

清水建設(株)土木技術部 正員 橋 光 健 二
同 正員 森 山 謙 久
清水建設(株)研究所 正員 高 水 卓 二

1. はじめに

超早強ポルトランドセメントを使用した鋼繊維補強吹付けコンクリートのせん断強度⁽¹⁾と施工性⁽²⁾については昨年の本大会で発表された。また、吹付けて得られた鋼繊維補強コンクリート⁽³⁾(以下、SFRCと呼ぶ)における繊維の分散状態と強度の関係などについては他の機会⁽³⁾に発表した。本報は昨年の発表以降に検討した耐久性、強度および強度管理方法(ここでは縦幅の都合から、せん断強度を中々に述べる)についての知見を報告するものである。

2. 実験の概要

実験の詳細は既報⁽¹⁾⁽²⁾に示すとおりである。吹付け機は湿式のS、Cの2機種、セメントは日本セメント超早強ポセ、骨材は川砂(5mm以下)と砕石(15mm以下)、鋼繊維はA(0.3×0.5×25mm)、B(0.35×0.5×15mm)、C(0.25×0.5×25mm)の3種類のせん断繊維、混和剤は高性能減水剤または遅延型減水剤を用い、その他に急結剤を用いた。なお、SFRCの水セメント比は80±3%、細骨材率は70%または100%、鋼繊維混入率(以下、 V_f と呼ぶ)は0~2%vol.とした。供試体はSFRCを吹付けて作製したパネルから10×10×40cmのビームを抜き出し(吹付けSFRC供試体)、これを用いて圧縮(JIS A1114)、曲げ(同A1106)、せん断(2面せん断試験法)などの強度試験を行なった。また、凍結融解抵抗性試験はASTM C 666によった。さらに、中性化の判定にはフェノールフタレイン溶液を用いた。なお、比較のために通常の方法で10×10×40cmの鋼製型枠に打込んだ供試体(打込みSFRC供試体)も作製した。試験日数は2日、28日とした。

3. 耐久性、強度および強度管理方法の検討

3-1 耐久性について

a) 凍結融解作用に対する抵抗性: 図-1はA繊維、C機を用いた試験結果の一部である。この図から、 V_f が増大すると吹付けSFRCにおいても凍結融解抵抗性が増大することがわかる。この傾向は、打込みSFRCについての既往の研究結果⁽⁴⁾と一致している。なお、この実験で用いたSFRCの吹付け前の空気量は3%内外であった。また、比較のために、通常の打込みコンクリートについて得られた結果⁽⁵⁾を同図に点線で示した。この場合の空気量は普通コンクリートは1%、AEコンクリートは5%であった。

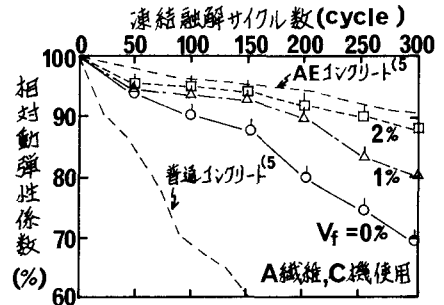


図-1 吹付けSFRCの凍結融解試験結果

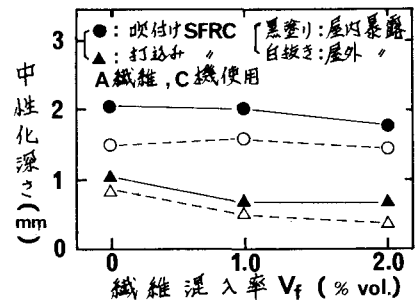


図-2 SFRCの中性化深さ (柱令1年)

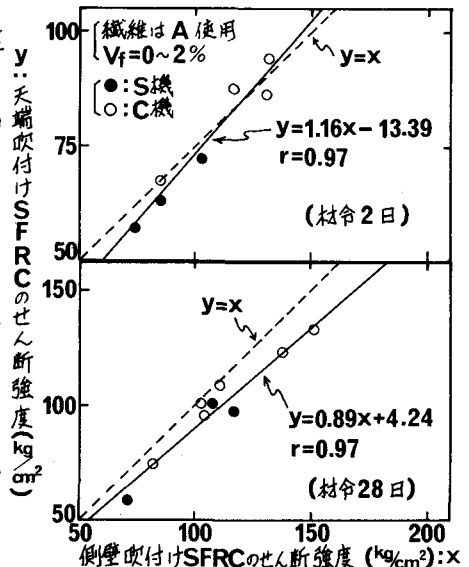


図-3 吹付け方向の違いによるせん断強度の関係

b) 中性化深さ：図-2に吹付けSFRCの繊維混入率と放令一年における中性化深さの関係を示す。この図より中性化深さは吹付けSFRCの方が打込みSFRCより大きいことおよびほぼ中性化深さに影響を与えないことがわかる。また、非中性化領域における鉄繊維には全くサビが発生していないがった。

3-2 強度について

a) 繊維混入率および繊維寸法の強度への影響：吹付けSFRCの強度は $V_f = 2\%$ までは、 V_f に比例してほぼ直線的に向上すること、および $V_f = 1\%$ では繊維寸法が変わっても強度上の有意差は認められなかったことは既報⁽¹⁾⁽²⁾で述べたとおりである。

b) 吹付け方向と強度の関係：図-3に側壁吹付けSFRCと天端吹付けSFRCのせん断強度の関係を示す。この図より、吹付け方向による強度上の差は実用上ないと考えられる。なお、同様な傾向は圧縮強度、曲げ強度においても得られている。

c) 圧縮強度とその他の強度の関係：図-4に吹付けSFRCの圧縮強度とせん断強度の関係を示す。また、同図にはGraf⁽⁶⁾が通常の打込みコンクリートについて得た実験式も示す。この図より圧縮強度とせん断強度の間には強い相関関係があること、およびSFRCについて得られた一次回帰式は既往の実験式を上回っていることがわかる。このような傾向は圧縮強度と曲げ強度の間にも認められる。吹付けSFRCの一次回帰式が既往の実験式を上回るの、SFRCにおける繊維補強効果が圧縮強度におけるよりも、せん断や曲げ強度においてより顕著であることによるとと思われる。

3-3 強度管理方法について

吹付けイングリートの強度管理方法を検討する目的で従来の打込み方法により吹付け前のSFRCを用いて供試体を作製し、吹付けSFRC供試体との強度上の比較を行なった。図-5に両者のせん断強度の関係を示す。この図よりかなり強い相関関係のあることがわかる。同様な傾向は、他の強度においても、また、放令2日の場合にも得られている。この事実より、今後さらにデータ数を増やすことによって“吹付けイングリート(SFRC)の強度管理方法”を確立することが可能になると思われる。

4. まとめ

吹付けSFRCについて以下の知見が得られた。i) SFRCの凍結融解抵抗性は繊維量の増大により改善される。ii) 繊維量は中性化深さに影響を与えない。iii) 吹付け方向による強度差はないと考えてよい。iv) 圧縮強度とその他の強度の間には強い相関関係がある。v) 打込んだSFRCを用いて吹付けSFRCの強度管理をすることが可能である。

謝辞 実験を行なうにあたり日本セメント(株)および当社各部の御協力を頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 2) 福光、森山他「土木学会52年度大会報告集」V-70, V-71, 3) 福光他「イングリートSFRCの性能」PP.168~171 (S52年)
- 4) 小森他「生産技術」vol.28, No.9, PP.17~19, 5) U.S. Dept. of I.B. of R. "Concrete Manual" 7th. Edition, 1963
- 6) Graf, O. "Die Eigenschaften des Betons", Berlin, 1960

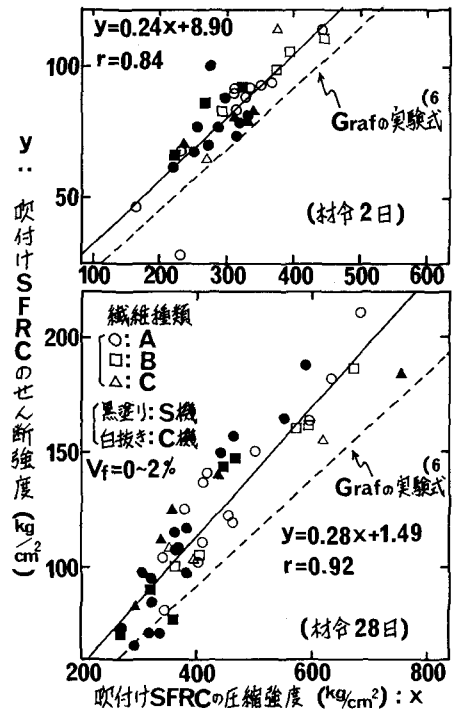


図-4 吹付けSFRCの圧縮強度とせん断強度の関係

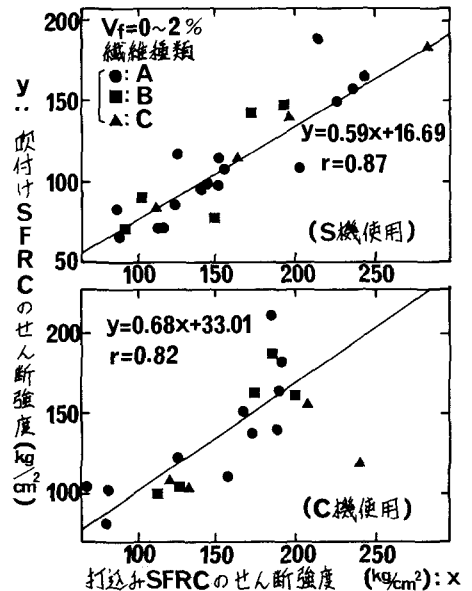


図-5 打込みSFRCと吹付けSFRCのせん断強度の関係 (材令28日)