

# 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 鋼繊維長さとお骨材寸法の相互作用の影響

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

コンクリート 支圧強度 鋼繊維  
内的拘束 鋼繊維長さ 骨材寸法

## 1. はじめに

前報<sup>1),2)</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特性を取り上げて、帯筋や鋼管による外的拘束との違いおよび骨材寸法の影響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母材強度、骨材寸法、鋼繊維長さおよびそれらの相互作用の影響について、一連の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、何れの試験体も外形(D)×高さ(H)がφ125×250mmの円柱体を使用し、実験要因としては、水セメント比(W/C: 25および65%の2種類)、骨材寸法(d: 5および25mmの2種類)、鋼繊維長さ(Lf: 15および30mmの2種類)、鋼繊維体積混入率(Vf: 0.0および2.0%の2種類)、並びに支圧径(B: 50, 75, 100および125mmの4種類)を取り上げ、支圧強度に及ぼす鋼繊維長さとお骨材寸法の相互作用の影響を調査した。

表-1 実験の概要

シリーズ名	W/C (%)	骨材寸法 d (mm)	鋼繊維詳細		試験体外寸法		支圧径 B (mm)
			寸法 (mm)	混入率 Vf (%)	直径 D (mm)	高さ H (mm)	
W25-d05-V0	25	5	—	0.00	φ125	250	125,
W25-d05-S2			φ0.34×15	2.00			100,
W25-d05-L2			φ0.34×30	2.00			75, 50
W25-d25-V0	25	25	—	0.00	φ125	250	125,
W25-d25-S2			φ0.34×15	2.00			100,
W25-d25-L2			φ0.34×30	2.00			75, 50
W65-d05-V0	65	5	—	0.00	φ125	250	125,
W65-d05-S2			φ0.34×15	2.00			100,
W65-d05-L2			φ0.34×30	2.00			75, 50
W65-d25-V0	65	25	—	0.00	φ125	250	125,
W65-d25-S2			φ0.34×15	2.00			100,
W65-d25-L2			φ0.34×30	2.00			75, 50

## 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の油圧式耐圧試験機を使用し、毎分約1.0mmの載荷スピードになるように手動で漸増1軸支圧載荷を行って最大耐力および荷重-軸変位関係の測定を行った。

## 3. 実験結果とその考察

### 3.1 支圧強度の実験値と既往の支圧強度推定値との比較

図-2(a)~(c)は、本実験によって得られた支圧強度と支圧径との関係に関する実験結果(図中の●、○)と式(1)で表される六車・岡本提案の支圧強度推定式による支圧強度の推定結果(破線)とを比較したものである。

$$F_b = F \cdot (A/A_i)^{0.439} \tag{1}$$

ここに、 $F_b$ : 支圧強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $F$ : 全面圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)、 $A$ : 支承面積 (mm<sup>2</sup>)、 $A_i$ : 支圧面積 (mm<sup>2</sup>)。

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、鋼繊維無根入(Lf=0mm)の試験体では、水セメント比(W/C)および骨材寸法(d)に関わらず実験結果と良く一致しているが、鋼繊維が混入されて内的な横拘束が大きくなると、鋼繊維長さ(Lf)が長くなるほど支圧径

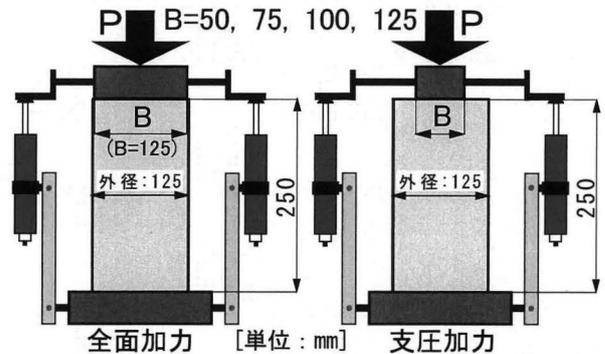


図-1 試験体の加力および軸変位の測定要領

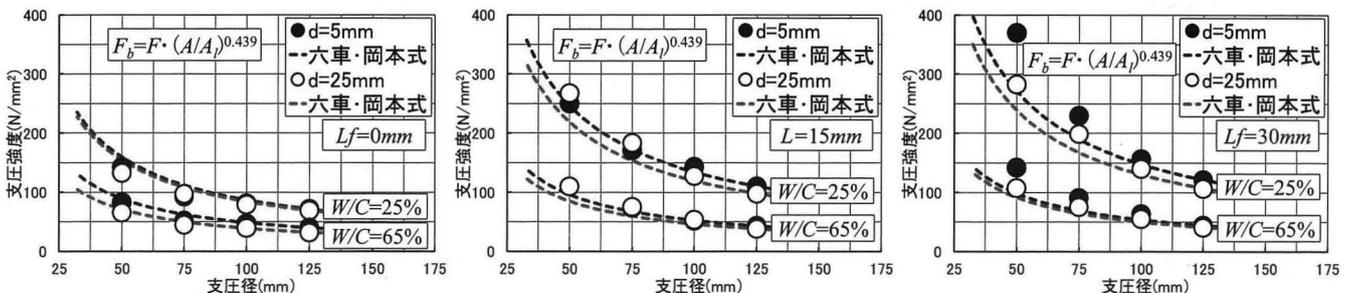


図-2 支圧強度(Fb)の実験結果と支圧径(B)との関係(六車・岡本式による推定結果との比較)

Effect of Interaction between Fiber Length and Aggregate Size on Bearing Strength of Concrete having Internal Confinement by Steel Fiber

TAKAHASHI Takuya, SEKI Toshikatsu, SEKO Shigeki, YAMADA Kazuo

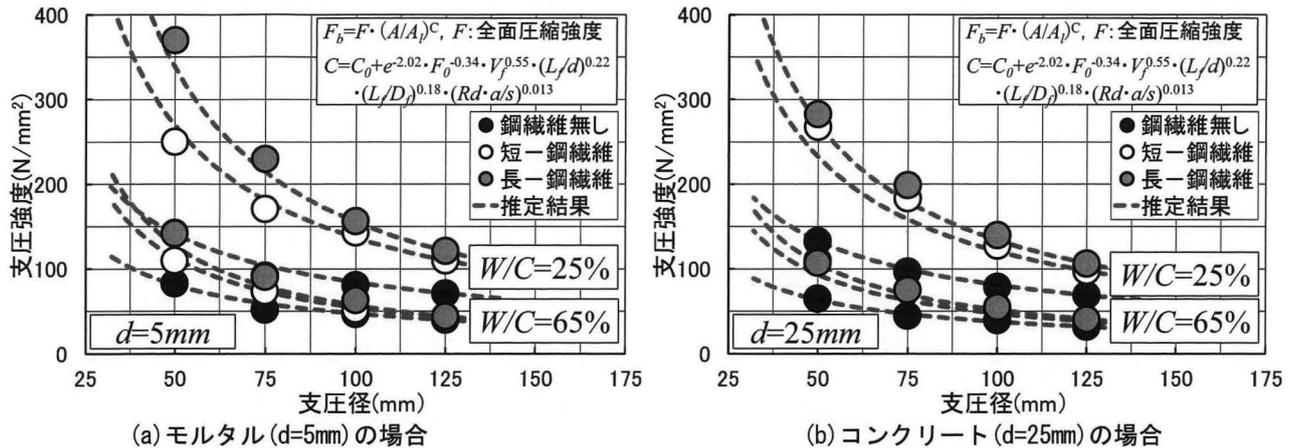


図-3 支圧強度 (F<sub>b</sub>) の実験結果と支圧径 (B) との関係に関する重回帰分析結果の適用性

(B)が75mm以下の領域でより過小評価となる傾向にある。また、図には示していないが、前報<sup>2)</sup>で提案した支圧強度推定値は、六車・岡本式による支圧強度推定値と比べて全体的に実験結果と良く一致してはいるが、鋼繊維長さ (L<sub>f</sub>) が30mmで骨材寸法 (d) が5mmの支圧径 (B) が75mm以下の領域で過小評価となり、その差は水セメント比 (W/C) が小さく母材強度が大きいものほど増大する傾向を示すことがわかった。以上のことから、鋼繊維補強コンクリートの支圧強度は、鋼繊維体積混入率 (V<sub>f</sub>) が同じであっても、骨材寸法 (d) が小さく、かつ鋼繊維長さ (L<sub>f</sub>) が長いほど鋼繊維の影響が著しくなる傾向にあるといえる。前報<sup>2)</sup>で提案した支圧強度推定式は、支圧強度に及ぼす鋼繊維長さ (L<sub>f</sub>) と骨材寸法 (d) の相互作用の影響を考慮していないため、本研究では、これらの影響を取り入れた支圧強度推定式について検討を行った。

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>2)</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値を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)および2)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、次の式(3)および(4)が得られた。

$$F = F_0 + e^{-15.1 \cdot F_0^{2.74} \cdot V_f^{0.57} \cdot (L_f/d)^{-1.20} \cdot (L_f/D_f)^{1.98} \cdot (Rd \cdot a/s)^{-0.80}} \quad (3)$$

$$C = C_0 + e^{-2.02 \cdot F_0^{-0.34} \cdot V_f^{0.55} \cdot (L_f/d)^{0.22} \cdot (L_f/D_f)^{0.18} \cdot (Rd \cdot a/s)^{0.01}} \quad (4)$$

ここに、F<sub>0</sub>: 鋼繊維無混入の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 (%)、Rd: 相対骨材寸法 (細骨材寸法 (d=5mm) で除した相対骨材寸法)、L<sub>f</sub>: 鋼繊維長さ (mm)、d: 骨材寸法 (mm)、D<sub>f</sub>: 鋼繊維断面

寸法 (mm)、a/s: 細骨材量に対する全骨材量の容積比。

また、鋼繊維無混入の母材のC値 (C<sub>0</sub>) と全面圧縮強度 (F<sub>0</sub>) との間に次の式(5)の線形関係式が得られた。

$$C_0 = -0.0008F_0 + 0.409 \quad (5)$$

(2) 支圧強度推定式の適用性

図-3(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骨材寸法 (d) 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、前報<sup>2)</sup>で提案した支圧強度推定式と比べて、水セメント比 (W/C) に関わらず支圧強度と鋼繊維長さ (L<sub>f</sub>) との関係に及ぼす骨材寸法 (d) の影響が良く説明できており、支圧強度と支圧径との関係に及ぼす母材強度 (F<sub>0</sub>)、鋼繊維体積混入率 (V<sub>f</sub>)、骨材寸法 (d) および鋼繊維長さ (L<sub>f</sub>) の影響は、これらの相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、広範囲にかつ汎用的に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>2)</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、六車・岡本式に比べて全体的に実験結果と良く一致するが、鋼繊維長さが30mmで骨材寸法が5mmのモルタルの場合には、過小評価となり、その差は母材強度が大きくなるほど増大すること、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及ぼす母材強度、鋼繊維混入率、骨材寸法および鋼繊維長さの影響は、これらの相互作用の影響を考慮することによって、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

\*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.