

鋼繊維によって内的拘束を受けるコンクリートの 支圧強度に及ぼす骨材寸法の影響

正会員 ○ 山田 和夫*1 同 瀬古 繁喜*2
同 関 俊力*3 同 金森 蔵司*4

コンクリート 支圧強度 鋼繊維
内的拘束 骨材寸法 重回帰分析

1. はじめに

前報¹⁾では、鋼繊維によって内的拘束を受ける鋼繊維補強モルタルの支圧特性を取り上げて、帯筋や鋼管による外的拘束との違いについて検討を行ったが、本研究では、引き続き鋼繊維によって内的拘束を受ける鋼繊維補強コンクリートの支圧強度に及ぼす骨材寸法、鋼繊維混入率およびそれらの相互作用の影響について検討した。

2. 実験方法

2.1 試験体

本実験では、表-1に示すように、何れの試験体も外形(D)×高さ(H)がφ150×300mmの円柱体を使用し、実験要因としては、骨材寸法(d: 5, 15および25mmの3種類)、鋼繊維体積混入率(V_f: 0.0, 2.0および4.0%の3種類)、並びに支圧径(B: 50, 75, 100および145mmの4種類)を取り上げて一連の支圧強度実験を行った。なお、本実験では、水セメント比(W/C)は45%の一定とした。

2.2 加力および測定方法

加力要領を図-1に示す。本実験では、鋼繊維補強モルタルおよびコンクリートの1軸支圧加力に際して容量2,000kNの耐圧試験機を使用し、単調漸増1軸支圧荷重を行って最大耐力と荷重-軸変位関係の測定を行った。

表-1 実験の概要

実験シリーズ	骨材寸法 d (mm)	試験体寸法 (mm)	支圧径 B (mm)	鋼繊維混入率 V _f (%)
d05-V00	5	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
d05-V20			φ75, φ50	2.00
d05-V40				4.00
d15-V00	15	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
d15-V20			φ75, φ50	2.00
d15-V40				4.00
d25-V00	25	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
d25-V20			φ75, φ50	2.00
d25-V40				4.00

3. 実験結果とその考察

3.1 既往の支圧強度式による支圧強度推定結果

図-2(a)~(c)は、本実験によって得られた鋼繊維補強コンクリートの支圧強度と支圧径との関係に関する実験結果(図中の●、○および●)と式(1)で表される六車・岡本が提案したコンクリートの支圧強度推定式による支圧強度の推定結果(赤色の破線)とを比較したものである。

$$F_B = F \cdot (A/A_i)^{0.439} \quad (1)$$

ここに、F_B: 支圧強度 (N/mm²)、F: 全面圧縮強度 (N/mm²)、A: 支承面積 (mm²)、A_i: 支圧面積 (mm²)。

これらの図によれば、六車・岡本式による支圧強度推定値は、鋼繊維体積混入率(V_f)が0.0および2.0%の試験体では、骨材寸法に関わらず実験結果と良く一致しているが、V_fが4.0%の場合には、支圧径が小さくなると過小評価となっている。また、V_fが0.0%の場合の支圧強度は、支圧径に関わらずモルタルよりもコンクリートの方が若干小さくなっており、従来から認められている傾向と一致するが、鋼繊維が混入されると、骨材寸法の影響が小さくなる傾向にある。従って、鋼繊維によって内的拘束を受ける鋼繊維補強モルタルおよびコンクリートの支圧強度と支圧径との関係は、帯筋や鋼管の外的拘束を受ける場合と同

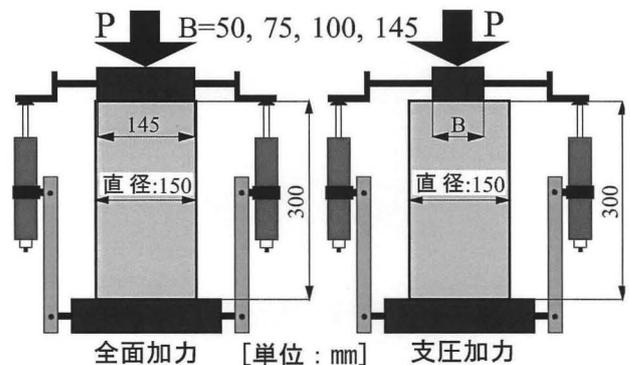
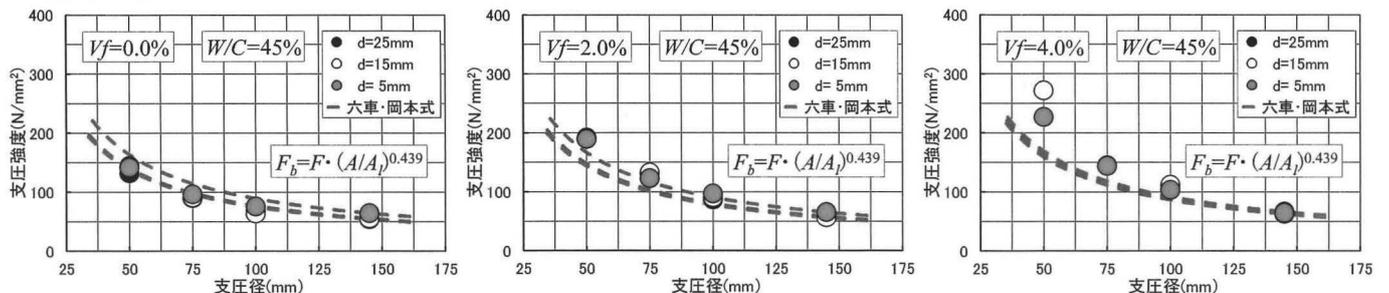


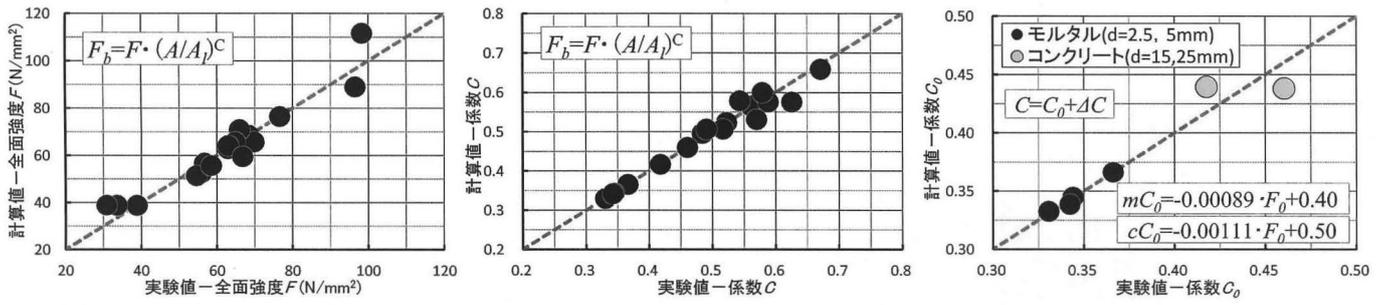
図-1 試験体の加力および軸変位の測定要領



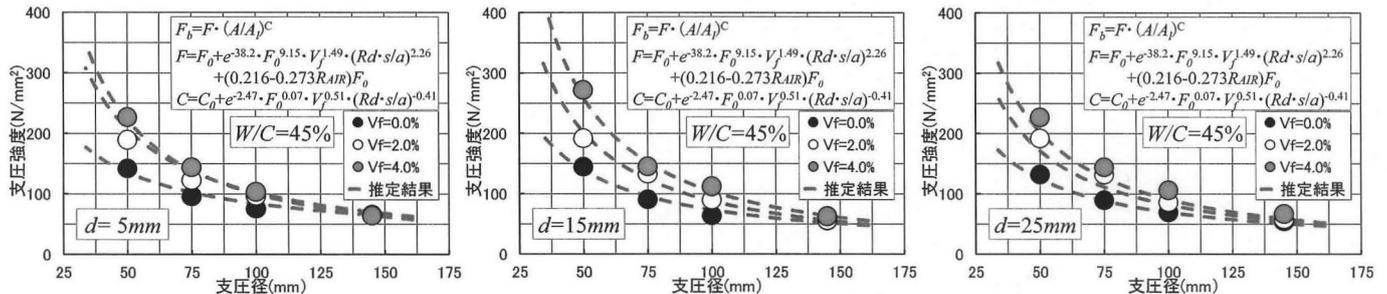
(a) V_f=0.0%の場合 (b) V_f=2.0%の場合 (c) V_f=4.0%の場合
図-2 支圧強度F_bの実験結果と支圧径Bとの関係(六車・岡本式による推定結果との比較)

Effect of Aggregate Size on Bearing Strength of Concrete having Internal Confinement by Steel Fiber

YAMADA Kazuo, SEKO Shigeki, SEKI Toshikatsu, KANAMORI Soji



(a) 全面強度Fの計算値と実験値の比較 (b) 係数Cの計算値と実験値の比較 (c) 係数Coの計算値と実験値の比較
 図-3 F値, C値およびCo値に関する重回帰分析結果



(a) モルタル (d=5mm) の場合 (b) コンクリート (d=15mm) の場合 (c) コンクリート (d=25mm) の場合
 図-4 支圧強度Fbの実験結果と支圧径Bとの関係に関する重回帰分析結果の適用性

様に、鋼繊維による内的コンファインド効果によって影響を受け、一般的に骨材寸法が大きく、かつ鋼繊維による内的コンファインド効果が大きいほど、全面加力時の強度に対する支圧強度の増大が著しくなる傾向にあるといえる。

3.2 内的拘束効果を考慮した支圧強度推定式

(1) 支圧強度推定式

本研究では、前報¹⁾と同様に、鋼繊維によって内的拘束を受けるコンクリートの支圧強度推定式として、

$$F_B = F \cdot (A/A_f)^C \quad (2)$$

を使用した場合の係数であるF値 (モルタルおよびコンクリートの全面圧縮強度) とC値の定量化を試みた。なお、定量化に際しては、F値とC値を母材モルタルおよび母材コンクリートの値 (F_0 と C_0) と鋼繊維の混入に起因して生じる増分値 (ΔF と ΔC) との和として定義し、重回帰分析により次の式(3)および式(4)が得られた。

$$F = F_0 + \Delta F = F_0 + e^{-38.2} \cdot F_0^{0.15} \cdot V_f^{1.49} \cdot (Rd \cdot s/a)^{2.26} + (0.216 - 0.273RAIR) \cdot F_0 \quad (3)$$

$$C = C_0 + \Delta C = C_0 + e^{-2.47} \cdot F_0^{0.07} \cdot V_f^{0.51} \cdot (Rd \cdot s/a)^{-0.41} \quad (4)$$

ここに、 F_0 : 母材モルタルおよび母材コンクリートの全面圧縮強度 (N/mm²)、 V_f : 鋼繊維体積混入率 (%)、 Rd : 相対骨材寸法 (骨材の最大寸法を細骨材寸法 ($d=5$ mm) で除した相対値)、 s/a : 細骨材率、 $RAIR$: 母材モルタルおよび母材コンクリートの空気量に対する相対空気量。

図-3(a)および(b)は、それぞれF値およびC値に関する実験値と式(3)および式(4)による計算値とを比較したものであるが、F値およびC値の実験値と計算値は、良く一致していることがわかる。また、図-3(c)は、母材

モルタルおよび母材コンクリートのC値 (C_0) と全面圧縮強度 (F_0) との関係式として得られた式(5)による計算値と実験値を比較したものである。

$$\left. \begin{aligned} \cdot \text{モルタル} &: mC_0 = 0.00089F_0 + 0.40 \\ \cdot \text{コンクリート} &: cC_0 = 0.00111F_0 + 0.50 \end{aligned} \right\} (5)$$

図によれば、 C_0 値は、 F_0 値と上記の式(5)で表される線形式によって精度良く評価できることがわかる。

(2) 支圧強度推定式の適用性

図-4(a)~(c)は、前掲の式(2)中のF値およびC値を、それぞれ式(3)、式(4)および式(5)で評価した場合の実験結果と推定結果とを骨材寸法別に比較したものである。これらの図によれば、実験結果と推定結果は、骨材寸法 (d)、鋼繊維体積混入率 (V_f) および鋼繊維混入によって巻き込まれた空気量に関わらず良く一致しており、支圧強度と支圧径との関係に及ぼす骨材寸法 (d)、母材強度 (F_0) および鋼繊維体積混入率 (V_f) の影響は、これらの交互作用の影響を考慮に入れた式(3)~式(5)を用いることによって精度良く評価できるといえる。

4. むすび

本研究の結果、鋼繊維によって内的拘束を受けるコンクリートの支圧強度と支圧径との関係に及ぼす骨材寸法、母材強度および鋼繊維体積混入率の影響は、これらの影響を考慮に入れた式(3)~式(5)を用いることによって、精度良く評価することができる。が明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 関俊力、瀬古繁喜、山田和夫: 鋼繊維によって内的拘束を受けるモルタルの支圧強度に関する基礎的検討、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)、pp.307-308、2016.9

*1 愛知工業大学工学部 教授・工博
 *2 愛知工業大学工学部 教授・博士(工学)
 *3 愛知工業大学大学院 研究生・修士(工学)
 *4 愛知工業大学大学院 博士前期課程

*1 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.
 *2 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.
 *3 Research Student, Aichi Institute of Technology, M.Eng.
 *4 Master Course, Aichi Institute of Technology