

CFRPロッドのスリーブ定着およびグラウト材との付着性能に関する実験的研究

(株) ジオセンターM 正会員 〇鞠 笑輝 宮崎大学 正会員 今井富士夫
 (株) ジオセンターM 正会員 満倉 忠勝 宮崎大学 正会員 中澤 隆雄

1. まえがき

近年、非腐食型補強材として炭素繊維が使用されるようになってきており、コンクリート構造物の補強材などに適用されつつある^{1), 2)}。本研究は炭素繊維補強材(CFRP)のセメントミルクをグラウト材とするアンカーへの適用について検討するもので、ここで対象とする補強材はより線型ではなく、リブを有する平行型繊維(ロッド)である。本報告では基礎的研究として、CFRP ロッドのスリーブ定着およびグラウト付着について検討する。スリーブ定着では定着材として膨張セメントに加え、樹脂系充填剤を含む3種の定着材の定着性能について考察するものであり、グラウト付着ではCFRP ロッドとセメントミルクとの付着について検討するものである。

2. 定着試験

定着材には表-1に示すような3種の材料を使用した。ECMは膨張セメントであり、他は充填材や接着剤として使用されている樹脂である。これらの材料性状を表-1に示す。供試体は図-1に示すように、定着スリーブ(外径φ30mm, 内径φ20mm)に炭素繊維(φ10mm, 公称破断強度 165kN)を挿入し、その隙間に膨張セメントや樹脂を充填した。ただし、引張試験機に定着する定着治具部分と炭素繊維の間には柔らかいゴムを挿入した。引抜き量は試験機ヘッド間の距離間変位を変位計で測定し、スリーブの変形は材軸方向に密にひずみゲージを貼付して測定した。なお、スリーブは当初の実験ではS45C($\sigma_y = 345\text{N/mm}^2$)を使用した。炭素繊維の公称破断強度に達する引張荷重以前に降伏したため、後半の実験では熱処理された降伏強度の高いS45CQT($\sigma_y = 490\text{N/mm}^2$)を使用した。表中の()は、熱処理されたスリーブを使用した結果を示すものである。

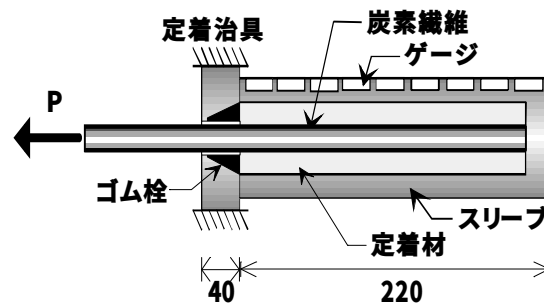


図-1 定着試験

表-1 定着材の材料特性

記号	配合・成分	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	付着強度 (N/mm^2)	膨張圧 (N/mm^2)	破壊荷重 (kN)	最大変位 (mm)	破壊状況
ECM	膨張セメント	—	—	—	50	182.5(215.0)	15.8(20.8)	破断(破断)
ARA	エポキシ系	—	—	19	—	117.5(188.0)	26.29(20.9)	引抜け(破断)
HRD	アクリル系	50	15	—	—	125.5	20.4	引抜け
DBD	エポキシ系	78	56	—	—	128.5	11.7	引抜け

注) 表中の()はスリーブの熱処理を行った供試体を示す。

図-2は4種の充填材による引張荷重—試験機ヘッド間変位の関係を図示したものである。S45Cのスリーブを使用した実験では炭素繊維の公称破断強度の2/3に相当する110kNでスリーブが降伏した。このときの破壊状況を表-1に示す。膨張セメントは炭素繊維の公称破断を越えた引張力まで耐え、繊維破断となったが、他の樹脂系充填材ではすべてリブ破壊による引き抜けとなっていた。

そこで、熱処理された降伏強度の高いスリーブに変更して実験を行ったところ、スリーブの降伏は炭素繊維の公称破断強度以降に生じ、樹脂系で初期の実験では引張強度で中位にあった接着剤ARAでも公称破断強度を越える引張力を維持することができた。また、引き抜き剛性も熱処理したスリーブでの2種の試験では公称破断強度まではほぼ同等であると云える。樹脂ARAの付着強度から換算される引張強度は75kNで、本実験では

キーワード：CFRP ロッド、定着性能、付着強度、引張試験、膨張セメント、樹脂

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 宮崎大学工学部土木環境工学科 TEL 0985-58-7324

188kN と 2.5 倍の強度を維持しており、0.3mm 程度のリブが耐荷力に大きく寄与したことになる。

これら 2 つの実験結果から、強度の高いスリーブを使用すれば、今回使用した樹脂系接着剤も定着材としての使用は可能と思われる。

3. 付着試験

付着試験では、付着長 L が 100mm 及び 150mm の 2 つについて、図－3 に示すような引抜き試験を実施した。

供試体は断面が 100mm×100mm で、非付着長が 30mm になるように高さを設定した。本実験でのグラウトは W/C=50% で、圧縮強度は 39.7N/mm² であった。

付着試験結果を図－4 に示す。D10 では過度に小さい値（□のデータ）も生じており、これはリブが他のロッドに比較して薄いものとなっていたことに起因する。「CFRP スtrand」と「PC より線」は文献3）より引用した。また、「D10 修正」は過度に小さかったデータを除去して整理したものである。ロッドの付着性能について、径の異なる両者を比較すると、全体のデータから得られたものでは径が大きくなると付着強度は低下するように見受けられるが、修正されたデータでの比較では、径の違いによる差異はほとんどないと云えよう。また、いずれも付着長が大きくなると付着強度は低減する傾向にある。さらに、CFRP スtrand と PC より線との比較では、CFRP ロッドは CFRP スtrand とほぼ同等であり、PC 鋼より線よりも付着強度が高いことが判る。このことより、CFRP 自体は PC 鋼より線などの鋼材より付着強度が高く、0.3mm 程度のリブが有効に働いていると言える。

4. まとめ

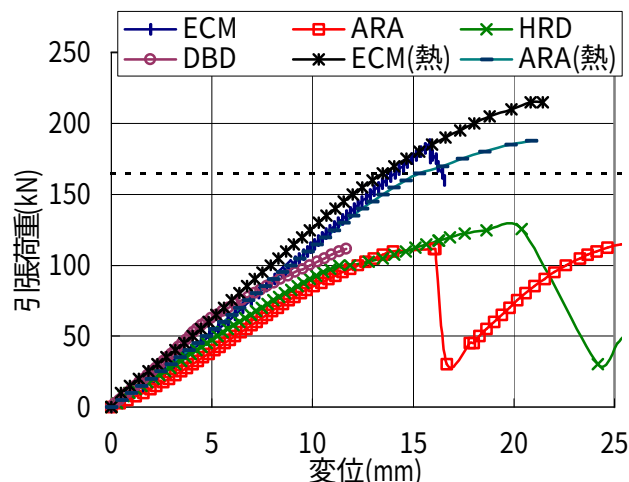
本報告から明らかになった結果を要約すると、以下ようになる。

- (1) CFRP ロッドの公称破断強度に達する引張力に対して、降伏することのないスリーブを使用すれば、樹脂系接着剤も膨張セメントとほぼ同等に定着材として機能できる。
- (2) リブは定着および付着強度に対する寄与は大きく、定着試験においては ARA の公称付着強度から換算された引張強度の 2 倍以上となり、付着試験においては CFRP スtrand とほぼ同等な付着強度を得ることができた。

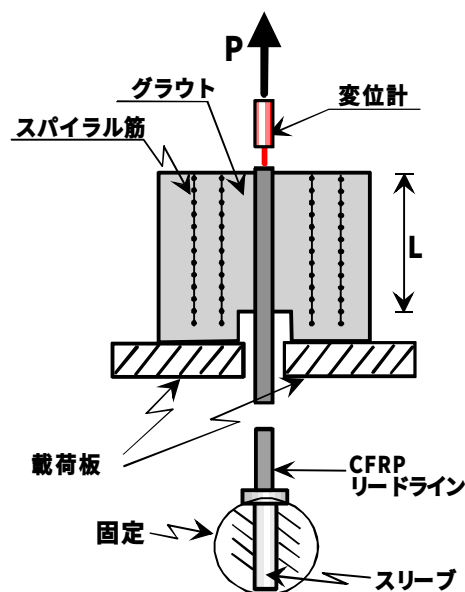
今後は実験データの蓄積とリブの効果を検討するための「リブ無しロッド」による実験などを予定している。

参考文献

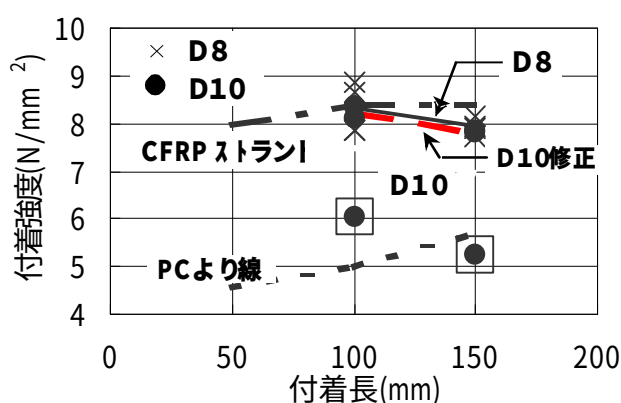
- 1) 土木学会：連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー88，1996
- 2) 加藤・手塚・久部：土木学会第 57 回年次学術講演会，pp.665～666，2002
- 3) (財)土木研究センター：土木系材料技術・公募型技術審査証明報告書（第 503 号），1994



図－2 引張荷重－変位曲線



図－3 付着試験



図－4 付着強度と付着長