

端部拘束されたコンクリートの支圧特性 (その1: 支圧強度推定式の提案)

正会員 ○ 小野 晃 *1 同 関 俊力*2
同 山田 和夫*3

コンクリート 支圧強度 変形特性
拘束効果 鋼管 帯筋

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基礎的研究を行っており、別報¹⁾では杭頭部を想定した1/10スケールのモルタル試験体を用いて、鋼管および帯筋によって横補強された杭頭部モデル試験体の1軸支圧特性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、粗骨材を含むコンクリート試験体を用いて、コンファインドコンクリートの1軸支圧特性に及ぼす水セメント比、横拘束形式および支圧端部の横補強量の影響について実験的検討を行うとともに、支圧強度推定式の提案を行った。

2. 実験の概要

2.1 試験体

本実験では、表-1および図-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、実験要因としては、水セメント比(W/C=40、65および90%の3種類)、鋼管部長さ(L=300、100および0mmの3種類)、支圧径(B=50、75、100および145(全面加力)mmの4種類)、横補強形式(鋼管および帯筋の2種類)および横補強比(P_w=0、1.33、2.13および3.07%に設定した鋼管(肉厚(T): 1.0、1.6および2.3mm)、並びにP_w=1.33%に設定した呼び径がφ6およびφ9の丸鋼

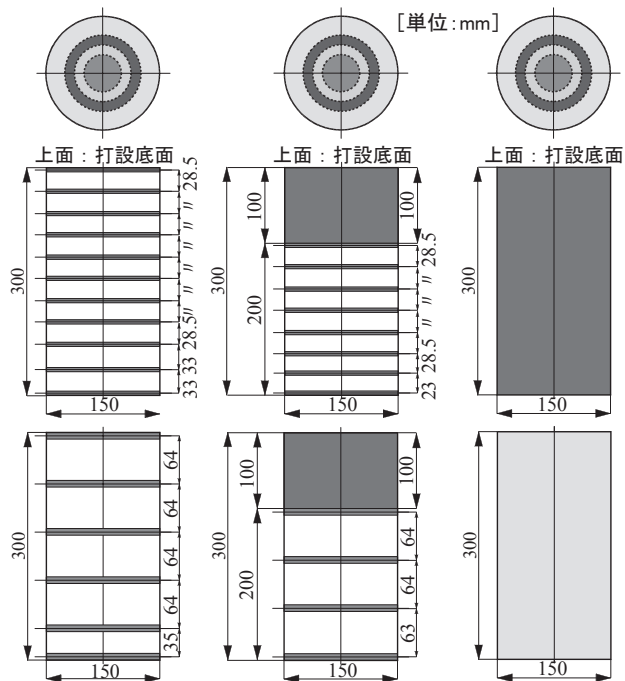


図-1 試験体の形状・寸法

(間隔(S): 28.5および64.0mm)の6種類)を取り上げた。

2.2 加力および測定方法

本実験では、別報¹⁾と同様に、載荷板間の荷重一軸変位関係並びに最終破壊状況の観察・撮影を行った。

3. 実験結果とその考察

3.1 既往の支圧強度推定式との比較検討

図には示していないが、全側面が一樣な横拘束を受ける鋼管コンクリートの支圧強度に関する実験結果は、横補強比P_w=0%のプレーンコンクリートを除けば、鋼管コンクリートの支圧強度は、何れの試験体も六車・岡本式²⁾による推定結果よりも大きく、かつその差は鋼管肉厚が大きくなるに従って増大する傾向を示し、支圧強度推定値は過小評価となることがわかった。一方、帯筋により離散的な横拘束を受ける帯筋コンクリートの場合も、推定結果は、端部拘束の有無および帯筋径に関わらず過小評価となることがわかった。

3.2 横拘束の影響を考慮した支圧強度推定式

本研究では、鋼管と帯筋によって横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として、

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

を使用した場合の係数のF値(コンファインドコンクリートの全面圧縮強度)とC値の定式化を行った。

(1) F値の定式化

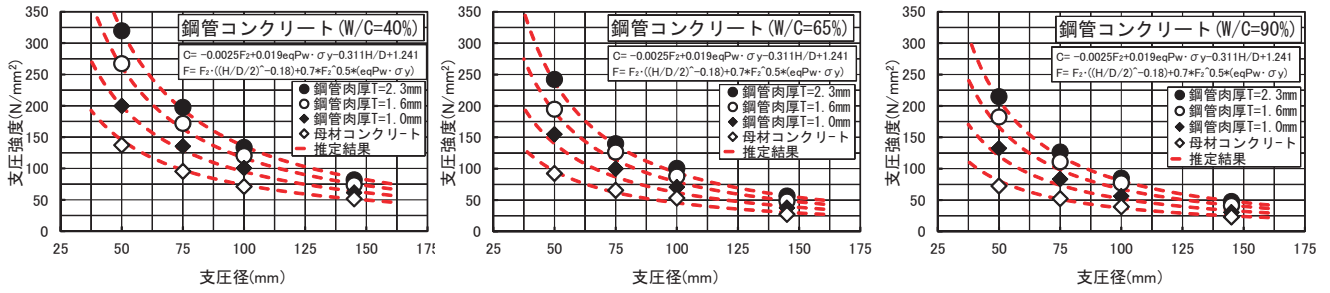
コンファインドコンクリートの全面圧縮強度(F)は、母材コンクリートの全面圧縮強度(F_i)と横拘束によるコンクリートの強度増分(ΔF_c)の和で定義した。

$$F = F_i + \Delta F_c \tag{2}$$

上式中の鋼管と帯筋の横拘束による強度増分ΔF_cを次の式(3)で評価し、式中の実験定数を定量化した。

表-1 実験の概要

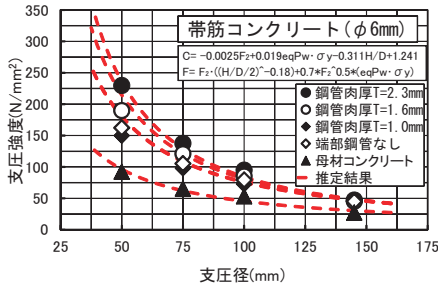
実験シリーズ	W/C (%)	鋼管・帯筋の詳細			
		加力 支圧径 B(mm)	鋼管肉厚 T (mm)	鋼管長 L(mm)	帯筋直径φ (間隔S) (mm)
BC	40, 65, 90	145, 100, 75, 50	—	0	—
BS10			1.0	300	
BS16			1.6		
BS23			2.3		
BH06	65		1.0,	0, 100	6.0 (28.5)
BH09			1.6, 2.3		9.0 (64.0)



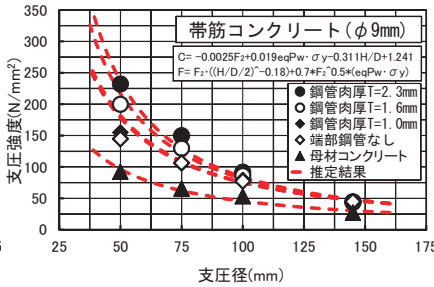
(a) W/C=40%の鋼管コンクリート

(b) W/C=65%の鋼管コンクリート

(c) W/C=90%の鋼管コンクリート



(d) φ6mmの帯筋コンクリート



(e) φ9mmの帯筋コンクリート

図-2 提案支圧強度推定式による計算結果と実験結果との比較

評価式として式(6)が得られた。

$$C = -0.0025F_2 + 0.019eqP_w \cdot \sigma_y - 0.311H/D + 1.241 \quad (6)$$

3.3 支圧強度推定式の適用性

図-2(a)～(e)は、前掲の式(1)中のF値およびC値をそれぞれ前掲の式(5)および式(6)で評価した場合の支圧強度に関する計算結果と実験結果とを比較したものである。これらの

図によれば、計算結果と実験結果は、比較的によく一致しており、鋼管コンクリートおよび帯筋コンクリートの支圧強度に及ぼす水セメント比、横拘束形式、端部拘束などの各種要因の影響を、母材コンクリートの全面圧縮強度(F1)、等価横補強量(eqPw・σy)および破壊領域長/試験体直径比(H/D)を説明変数とした式(5)と式(6)（それぞれF値とC値）を式(1)に代入することで広範囲かつ精度良く推定・評価できるといえる。

4. むすび

鋼管および帯筋によって横拘束されたコンファインドコンクリートの支圧強度に関する実験値は、何れも六車・岡本式による推定値よりも大きく、その差は横拘束が大きくなるほど増大する傾向を示し、支圧強度推定値は過小評価となるが、本研究で提案した母材強度、横補強量、横補強形式および支圧部端部の横拘束の影響を考慮したコンファインドコンクリートの支圧強度推定式を用いることにより統一的に評価できる。

【参考文献】

- 1) 小野晃、関俊力、山田和夫：コンファインドコンクリートの支圧特性に及ぼす端部拘束の影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、pp.316-321、2012.7
- 2) 六車熙、岡本伸：局部荷重を受けるコンクリートの支圧強度に関する研究、プレストレストコンクリート、第5巻、第5号、pp.22-29、1963.10
- 3) Ahmad, S.H. and Shah, S.P.: Stress-Strain Curves of Concrete Confined by Spiral Reinforcement, Jour. of ACI, Vol.79, No.6, pp.484-490, 1982.6

$$\Delta F_c = a_1 \cdot F_1^{b_1} \cdot (eqP_w \cdot \sigma_y)^{c_1} \quad (3)$$

ここに、eqPw：破壊領域における等価横補強比、σy：鋼管および帯筋の降伏点、eqPw・σy：破壊領域における等価横補強量、a1、b1およびc1：実験定数。なお、上式中の等価横補強比eqPwについては、別報¹⁾で用いたS.H. Ahmatの式³⁾を修正した次の式(4)を用いた。

$$eqP_w = P_w \left\{ 1 - \left[\frac{S}{a_2 \cdot D} \right]^{b_2} \right\} \quad (4)$$

ここに、Pw：帯筋の横補強比（帯筋比）、S：帯筋の配筋間隔、D：試験体の直径、a2とb2：実験定数。

鋼管と帯筋によって横拘束されたコンファインドコンクリートの支圧実験結果を用いて、上記の表示式中の実験定数を定量化した結果、次の式(5)が得られた。

$$\left. \begin{aligned} F &= F_1 + 0.7 \sqrt{F_1} \cdot (eqP_w \cdot \sigma_y) \\ eqP_w &= P_w \left\{ 1 - \left[\frac{S}{1.25D} \right]^2 \right\} \\ S \geq 1.25D \text{ の場合} &: eqP_w = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

(2) C値の定式化

鋼管と帯筋コンクリートの支圧強度を決定する前掲の式(1)中のC値については、母材コンクリートの全面圧縮強度(F1)、等価横補強量(eqPw)および破壊長/直径比(H/D)の1次関数で表示できることがわかったため、重回帰分析により定式化した。その結果、C値の

*1 株式会社大林組 修士(工学)
*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・工博

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