

凍結融解作用を受けるFRPロッドとコンクリートの付着劣化に関する研究

大阪市立大学 工学部 学生員 ○徳田 仁

大阪市立大学 工学部 正 員 眞嶋 光保

1. はじめに 近年、鋼材にかわるコンクリート補強材として、炭素、アラミド、ガラスなどの連続繊維をエポキシなどの樹脂で収束し、成形したFRPが注目されている。実験例、施工例ともに少なく不明瞭な点が多いFRPであるが、コンクリート補強材として使用するためには、鋼材と同等以上の引張強さとコンクリートに対する十分な付着、定着性能を併せ持つことが必要である。そこで本研究はFRPの付着能力は鉄筋と比較してどうかを調べることにした。また、FRPと鋼材は物理的性質において様々な相違点を持つが、その中の一つとして温度膨張係数が挙げられる。鉄筋コンクリート中における鋼材とコンクリートの温度膨張係数はともに $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ としてよいがFRPを形成する連続繊維の温度膨張係数は表-1に示すように $-5.71 \sim 1.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ¹⁾とコンクリートのそれと比較して大きく異なり、鉄筋コンクリートと比較してFRPとコンクリートは温度履歴の影響が大きいと考えられる。このことが両者の付着に影響を及ぼし、付着性能を劣化させると推測される。また、FRPの表面異形加工が複雑なためロッドがコンクリートに十分に定着せず、両者の間に水分が浸入し、凍結融解作用を受けると付着劣化を起こすことも推測される。このため本研究は凍結融解作用によるFRPロッドとコンクリートとの付着劣化を調べることにした。

2. 実験計画

①使用材料 本研究に使用したFRPロッドの諸元を表-1に示す。なお、比較供試体としてD10の異形鉄筋を実験に供した。

②供試体寸法 供試体はJIS原案「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法」²⁾に準拠して $100 \times 100 \times 100$ mmの型枠にロッドを固定し、コンクリートを打設し、作成した。なお、付着長は4Dとした。ここにDはロッド径を表す。

③実験方法 供試体は材令14日で凍結融解作用にかけるものとした。凍結融解作用はJISに記載されている方法に準拠して行った。凍結融解作用を受けたFRPロッドとコンクリートの付着劣化はロッドの引抜き試験によって調べることにした。

3. 実験結果および考察 図-1に凍結融解作用を受けない場合のロッドとコンクリートの付着試験結果を示す。FRPロッド表面には表-1に示すような様々な異形加工が施されているが、以下に異形加工形状別の引き抜き試験状況を示す。

異形鉄筋、組紐状…コンクリートの割裂破壊が生じた。

糸巻き…ロッド界面と巻き付け繊維の間の樹脂の

表-1 使用ロッドの諸元¹⁾

連続繊維	マトリクス樹脂	公称径 * (mm)	表面異形 加工形状	膨張係数 ($\times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)
炭素	エポキシ	0.75	より線	0.6
アラミド	ビニルエステル	0.6	繊維巻き	-3
P.V.A.	エポキシ	0.75	糸巻き	**
ガラス	熱可塑性	0.8	糸巻き	**
炭素	エポキシ	0.8	塗粒	**
アラミド	エポキシ	0.8	組紐	-5.71
異形鉄筋	—	D10	異形加工	12

*) 公称径はカタログ値による

**) 数値不明

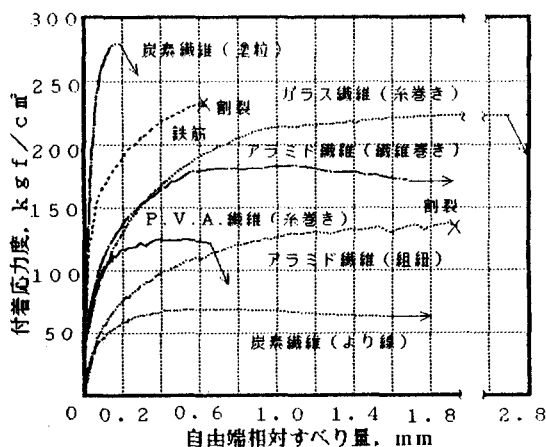


図-1 自由端相対すべり量と付着応力度の関係

Hitoshi TOKUDA, Mitsuyasu MASHIMA

剝離によって突然付着能力を失う。

繊維巻き、より線…付着切れが生じても糸巻きロッドのように表面異形加工が破壊しないため引抜き荷重を保持したまますべり量が増大していく。

図-1よりFRPロッドの付着強度は異形加工が適切であれば $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上確保できることが分かった。

次に凍結融解作用を受けたFRPロッドとコンクリートの付着試験の結果を以下に示す。表-1に示したロッドのうち異形鉄筋、炭素繊維(より線)、アラミド繊維(繊維巻き)、ガラス繊維(糸巻き)、P.V.A.繊維(糸巻き)の5種をそれぞれ使用した供試体を凍結融解作用にかけた。それらの結果を図-2～図-6に示した。図は凍結融解作用サイクル数とロッドの最大付着応力度の関係を表したものである。なお、付着応力度は引抜き荷重を公称径より算出した付着面積で除して求めた。

異形鉄筋、炭素繊維(より線)、アラミド繊維(繊維巻き)使用供試体のうちいくつかは凍結融解作用中にわれを生じた。これは供試体コンクリート部の強度不足に因るものと思われる。図-2～図-6にみられるとおり各供試体とも多少のばらつきがあるが最大付着応力度は凍結融解作用のサイクル数に関係なくほぼ一定している。このことより異形鉄筋同様、各FRPロッドは本実験の範囲内において凍結融解作用によるロッドとコンクリートの付着劣化はみられなかったといえる。

4. 結論

- ・FRPロッドの付着強度は表面の異形加工が適切であれば $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上確保できる。
- ・FRPロッドは表面異形加工形状の違いにより引抜き状況が異なる。
- ・凍結融解作用を受けたFRPロッドとコンクリートとの付着劣化は本実験の範囲内においてはほとんどみられなかった。これより、凍結融解作用が両者の付着に及ぼす影響は鉄筋と同様にほとんどないといえる。

5. あとがき

実験を行うにあたり、多大な御協力を頂いた近畿コンクリート㈱の岩本勲氏、㈱浅沼組の立松和彦氏、藤沢薬品工業㈱の田中恭一氏をはじめ関係各位の方々に對して深甚なる謝意を表します。

参考文献) 1) 連続繊維を利用したコンクリート系複合材料の土木構造分野への適応に関する技術の現状(中間報告) p.6; 土木学会コンクリート委員会・連続繊維小委員会; 1990年6月

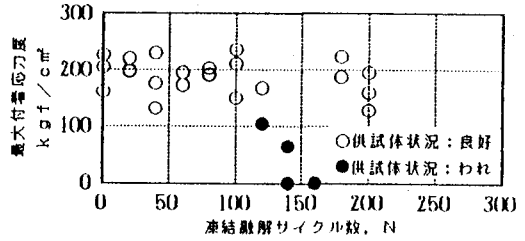


図-2 異形鉄筋

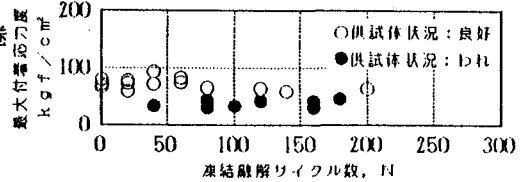


図-3 炭素繊維(より線)

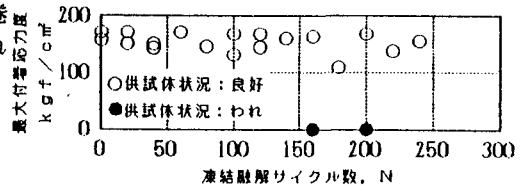


図-4 アラミド繊維(繊維巻き)

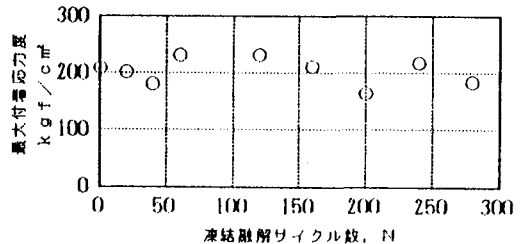


図-5 ガラス繊維(糸巻き)

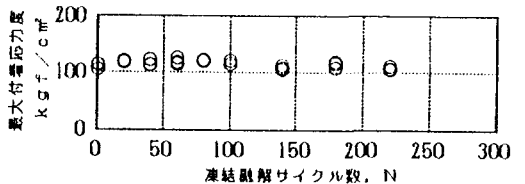


図-6 P.V.A. 繊維(糸巻き)