鉄筋埋設式 PCM 巻き立て工法(AT-P 工法)における埋設溝定着長の検討

九州大学	学生会員	○多田隈育生	渡邊允弘	石村昌也
九州大学大学院	フェロー会	員 日野伸一	正会員	畠山繁忠
(株) アーテック			非会員	彌永裕之
(株) パシフィック	フコンサルタ	ンツ	正会員 /	小沼恵太郎

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災により土木構造物は大きな被害を受けた. そこで、今後発生が予測される大規模な自然災害に備え土木構造物への耐震 補強が急がれている.鉄筋埋設式 PCM 巻き立て工法(以下、AT-P 工法)は、 既設のコンクリート表面に溝切りを施し、溝内に配筋した補強鉄筋をエポキ シ樹脂により定着、ポリマーセメントモルタルによる巻立てを行う耐震補 強工法である.図-1にAT-P 工法の模式図を示す.本稿ではコンクリート に溝切埋設定着された鉄筋について、対象ダムピアの施工限界定着長さで ある 1000mmを基準として引抜試験を実施し、定着長短縮の検討を行った.

2. 試験概要

表-1に試験体一覧,図-2に試験体模式図を示す.試験体は全周埋設定着と溝切埋設定着の2ケースとした.全周定着試験体は,定着長640mm(20φ),480mm(15φ),320mm(10φ)とし,比較用としてコンクリートと一体化させた定着長640mm(20φ)の試験体を用意した.また,溝切埋設設定着試験体は施工限界長さの定着長1000mmおよび910mm,680mm,450mmとした.定着長は,溝切埋設定着のコーン状破壊面積が全周定着の1/2となると仮定し,全周埋設定着のコーン状破壊面積と等しくなるよう設定した.図-3に引抜試験概要を示す.コンクリート試験体の上に反力台を設け,油圧ジャッキにより鉄筋を引抜くことで,各試験体の破壊性状を観察した.

3. 試験結果

表-2 に各試験体の荷重一覧を示す.一部の試験体は,安全性を考慮して途中除荷した.全周埋設定着試験体は,いずれの試験体もコンクリートの破壊より,鉄筋の降伏が先行した.一方,溝切埋設



溝切埋設定着



全周定着

図-2 試験体模式図 表-2 各試験体荷重一覧

エポキシ樹脂 補強放約 予鉄府 表面被覆工 (ポリマーセメントモルタル)

図-1 AT-P工法模式図

表-1 試験体一覧

試験体	定着長(mm)	埋設型	定着方法	
1-1	1000(実施工長)			
1-2	910(20 <i>φ</i> 相当)		マポキシウ美	
1-3	備切理設 680(15φ相当)		エルイン正有	
1-4	450(10 <i>q</i> 相当)			
2-0	640(20 ¢)		コンクリート	
2-1	640(20 ¢)	人田畑凯		
2-2	2-2 480(15 φ)		エポキシ定着	
2-3	320(10 ¢)			



図-3 引抜き試験概要

試験体	定着長(mm)	軸筋降伏(kN)	コンクリート剥離(kN)	最大(kN)	破壊モード	
NO. 1-1	1000	288. 4	312. 2	324. 4	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	
No. 1-2	910(20¢)	287. 1	309. 8	320. 6	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	
No. 1–3	$680(15\phi)$	—	270. 1	289. 7	鉄筋ー樹脂界面の付着破壊	
No. 1-4	450 (10φ)	—	241. 3	241.3	コーン破壊	
No. 2-0	$640(20\phi)$	290. 0	300. 3	391.1	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	
No. 2-1	$640(20\phi)$	289. 8	343. 4	343. 8	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	
No. 2–2	480 (15 ¢)	287.9	307. 2	374.3	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	
No. 2-3	$320(10\phi)$	288. 7	325. 2	371.3	軸筋降伏後のコーン破壊(途中除荷)	

定着試験体は、試験体 1-3、1-4 において、鉄筋が降伏する前に試験体が終局 に至った. そのため、AT-P 工法の溝切埋設定着長の最小値は、全周定着 200 相当の定着長 910mm であると考えられる. 図-4 に全周埋設定着と溝切埋設 定着それぞれの荷重-変位関係を、図-5に2ケース間の同コーン状破壊面積 となる試験体の荷重-変位関係を比較するグラフを示した.変位は試験体コ ンクリート部上面より 150mm の位置の鉄筋の変位とした. グラフより, 300kN 付近で鉄筋が降伏している.全周埋設定着では、定着長が長いほど剛性は大き くなる傾向を示した.また,溝切埋設定着では1-1は載荷初期において剛性は 小さかったが 50kN を超えたあたりから定着長が近い 1-2 とグラフの傾きが 同じくらいになった. そのため, 溝切埋設定着においても定着長が長い方が剛 性は大きくなることが確認できた.また、コンクリートと定着させた 2-0 試験 体よりもエポキシ樹脂により定着させた 2-1 試験体の方が 100kN 以降の剛性 は高い傾向を示した.これより,エポキシ樹脂により付着させた場合,既往の 定着長よりも短縮できる可能性が示唆された.また、図-5より載荷初期では、 全周埋設定着と溝切埋設定着の剛性は同じだが 100kN 以降では溝切埋設定着 で変位が大きくなっている.これは、溝切埋設定着の方が全周埋設定着に比べ、 拘束面が少ないことによるものと考えられる. 図-6 にひび割れ図一覧を示す. ひび割れは全ての試験体において鉄筋降伏前に生じた. 試験体 1-1 および 1-2 は途中除荷したため破壊には至らなかったが、コーン状にひび割れが進展して いる. 試験体 1-3 は着色部が爆裂するような破壊性状であった. 定着部を観察 すると、鉄筋表面部が付着しているのが確認できた.一方試験体 1-4 では、鉄 筋下端部が試験体前面に飛び出すと同時にコーン状破壊を生じた. 試験体 1-3 および 1-4 を比較すると、定着長が短いとコーン半径は大きくなった.



4. 結論

400

300

200

100

0

0

荷重(kN)

2-1 -

5

変位(mm)

(A) 定着長 910mm と 640mm

- 1-2

10

15

実施工での設計値となる定着長 1000mm は,十分安全性を担保(軸筋降伏先行)で きることを確認した.溝切埋設定着は,20φ以上の定着長を確保すれば,軸筋が降伏 先行し,必要定着長を上回ることを確認した.また,実施工では埋設溝定外側に帯筋 が配置されるため,実験結果よりも更に定着耐力が増加すると推測される.

400

300

200

100

0

(B)

0

荷重(kN)



図-4 荷重-鉄筋変位関係

0 5 10 15 変位(mm)

(C) 定着長 450mm と 320mm



2-2 —

5

変位(mm)

定着長 680mm と 480mm

-1-3

10

15