

法政大学工学部 学生員 竹本 忍

正会員 満木 泰郎

正会員 田中 弘

法政大学大学院 学生員 金子 昌生

1. まえがき : 本研究は, FRP製補強材(以下FRPと呼ぶ)をプレストレストコンクリートおよび鉄筋コンクリート用の補強材として使用する際に重要な, 補強材とコンクリートとの付着特性を明らかにすることを目的としている。本研究の特徴は, 付着試験方法として単純引抜き試験法を用いなくて, RILEMの暫定試験方法(以下RILEM法と呼ぶ)による梁による試験方法を採用したことにある。RILEM法にはA法とB法の2種類の寸法の供試体があり, 前回のB法での実験に引き続き今回はA法で実験を行った。A法は細径の補強材の試験に適している。

2. 実験概要 : 実験に用いたRILEM-A法は, 2対のコンクリートブロックを圧縮力を伝達する鋼製のヒンジと付着試験の対象となる補強材とにより一体化された構造の梁であり, 引張力は補強材にのみ作用するようになっている(図-1)。またコンクリートブロックは付着試験時の割裂破壊を防止するために, 十分な量のスターラップで補強がなされている。使用した補強材はカーボン繊維を用いたFRPを3種類, アラミド繊維を用いたFRPを1種類, また比較のための横節異形鉄筋および普通丸鋼であり, その性状等は表-1に示す。コンクリートについては, RILEMでは圧縮強度として225~275(kgf/cm²)のコンクリートの使用を定めているが, 本実験では強度の影響が試験できるよう表-2に示す2種類の配合を使用した。セメントは, 早強ポルトランドセメントを用いた。実験は, コンクリートの打設, 脱枠, 湿潤養生の後, 複合構造載荷試験機を用いて写真-1に示すような2点載荷により行なった。また, 試験時には補強材の自由端の変位を変位計(東京測器製CDP-25)を用いて測定した。

3. 実験結果と考察 : 実験結果の一例を, 図-2~3に示す。このうち, 図-2は目標強度240(kgf/cm²)のコンクリートを, 図-3は目標強度300(kgf/cm²)のコンクリートを用いた場合の結果であり, これらの図において縦軸は付着強度をコンクリートの圧縮強度で割って正規化してある。これらの結果を考察すると次のようになる。

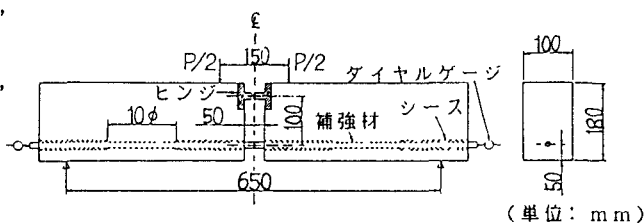


図-1 RILEM-A法

表-1 補強材の物理的性質

記 号	A	B	C	D	E	F
種 類	CFRP			AFRP	鉄 筋	
形 状	ストランド	ロッド(深溝)	ロッド(粗面)	組紐状ロッド	異形鉄筋	普通丸鋼
公称径 (mm)	12.7	7.9	7.9	15.5	15.9	16.0
断面積 (cm ²)	0.76	0.49	0.49	1.50	1.99	2.01
引張強度 (kgf/cm ²)	21200	14800	21800	12800	6300	4500
最大荷重 (tf)	16.10	7.23	10.67	19.20	12.50	9.10
伸び率 (%)	1.5	1.3	1.3	2.0	23.5	34.0
弾性係数 (×10 ⁶ kgf/cm ²)	1.43	-----	1.59	0.62	2.10	2.10

FRPの数値はメーカーによる

表-2 コンクリートの配合

目標 圧縮強度 kgf/cm ²	粗骨材 最大寸法 mm	スランブ の範囲 cm	空気量 の範囲 %	水セメント比 W/C %	細骨材率 s/a %
240	20	8±1	4±1	60	47.5
300				53	46.0

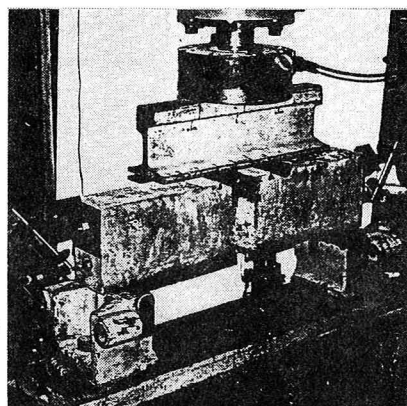


写真-1 試験状況

(1) RILEM法は、鉄筋の降伏点や表面形状の影響をうまく表わすことのできる方法といえる。すなわち、

①付着特性が極めて良好で降伏点が明確な異形鉄筋では、かなりの荷重まで変位が生ぜず、また変位が生じた後は自由端の変位が極めて小さい段階で鉄筋が降伏点に達し、それ以上の変位の増加は認められない。

②表面の凹凸が大きいFRP-Aでは、異形鉄筋と同様にかなりの荷重まで変位はゼロである。しかしFRP-Aは異形鉄筋に比較して引張強度が著しく大きいため、降伏に達することではなく、自由端の変位は、最大荷重に達した後もかなりの増大が認められ、滑動開始後は変位量のみが増加する。

③表面の凹凸が少ないFRP-B, C, Dでは、比較的小さい荷重でFRPの滑動が開始し、その後は変位量のみが増大する。したがって付着強度が小さいものと予想される。

(2) 使用したコンクリートの圧縮強度の影響については、本実験ではコンクリートの強度に依存するという結果を得た。この点については尚検討が必要であると考える。

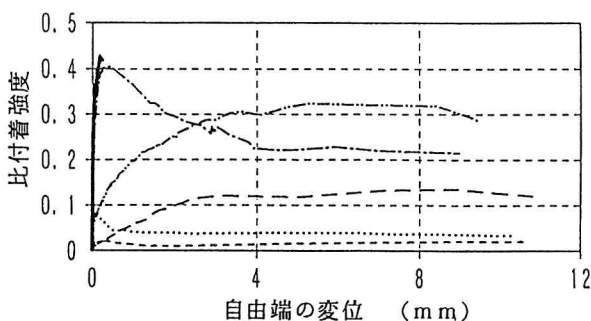


図-2 比付着強度-変位曲線 (目標強度240kgf/cm²)

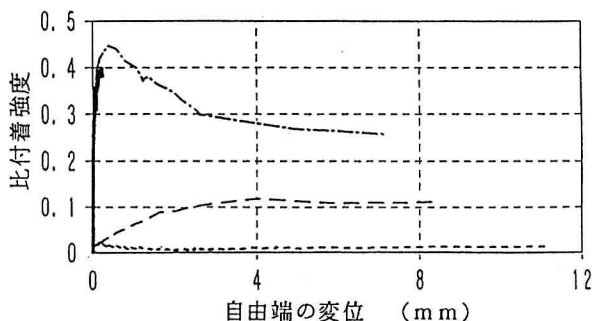


図-3 比付着強度-変位曲線 (目標強度300kgf/cm²)

4. まとめ : FRPの付着試験について、RILEM-A法およびB法の各々について実験を行ってきた。その結果、RILEM法は付着特性をかなりよく表現していると判断し、FRPのような

定着が困難な補強材の付着試験方法として最適であると考えた。しかし、本方法を付着試験方法として採用するには、引抜き試験結果との比較などのデータの積み重ねや試験方法の改良などが必要であると考える。

本実験を行うにあたり、FRPおよびそれらに関する資料の提供で三井建設株式会社、三菱化成株式会社、および株式会社ピー・エスの方々にお世話になりました。記して感謝致します。

5. 参考文献 :

- (1) RILEM : Bond test for reinforcing steel - beam test VOL.6-N° 32-1973-MATÉRIAUX ET CONSTRUCTIONS pp.97~101
- (2) 金子 昌生 : RILEM暫定試験方法によるFRP補強材の付着特性 - 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第5部 pp.212~213 (1992)