

炭素繊維とコンクリートの付着に関する実験的研究

北海道建設工学専門学校 正員 鈴木久夫
 北海学園大学 正員 高橋義裕
 (株)東立エンジニアリング 市東 弘
 株式会社アーキ 作山利之

1ーはじめに

筆者らは、コンクリートの補強材料を現在の環境を考慮し金属から非金属に変えた補強技術「被覆拘束補強CRRC*」を提案し、その補強効果を確認してきた。^{1)・2)・3)}

筆者らが、補強材として採用している非金属は、現在一般的となった炭素繊維である。

コンクリート梁を炭素繊維で補強して補強特性を検証すると、炭素繊維の物理的性質を有効に発揮させることが出来ない多くの問題点があり最後に残った大きな問題が、コンクリート梁の曲げ実験において発生する「急激な曲げ破壊」であった。

筆者らは、この「急激な曲げ破壊」を炭素繊維とコンクリートの付着性能を高めることで解決した。⁴⁾

今回は、前回の実験で「急激な曲げ破壊」防止に効果を示した炭素繊維に細骨材をあらかじめ貼り付ける「砂付け加工」に於いて、細骨材の呼び径が付着性能に与える効果を確かめることを目的として押し抜き実験を試みたもので、良好な結果が得られたので報告する。

2ー実験

実験に用いた細骨材呼び径は JIS 規格土粒子および骨材篩、呼び径 0.85mm・1.2mm・2mm・2.5mm・5mm に留まった 5 種類を用いた。供試体は、FRPで作られた形状 $\phi 150\text{mm} \times 300\text{mm}$ の円柱型枠を 5 本用いた。

それぞれの供試体内部に「砂付け加工」を施した炭素繊維を軸方向に貼り付けた。その供試体模式図を図-1 に示す。付着効果を比較するために、基準供試体として「砂付け加工」を施さない供試体も作成した。実験は載荷版の沈下量を押し抜け量として、荷重との関係を見たものである。

コンクリートは、従来から使用してきた W/C=50%、単位水量 150・細骨材率 45%を用いた。また、使用した炭素繊維は目付け量 300 である。

2ー結果

実験は、コンクリートを打施後、型枠より、押し抜く際に生じる荷重強度を押し抜け量 1mm毎に測定し、荷重強度の変化によって、付着性能を評価しようとするものである。

押し抜き実験の結果を最大荷重－呼び径別押し抜け量関係として図-2 に示す。

この結果より全ての供試体は、押し抜け量 5mm 近傍で、付着切れが発生していることが読み取れる。

荷重強度から判断すると、良好な付着効果を見せたのは呼び径 0.85mm から 2mm までの細骨材を貼り付けた供試体であった。

4ーまとめと考察

各供試体が示した最大荷重と呼び径との関係を図-3 に最大荷重－呼び径別押し抜け量関係として示す。

基準供試体が示した最大荷重は、付着効果を与えていないため炭素繊維との摩擦抵抗が作用した結果と判断することが出来る。しかし、呼び径が増加するにしたがって、最大荷重にも増加傾向が現れることから、細骨材を貼り付けることで、コンクリートと炭素繊維が良好な付着性を発揮していることが判断できる。また、呼び径 0.85mm・1.2mm 及び 2mm が受ける最大荷重が接近していることが読み取れる。

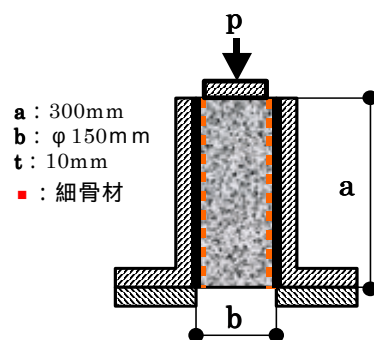


図-1 供試体の模式図

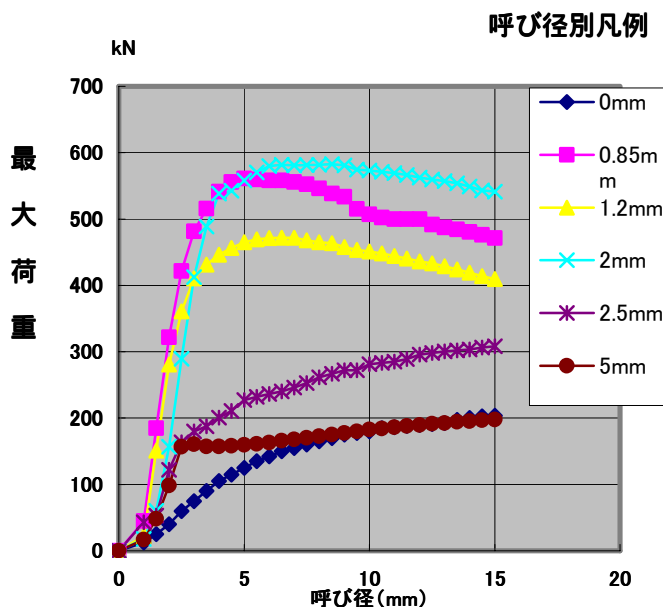


図-2 最大荷重－呼び径別押し抜け量関係

キーワード：新素材・補強・連続繊維・付着

連絡先：札幌市清田区平岡 2 - 2 - 1 - 3 5

0 1 1 - 8 8 1 - 1 5 1 4

呼び径 2.5mmに付いては急激な荷重の減少が見られたことで、付着効果を与える呼び径のピークがこの範囲にあることを示したように思われる。

最大荷重減少の要因として、単位面積に接着されている細骨材数が考えられる。その要因を表す図を1呼び径が受ける荷重として図-4に示す。また、単位面積に接着している平均細骨材数を表-1に示す。接着平均個数は、呼び径篩目に残った呼び径と通過した篩目の平均を取ったものを一辺とする四角推と仮定し、単位面積に接着している最大個数を求めたものである。表-1より付着性能が良好だった 0.85mm から 2mm までの接着個数が多いことが認められる。また、図-4より1呼び径が受ける荷重強度について、0.85mm から 2mm までの勾配と、2mm から 2.5mm 区間の勾配の変化が認められた。この勾配の変化は、接着呼び径個数と相関を持つことが両者より読み取れる。よって、1 呼び径が受ける荷重強度が炭素繊維と細骨材を接着させている接着強度以下の場合、付着が維持されることとなり、接着強度を超えた場合に炭素繊維と骨材の薄利が発生して付着限界を迎える。呼び径 2.5mmと 5mmにおける、急激な最大荷重の低下は、前記により説明が可能となるように思われる。

また付着効果が良好である場合、押し抜け量と共に、供試体側面に歪変化が発生することが予測された。

そこで供試体側面に5cm間隔に歪ゲージを貼り付けて供試体の付着切れ近傍の歪を測定した結果を図-5に示す。この図より、良好な付着効果を示した供試体側面には、圧縮を示すマイナス歪が発生しており、マイナス歪が顕著に現れたのは呼び径 1.2mmの細骨材を貼り付けた供試体だった。また、最大荷重を記録した、細骨材呼び径 2mmを貼り付けた供試体の歪については、緩やかな歪の発生が認められ樽型膨張の形態を示すことから良好な付着効果が示された結果と判断できる様に思われる。

今回の実験で明らかになったことは、付着を有効にするには、補強主体の全面積が付着有効面積となる必要があり、貼り付けられた細骨材の1呼び径にかかる力を、接着剤の接着強度以下に保つことも付着効果を高めるためには重要な要素になると考えられる。また、単位面積あたりに接着されている細骨材の有効個数と有効呼び径は、今回の実験範囲では、最適呼び径は2mmで最適接着個数は20個であった。以上より、コンクリートに作用する外力を補強主体に効率よく伝達させるためには、炭素繊維に接着された付着材の適切な大きさと、付着材1個にかかる荷重が接着剤の接着強度以下に保つことが重要であると、今回の実験は示したものと考える。

参考文献

- 1)「持続する社会資本を構築する新しいコンクリートの補強技術」
1997年建築学会第14回 PLEA 国際会議釧路学術講演集「材料及び部材編」高橋義裕・鈴木久夫
- 2)「多層被覆はりの曲げ挙動に関する実験的研究」
1998年第52回土木学会全国大会 講演概要集第6部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 3)「軸方向張り付け補強に4面巻き付け補強を併用したコンクリートはりの曲げ挙動に関する実験的研究」
2000年第54回土木学会全国大会 講演概要集第5部門 高橋義裕・鈴木久夫
- 4)「被覆拘束コンクリートはりの曲げ挙動」
2002年第56回土木学会全国大会 講演概要集第5部門 高橋義裕・鈴木久夫

*Coated Restriction Reinforced Concrete

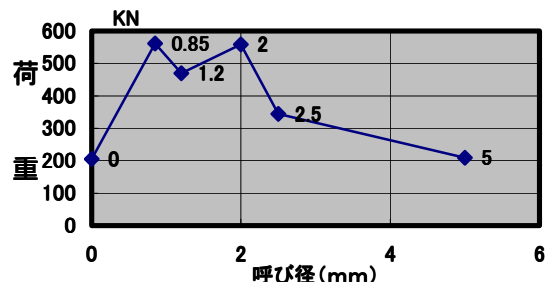


図-3 荷重-粒形関係

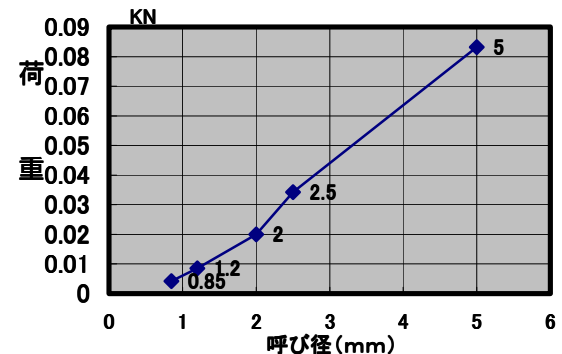


図-4 1呼び径が受ける荷重

表-1 呼び径別単位面積接着細骨材個数

付着の良否	付着良好					付着劣
呼 び 径 (m m)	0.85	1.2	2	2.5	5	
単位面積に接着している個数(個/cm ²)	95	39	20	7	2	

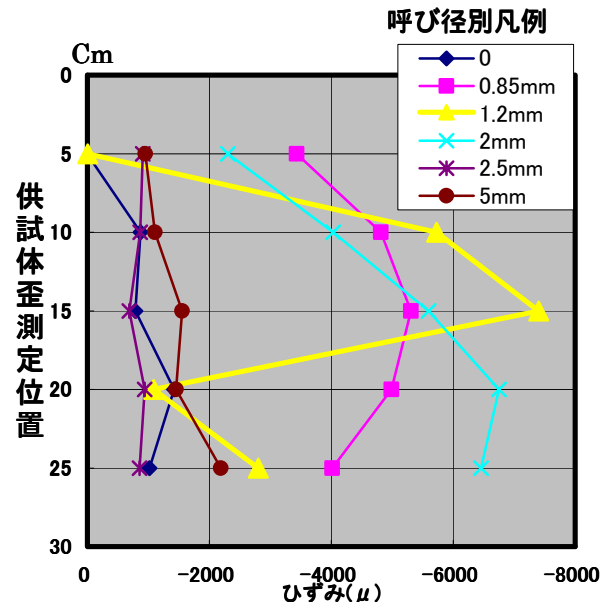


図-5 押しぬけ量5mm時点の供試体の歪