

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研究

正会員 ○ 関 俊力*1
同 瀬古 繁喜*2
同 山田 和夫*3

支圧耐力 コンファインドモルタル 内的拘束
鋼繊維 支圧強度推定式 重回帰分析

1. はじめに

筆者らは、従来から鋼管形式による杭頭半剛接工法の確立を目的とした一連の基礎的研究を行っており、これまでに鋼管や帯筋などによって外的拘束を受けるコンファインドコンクリートの支圧特性について、一連の実験的および解析的¹⁾な検討を行った。本研究では、引き続き、鋼繊維によって内的拘束を受けるコンファインドコンクリートの支圧強度推定式、並びに鋼管や帯筋による外的拘束との違いを調べるために、実験的に検討した。

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、水セメント比(W/C: 65, 40および25%の3種類)、鋼繊維体積混入率(Vf: 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。

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、約1/10スケールの杭頭半剛接合モデル試験体の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一軸変位関係の測定を行った。

3. 実験結果とその考察

3.1 圧縮耐力

図-2(a)~(c)は、圧縮耐力と鋼繊維体積混入率(Vf)との関係に及ぼす支圧径(B)の影響を水セメント比(W/C)別に示したものである。これらの図によれば、鋼繊維補強モルタルの圧縮耐力(Pc)は、一般的に母材ベースモルタルの水セメント比(W/C)が小さく圧縮強度が大きいほど、鋼繊維混入率(Vf)の増加に伴う圧縮耐力(Pc)の増大が著しいことがわかる。また、圧縮耐力に及ぼす支圧径(B)の影響も、母材ベースモルタルの圧縮強度が大きいものほど顕著となっている。

3.2 既往の支圧強度式による支圧強度推定結果

図-3(a)~(c)は、本実験によって得られた鋼繊維補強モルタル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。

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

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)。

表-1 実験の概要

実験シリーズ	W/C (%)	試験体寸法 (mm)	支圧径 B (mm)	鋼繊維体積混入率 Vf (%)
W25-V00	25	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
W25-V20			φ75, φ50	2.00
W25-V40				4.00
W40-V00	40	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
W40-V20			φ75, φ50	2.00
W40-V40				4.00
W65-V00	65	φ150×300	φ145, φ100,	0.00
W65-V20			φ75, φ50	2.00
W65-V40				4.00

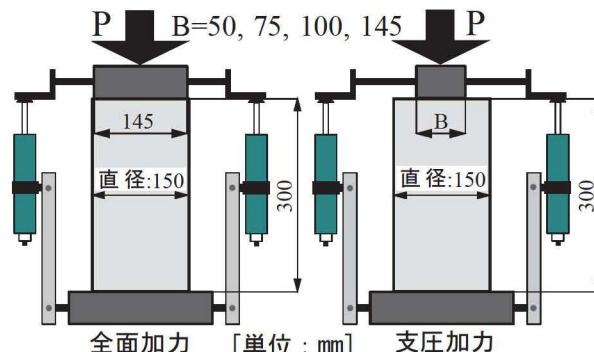


図-1 試験体の加力および軸変位の測定要領

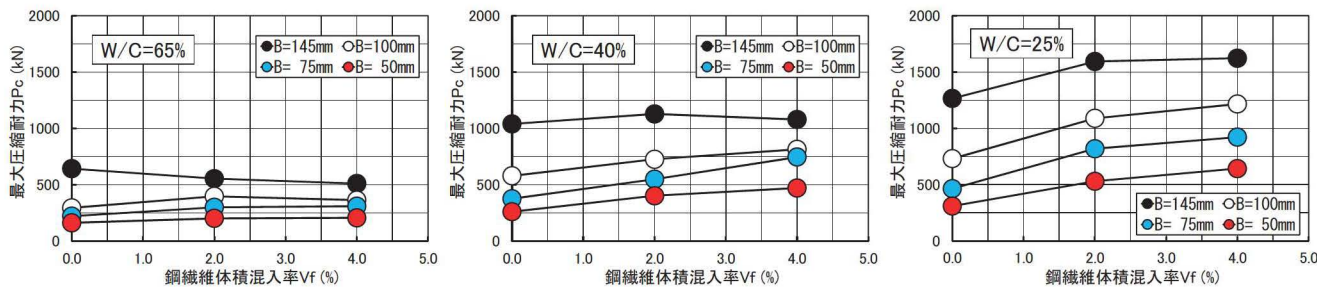


図-2 最大圧縮耐力と鋼繊維体積混入率 (Vf) との関係

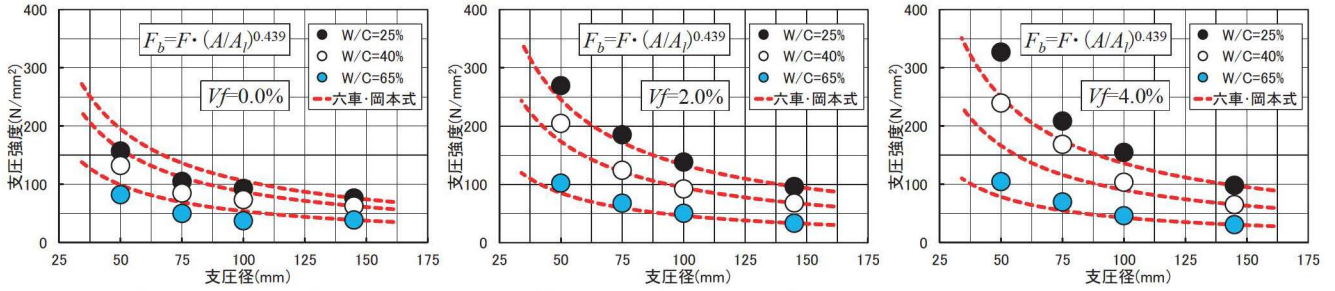


図-3 鋼繊維混入率 (Vf) の場合 (a) 鋼繊維混入率 (Vf)=0.0% の場合 (b) 鋼繊維混入率 (Vf)=2.0% の場合 (c) 鋼繊維混入率 (Vf)=4.0% の場合
 支圧強度と支圧径との関係 (六車・岡本式との比較)

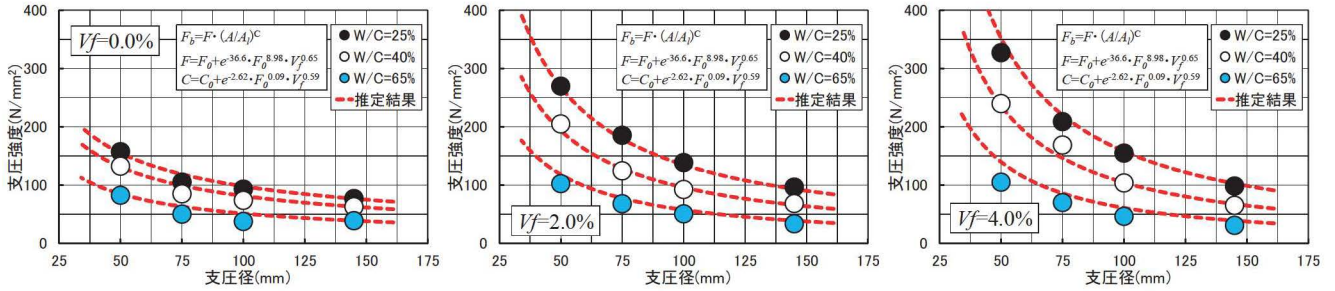


図-4 支圧強度と支圧径との関係 (重回帰分析結果) (a) 鋼繊維混入率 (Vf)=0.0% の場合 (b) 鋼繊維混入率 (Vf)=2.0% の場合 (c) 鋼繊維混入率 (Vf)=4.0% の場合

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 (Vf) が2.0%の試験体では、水セメント比 (W/C) に関わらず実験結果と良く一致しているが、Vfが0.0および4.0%で支圧径 (B) が75mm以下の場合には、それぞれ過大評価および過小評価となり、その差は母材ベースモルタルの強度が大きくなるほど増大する傾向にあることがわかる。以上のことから、鋼繊維によって内的拘束を受けるコンファインドモルタルの支圧強度と支圧径との関係は、鋼管や帯筋などの外的拘束を受ける場合と同様に、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、一般的に母材ベースモルタルの強度が大きく、かつ鋼繊維による内的コンファインド効果が大きいものほど、全面加力時の圧縮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。

3.3 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、鋼繊維の混入によって内的拘束を受けるコンファインドモルタル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であるF値 (コンファインドモルタルの全面圧縮強度) およびC値の定量化を試みた。なお、定量化に際しては、F値およびC値を母材ベースモルタルの値 (F₀およびC₀) と鋼繊維の混入に起因して生じる増分値 (ΔFおよびΔC) との和として定義し、重回帰分析によって次の式(3)および式(4)が得られた。

$$F = F_0 + \Delta F = F_0 + e^{-36.6} \cdot F_0^{8.98} \cdot V_f^{0.65} \quad (3)$$

$$C = C_0 + \Delta C = C_0 + e^{-2.62} \cdot F_0^{0.09} \cdot V_f^{0.59} \quad (4)$$

ここに、F₀: 母材ベースモルタルの全面圧縮強度

(N/mm²)、V_f: 鋼繊維体積混入率 (%)。

また、母材ベースモルタルのC値 (C₀) と全面圧縮強度 (F₀) との間に次の式(5)の線形関係式が得られた。

$$C_0 = -0.00094F_0 + 0.40 \quad (5)$$

(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)で評価した場合の支圧強度に関する実験結果と推定結果とを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、鋼繊維体積混入率 (Vf) および水セメント比 (W/C) 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母材強度 (F₀) および鋼繊維混入量 (Vf) の影響は、F₀とVfの相互作用の影響を考慮した式(3)、式(4)および式(5)を用いることで合理的に評価できるといえる。

4. むすび

本研究の結果、①六車・岡本式による支圧強度の推定値は、鋼繊維混入量が2.0%の場合には実験結果と良く一致するが、鋼繊維体積混入率が0.0および4.0%の場合で、支圧径が75mm以下になると、それぞれ過大評価および過小評価となること、②支圧強度と支圧径との関係に及ぼす母材強度および鋼繊維混入量の影響は、本研究で提案した母材強度と鋼繊維混入量の相互作用の影響を考慮に入れた式(3)、式(4)および式(5)を用いることによって合理的に評価できること、などが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 関俊力他: 支圧荷重を受けるコンファインドコンクリートの多軸効果成分とせん断抵抗成分に関する実験的検討、日本建築学会大会講演梗概集(近畿)、pp.633-634、2014.9

*1 愛知工業大学工学部 研究生・修士(工学)
 *2 愛知工業大学工学部 准教授・博士(工学)
 *3 愛知工業大学大学院 教授・工博

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