

扁平なコンクリートブロックの支圧強度に関する実験的研究

(その2) 大型の有筋コンクリートブロック

213-129 前田 一誠

1. 序

本研究は、前報(その1)に引き続き、大型かつ扁平な有筋コンクリートブロックを対象とした支圧実験を行い、コンクリートブロックの支圧強度に及ぼす支圧条件、及び補強筋比の効果を実験的に検討する。

2. 実験計画

図1に試験体上面、図2に試験体側面の詳細、表1に試験体諸元及び表2に使用鉄筋の力学的特性を示す。各試験体とも、断面は $A_0 = D^2 = 800 \times 800 \text{ mm}$ 、高さは $H = 400 \text{ mm}$ ($H/D = 0.5$)であり、支圧面積は $A_1 = B_1^2 = 120 \times 120$ (支圧面積比 $A_1/A_0 = B_1^2/D^2$) とする。実験変数は、支圧条件を全面支圧 ($D^2 = 800 \times 800 \text{ mm}$) 及び点支圧 ($B_2^2 = 120 \times 120 \text{ mm}$) の2種類、ベース筋の鉄筋比を $p_t = 0.06\%$, ($D6@150$), $p_t = 0.21\%$, 0.43% 及び 0.60% ($D13@168, 80$ 及び 55) の4種類とする。また、比較検討のために、各支圧条件に対して無筋コンクリート試験体を設定し、これらを組み合わせた計9体の試験体が計画された。なお、ベース筋の鉄筋比 p_t は、 $p_t = \Sigma a_b / (d_0 \times H)$ によって求めた (Σa_b : ベース筋の全断面積, d_0 : コンクリートブロックの有効せい)。

図2にセットアップ状況を示す。実験は、試験体底面の支圧板及び上面の支圧板を介して、単調圧縮力を負荷する。

3. 実験結果及びその考察

3.1 支圧強度-変位置関係

図3に全面支圧試験における支圧強度-変位置関係を示す。縦軸は実験より得られた支圧強度 σ_1 をコンクリートの圧縮強度 σ_B で無次元化した値、横軸は支圧板の試験体に対する変位置 δ である。 p_t が小さい範囲では、無筋試験体と比較して、 p_t が増加するとともに、支圧強度及び支圧強度発揮後の応力下降域における勾配が増大していることがわかる。

図中の計算値 $\sigma_{1,cal}$ は、前報(その1)で示された小型無筋コンクリートブロックの支圧強度の推定式((1)式)による値である。無筋試験体であるN120試験体の実験値は、(1)式による計算値を大幅に下回っている。前報(その1)では、全面支圧の場合、 $H/D \leq 1$ の扁平なコンクリートブロックの支圧強度は、コンクリートブロックの全底面積を支圧面積として見込めることが示されたが、本実験に採用した支圧面積比は、前報(その1)で実施された試験と比較して非常に小さいことに加え、コンクリートの寸法効果によって、実験値は、(1)式で算出される計算値を下回ったと考えられる。したがって、扁平かつ大型コンクリートブロックに対して、本実験のように支圧面積比が非常に小さくなる場合の支圧強度を推定するためには、支圧抵抗に有効な実支圧面積 A_c を算出する必要がある。

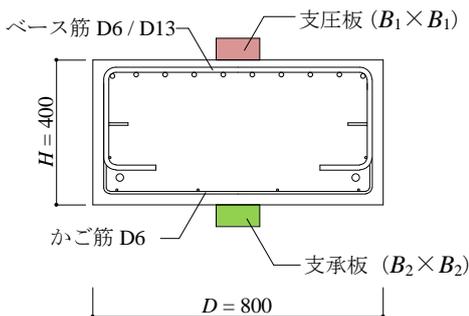
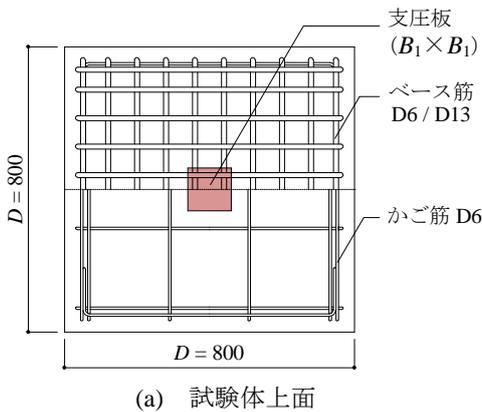


図1 試験体詳細

表1 試験体諸元

試験体名 (幅×奥行き) $B_2 \times B_2$	コンクリート 強度 σ_B [N/mm ²]	補強筋			
		ベース筋			かご筋 径(鋼種)
		径(鋼種)	鉄筋比 p_t [%]	ピッチ [mm]	
S120SSN	22.4 (F_c21)	D6 (SD295A)	0.06	150	D6 (SD295A)
S120MN		D13	0.43	80	
N120		-	-	-	-
S120MNP	34.0 (F_c27)	D13 (SD295A)	0.43	80	D6 (SD295A)
S120SN			0.21	168	
S120LN			0.60	55	
N120P			-	-	



図2 セットアップ

表2 使用鉄筋の力学的特性

補強筋名 (鉄筋径)		ベース筋 (D13)	ベース筋 (D6)	かご筋 (D6)
降伏 強度	σ_y [N/mm ²]	273.7	347.1	386.9
降伏 ひずみ度	ϵ_y [%]	0.12	0.19	0.2
引張 強さ	σ_u [N/mm ²]	488.5	495.2	487.7
ヤング 係数	E_s [N/mm ²]	178570	181397	179009

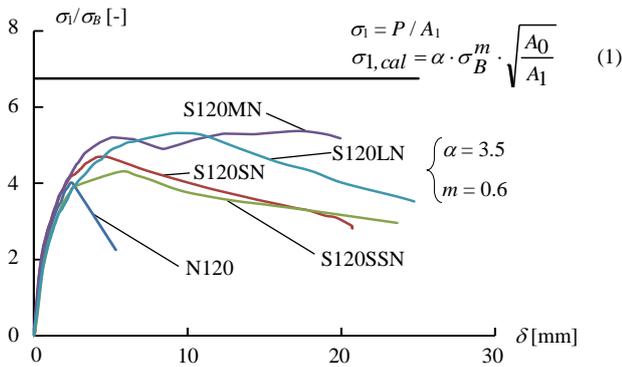


図3 支圧強度-変位量関係 (全面支承)

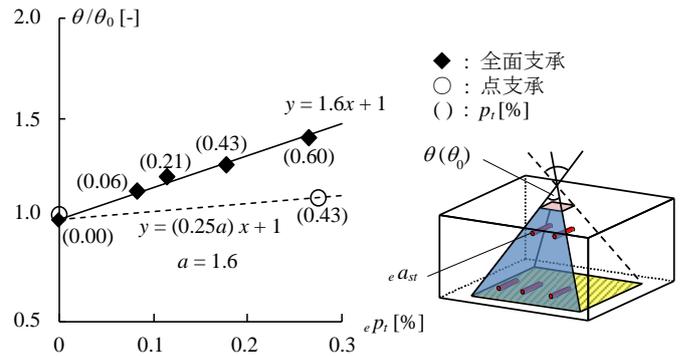


図5 応力伝達角度比-有効鉄筋比関係

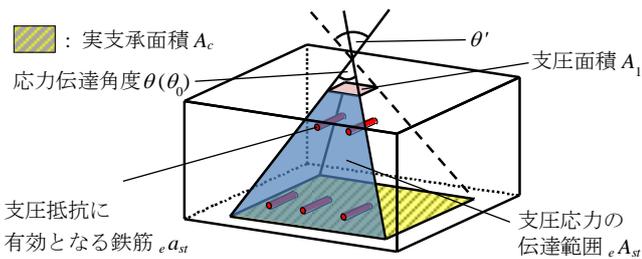


図4 応力伝達角度及び有効鉄筋比

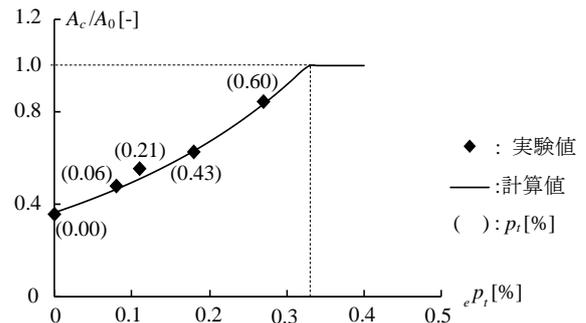


図6 有効支承面積比-有効鉄筋比関係 (全面支承)

3.2 有筋コンクリートブロックの支圧強度の推定

図4は、小型無筋コンクリートブロックに対する支圧強度の推定式(1)式に基づいて、扁平かつ大型な有筋コンクリートブロックの支圧強度を推定するための考え方を示したものである。これは、支圧抵抗に及ぼす補強筋の効果をコンクリートブロックの実支承面積 A_c の効果に置換するものであり、その具体的な推定法を以下に示す。

- ① 実験結果及び(1)式を用いて、逆算的に実支承面積 A_c を求める。
- ② 図4に示すように、①で得られた実支承面と支圧面の各隅角部を結び、その延長線上の交点に生じる角度(以下、応力伝達角度という) θ を求める。
- ③ ②で得られた θ と有効鉄筋比 $e p_t$ の関係を求める。

図4に示すように、②で得られた三角錐状の領域に支圧応力が伝達されると想定し、三角錐の側面(図5の青で示す台形部分)を横切る全補強筋が支圧抵抗に有効となる鉄筋であると仮定する。この仮定に基づいて、支圧強度に有効となる鉄筋比を有効鉄筋比 $e p_t$ と定義すれば、 $e p_t$ は幾何学的に(3)式によって求められる。

$$e p_t = \Sigma e a_{st} / e A_{st} \quad (3a)$$

$$e A_{st} = H \cdot \left(\sqrt{A_1} + \frac{\sqrt{2}}{2} H \cdot \tan \theta' \right) \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{2} \cdot \tan^2 \theta'} \quad (3b)$$

ここに、 $\Sigma e a_{st}$ は図4に示す三角錐の各側面(台形部分)を横切る全補強筋の断面積、 $e A_{st}$ は三角錐の一側面の面積、 θ' は $e A_{st}$ を簡便に算定するための角度(図4参照)である。

図5に応力伝達角度比-有効鉄筋比関係を示す。縦軸は応力伝達角度 θ を無筋試験体の応力伝達角度 θ_0 で無次元化し

た値、横軸は有効鉄筋比 $e p_t$ である。図中の◆は支承条件を全面支承とした試験体の実験値、○は点支承とした試験体の実験値であり、実線及び破線は各支承条件における実験値の近似線を示す。全面支承の場合、応力伝達角度比は $e p_t$ に比例して直線的に増加する傾向が認められる。一方、点支承の場合、実験値が2点しか得られていないことから、その傾向を捉えることはできないが、全面支承試験体と比較すると、補強筋が支圧強度に及ぼす効果は小さくなることが推察される。

図6に、全面支承における有効支承面積比-有効鉄筋比の関係を示す。縦軸は実支承面積 A_c を試験体の全断面 A_0 で無次元化した値、横軸は有効鉄筋比 $e p_t$ である。図中の◆は実験値、及び、実線は(3)式による計算値を示す。本実験の範囲において、実支承面積 A_c が最大支承面積、すなわち、試験体の全断面 A_0 となり得るための必要な有効鉄筋比は、おおよそ $e p_t \geq 0.35\%$ である。

4. 結語

本研究の範囲において、以下の知見が得られた。

- 1) 全面支承の場合、ベース筋の補強筋比 p_t が小さい範囲において、 p_t の増加とともに支圧強度は増加する。
- 2) 全面支承の場合、仮定された応力伝達角度及び有効鉄筋比の考え方をういて、扁平かつ大型の有筋コンクリートブロックの支圧強度を推定することができる。
- 3) 点支承の場合、支圧強度に及ぼす補強筋の効果は、全面支承の場合に比べて小さい。

なお、参考文献は前報(その1)に示す。

(馬場研究室)