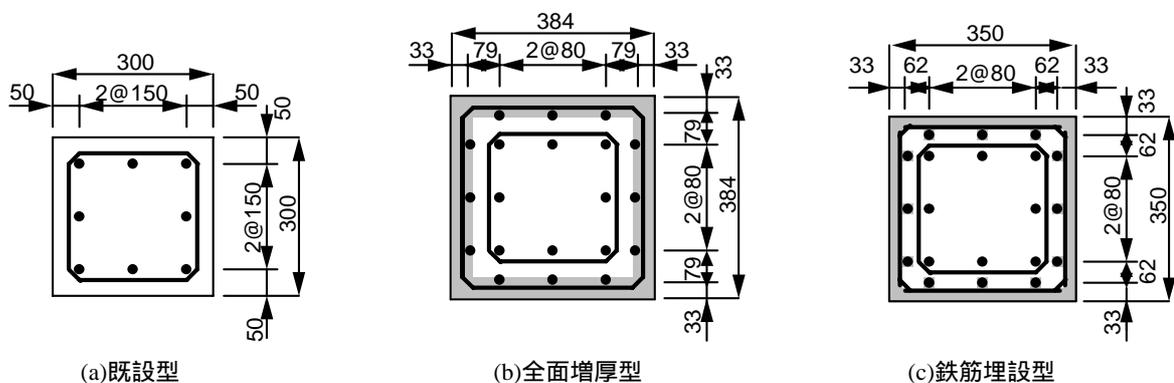


図-2 柱断面詳細（補強部を着色）

キーワード 耐震補強，鉄筋コンクリート橋脚，ポリマーセメントモルタル，エポキシ樹脂，曲げ耐力  
連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 小沼恵太郎 TEL 092-641-3131(ext.8881)

鉄筋は D10 とした。

なお、正負交番荷重試験時に実施した材料試験の結果、既設部コンクリートの圧縮強度は  $31.7 \sim 35.0(\text{N/mm}^2)$ 、鉄筋の降伏強度は  $385.6(\text{N/mm}^2)$ 、補強部 PMM の圧縮強度は  $41.6 \sim 48.4(\text{N/mm}^2)$  であった。

#### 4. 正負交番荷重

正負交番荷重は変位制御にて行った。まず、理論計算上のひび割れ変位  $y_0$  を正負 1 回ずつ荷重した後、正側に水平変位を漸増させ、最外縁引張鉄筋のひずみが降伏ひずみに達した時の水平変位を初降伏時水平変位  $y_0$  と定義した。その後、負側にも  $y_0$  だけ変位させた後、変位量を  $y_0$  ずつ増加させながら、正負 1 回ずつ繰返し水平変位を与えた。なお、荷重試験装置の都合上、試験供試体を水平に寝かした状態で設置したため、実際の橋脚に作用する上部構造反力を想定して、水平荷重荷重位置より一定圧縮軸力  $200(\text{kN})$  を導入した。

#### 5. 試験結果

##### (1) 水平荷重 - 水平変位履歴

各試験供試体について、水平荷重 - 水平変位履歴曲線を図-3 に示す。全面増厚型の初降伏荷重が  $65.2(\text{kN})$ 、最大荷重が  $78.1(\text{kN})$  ( $2 y_0$  時、約  $1.20P_{y0}$ ) であったのに対し、鉄筋埋設型では、初降伏荷重が  $48.7(\text{kN})$  と小さかったものの、最大荷重は  $75.6(\text{kN})$  ( $3 y_0$  時、約  $1.55P_{y0}$ ) と、ほぼ同レベルの値を示した。

##### (2) 履歴曲線の包絡線

水平荷重 - 水平変位履歴曲線の包絡線を図-4 に示す。これより、既設型は  $2 y_0$  時に最大荷重に達した後、急激に耐力が低下したことがわかる。全面増厚型と鉄筋埋設型は、ほぼ同レベルの最大荷重に達した後、全面増厚型の耐力が明らかに低下したが、鉄筋埋設型の耐力は、 $10 y_0$  まで低下しなかった。

##### (3) 破壊状況

既設型、全面増厚型のいずれについても、被りコンクリート及び PMM が剥落した後、耐力が低下し始めた。これに対し、鉄筋埋設型では、柱基部において PMM が剥離したものの、これらが剥落するには至らず、他供試体のような明確な耐力の低下が見られなかった。鉄筋埋設型について、試験終了後に柱基部の被り PMM を除去して破壊状況を観察したところ、軸方向補強鉄筋の座屈がエポキシ樹脂によって拘束されており、他供試体よりも軸方向鉄筋の座屈が抑制されたため、破壊が小規模になったと推定された（図-5）。

#### 6. 結論

鉄筋埋設型 PMM 巻立て工法では、補強鉄筋を埋設しない従来式 PMM 巻立て工法と同等の曲げ補強効果を得られるとともに、より安価な補強工法となり得ることが確認できた。また、破壊状況の観察結果より、溝切部に充填されたエポキシ樹脂が柱基部における軸方向補強鉄筋の座屈、はらみ出しを抑制したと推定された。

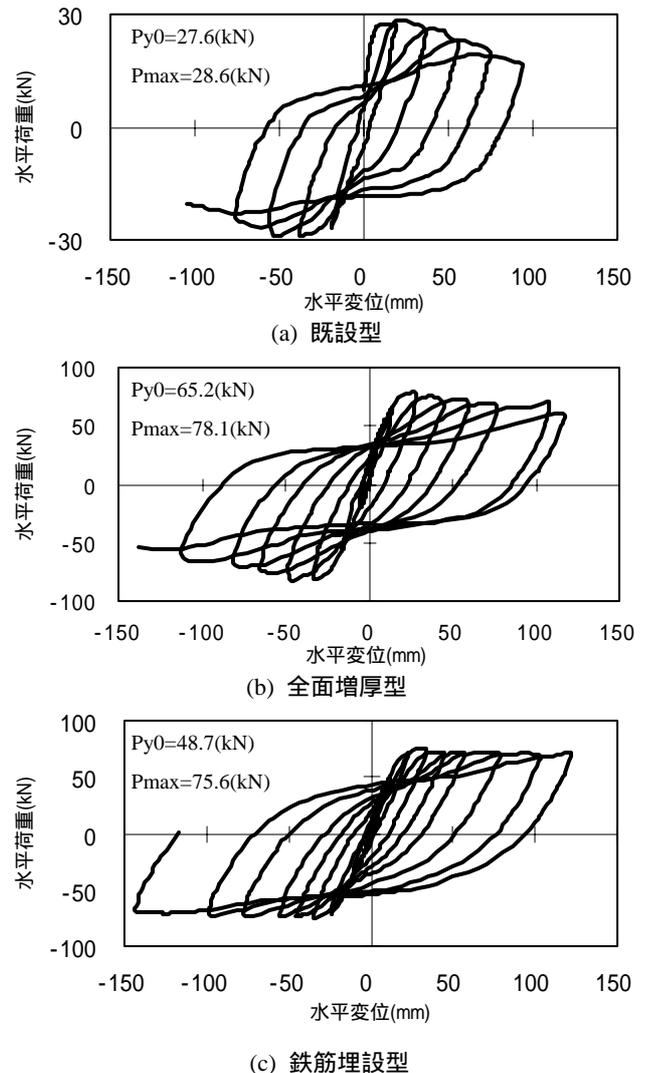


図-3 水平荷重 - 水平変位履歴曲線

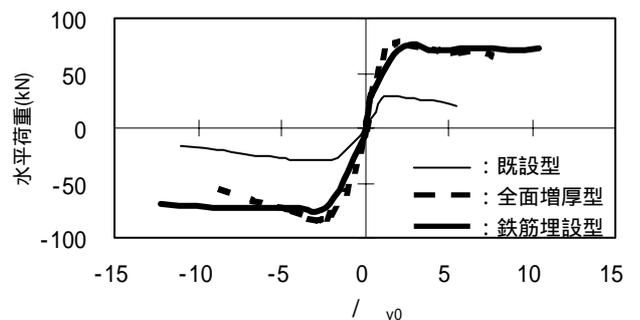


図-4 履歴曲線の包絡線

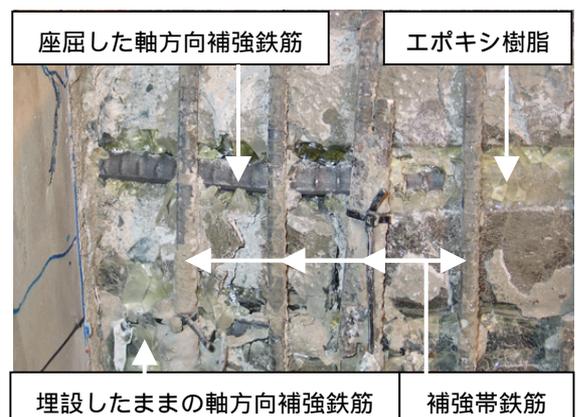


図-5 柱基部破壊状況（鉄筋埋設型，試験終了時）