

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  
に及ぼす多軸効果成分とせん断抵抗成分の影響

コンクリート 支圧強度 鋼繊維  
内的拘束 多軸効果成分 せん断抵抗成分

正会員 ○ 高橋 拓也\*1  
同 関 俊力\*2  
同 瀬古 繁喜\*3  
同 山田 和夫\*4

1. はじめに

前報<sup>1)~3)</sup>では、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推定式について、一連の実験的検討を行った。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多軸効果成分とせん断抵抗成分の影響を明らかにすることを目的として、実験的検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試験体

本実験では、表-1に示すように、何れも外形(D)×高さ(H)がφ150×300mmの円柱体を使用し、水セメント比(W/C: 40および90%の2種類)、鋼繊維体積混入率(Vf: 0、2および4%の3種類)、支圧径(B: 50、75、100および145mmの4種類)、並びに支圧部・かぶり部側面の境界面で生じるせん断抵抗(有りおよび無し)の2種類)を実験要因とした鋼繊維補強モルタルの単調漸増1軸支圧実験を行った。

2.2 加力および測定方法

本実験では、鋼繊維補強モルタルの単調漸増1軸支圧加力に際して容量2,000kNの油圧式耐圧試験機を使用し、毎分約1mmの荷重スピードになるように手動で単調漸増1軸支圧荷重を行って最大耐力および荷重-軸変位関係の測定、デジタルカメラによる破壊状況の記録を行った。

3. 実験結果とその考察

3.1 圧縮耐力

図-1(a)および(b)は、全面圧縮強度で無次元化した相対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●)と前報<sup>3)</sup>で提案した式(1)で表される支

圧強度の推定結果(赤の破線)とを比較したものである。

$$\left. \begin{aligned} F_B &= F \cdot (A/A_i)^C \\ C &= C_0 + e^{-2.02 \cdot F_0^{-0.34} \cdot V_f^{0.55} \cdot (L_f/d)^{0.22} \cdot (L_f/D_f)^{0.18} \cdot (R_d \cdot a/s)^{0.01}} \\ C_0 &= -0.0008F_0 + 0.409 \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに、F: 全面圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>)、C<sub>0</sub>: 母材のC値、F<sub>0</sub>: 母材の全面圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>)、V<sub>f</sub>: 鋼繊維体積混入率(%)、L<sub>f</sub>/d: 鋼繊維長さ/骨材寸法、L<sub>f</sub>/D<sub>f</sub>: 鋼繊維長さ/鋼繊維断面寸法(アスペクト比)、R<sub>d</sub>・a/s: 細骨材を基準として無次元化した相対骨材寸法×全骨材容積比。

これらの図によれば、相対支圧強度と支圧径との関係に関する実験結果は、水セメント比(W/C)、鋼繊維体積混入率(V<sub>f</sub>)およびせん断抵抗の有無によって相違し、一般的に低強度(W/C→大)でV<sub>f</sub>値が大きいほど、せん断

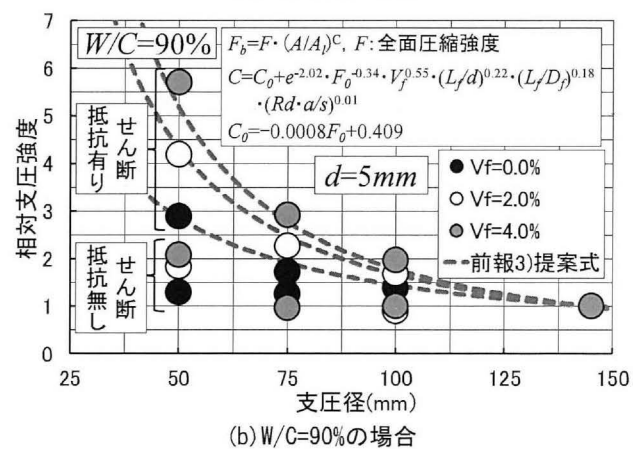
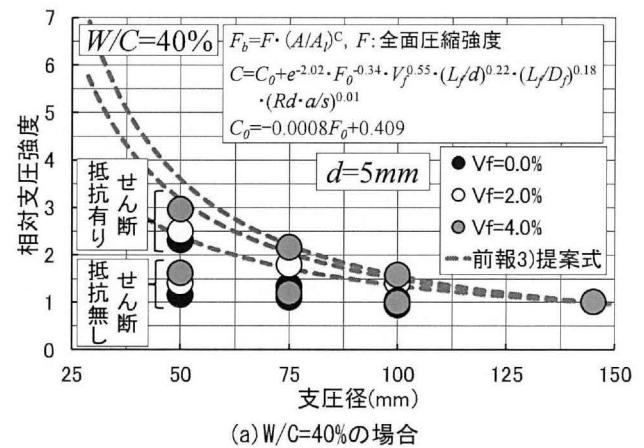


図-1 相対支圧強度の実験結果と前報<sup>3)</sup>の提案式による推定結果との比較

表-1 実験の概要

試験体記号	W/C (%)	鋼繊維混入率 Vf (%)	せん断抵抗成分	試験体外寸法		支圧径 B (mm)
				直径 D (mm)	高さ H (mm)	
W40-V0-P	40	0.0	有り	φ150	300	145, 100, 75, 50
W40-V2-P		2.0				
W40-V4-P		4.0				
W40-V0-C	40	0.0	無し	φ150	300	145, 100, 75, 50
W40-V2-C		2.0				
W40-V4-C		4.0				
W90-V0-P	90	0.0	有り	φ150	300	145, 100, 75, 50
W90-V2-P		2.0				
W90-V4-P		4.0				
W90-V0-C	90	0.0	無し	φ150	300	145, 100, 75, 50
W90-V2-C		2.0				
W90-V4-C		4.0				

Influence of Multiaxial Effects and Shear Resistance Components on Bearing Strength of Concrete having Internal Confinement by Steel Fiber

TAKAHASHI Takuya, SEKI Toshikatsu, SEKO Shigeki, YAMADA Kazuo

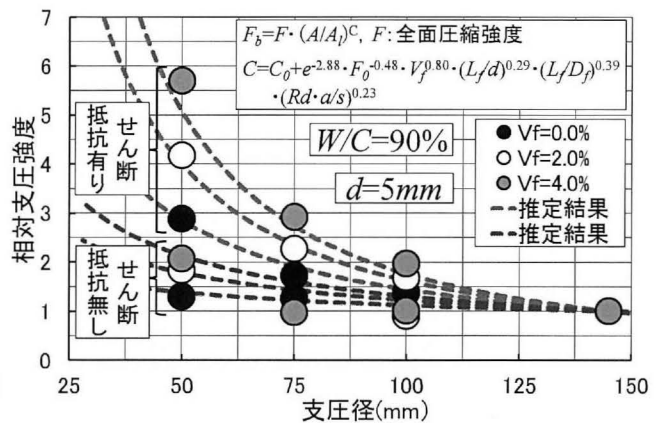
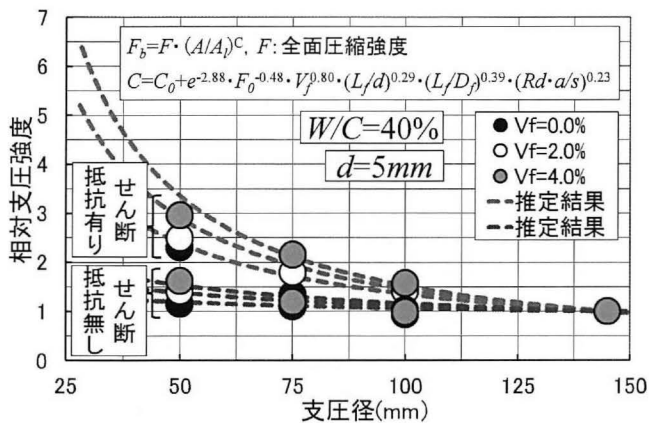


図-2 相対支圧強度の実験結果と支圧径(B)との関係に関する重回帰分析結果の適用性

抵抗無しの場合と比較してせん断抵抗有りの場合の方が、支圧径が小さくなるに従って認められる相対支圧強度の増大傾向は、より著しくなっているのがわかる。また、前報<sup>3)</sup>の提案式による支圧強度推定値は、せん断抵抗が有る試験体に対しては、低強度のW/Cが90%の場合では全体的に実験結果と良く一致しているが、高強度のW/Cが40%の場合およびせん断抵抗が無い試験体では、支圧径(B)が100mm以下の領域において過大評価となっており、その差はW/C値が大きく、かつVf値が大きくなるほど増大する傾向を示している。これは、前報<sup>3)</sup>で提案した支圧強度推定式では、鋼繊維の長さ/骨材寸法との比およびアスペクト比の影響は考慮できるものの、本研究で検討の対象としたせん断抵抗有無の影響を考慮できないためと考えられる。この点を踏まえて、本研究では、支圧強度に及ぼすせん断抵抗の影響が考慮できるより汎用性のある支圧強度推定式を構築することとした。

### 3.2 内的コンファインド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<sup>3)</sup>と同様に鋼繊維の混入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、

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

を使用した場合の係数(FとC)の定量化を試みた。なお、F値およびC値は、鋼繊維無混入の母材の値(F<sub>0</sub>およびC<sub>0</sub>)と鋼繊維の混入による増分(ΔFおよびΔC)との和として定義した。本実験結果、並びに前報の1)~3)で示した鋼繊維補強コンクリートに関する実験結果を用いて行った重回帰分析の結果、以下の式(3)~(5)が得られた。

$$F = F_0 + \Delta F = F_0 + e^{-12.7 \cdot F_0^{1.90} \cdot V_f^{0.77} \cdot (L_f/d)^{-1.21} \cdot (L_f/D_f)^{2.17} \cdot (R_d \cdot a/s)^{-0.80}} \quad (3)$$

$$C = C_0 + \Delta C = C_0 + e^{-2.88 \cdot F_0^{0.48} \cdot V_f^{0.80} \cdot (L_f/d)^{0.29} \cdot (L_f/D_f)^{0.39} \cdot (R_d \cdot a/s)^{0.23}} \quad (4)$$

$$C_0 = -0.0014F_0 + 0.454 \quad (5)$$

ここに、 $V_f \sim R_d \cdot a/s$  : 前掲の式(1)の注と同様である。また、せん断抵抗無しの試験体のC<sub>0</sub>値およびΔC値は、

せん断抵抗有りの試験体に対して得られた式(4)および式(5)中のC<sub>0</sub>値およびΔC値に、それぞれ係数0.37および0.75を乗じることにより評価できることがわかった。

#### (2) 支圧強度推定式の適用性

図-2(a)および(b)は、前掲の式(2)中のF値およびC値を、上記の式(3)~式(5)で評価した場合の相対支圧強度と支圧径との関係に関する実験結果と推定結果との関係を水セメント比(W/C)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とは、前報<sup>3)</sup>で提案した支圧強度推定式と比べて良く一致しており、相対支圧強度と支圧径との関係に及ぼすせん断抵抗の影響は、せん断抵抗有りの試験体によって得られた式(3)~式(5)に係数を乗じ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、前報<sup>3)</sup>で提案した鋼繊維補強コンクリートの支圧強度推定式は、せん断抵抗が有る試験体に対しては、全体的に実験結果と良く一致するが、せん断抵抗が無い試験体では、支圧径が100mm以下の領域で過大評価となり、その差は水セメント比が大きく、かつ鋼繊維体積混入率が大きいものほど増大すること、せん断抵抗の無い鋼繊維補強モルタルの支圧強度と支圧径との関係は、せん断抵抗有りの試験体によって得られた提案式(4)および式(5)に係数(0.37および0.75)を乗じることによって精度良く評価できること、などが明らかとなった。

#### 【参考文献】

- 1) 関俊力他：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、2016.8
- 2) 山田和夫他：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、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、pp.153-154、2017.9
- 3) 高橋拓也他：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鋼繊維長さおよび骨材寸法の相互作用の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、pp.741-742、2018.9

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

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