

局部載荷重下のコンクリートの支圧応力分布と耐荷力に関する考察

日本大学工学部 正会員 原 忠勝
日本大学工学部 正会員 ○子田 康弘

1. はじめに

本研究は、圧縮力を分担するコンクリートのストラットについて実験的な検討を行うものである。著者らは、これまで、圧縮ストラットをモデル化した支圧試験（Double-punch 法）を行ってきた[1]。これらの結果を踏まえ、弾性解析を用いた応力分布よりストラットとタイの節点位置を仮定したモデルについて、実験結果との比較を行ってきた。しかし、ストラットとタイモデルによる解析を行う場合、実験結果との整合性は、モデルの幾何学的な関係によって異なり、ストラットとタイの節点について検討する必要がある。

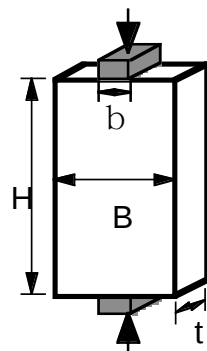


図 - 1 試験概要

ここでは、2次元のダブルパンチ法による支圧強度試験を行い、ストラットとタイモデルによる解析結果について鉛直応力分布を基にして実験結果との比較を行った。また、載荷条件による節点位置の応力状態について検討も併せて行った。

表 - 1 実験条件および実験結果

DP01 Series Specimen	Dimension and Test Variable					Pcr (kN)	Pmax (kN)
	H (mm)	B (mm)	b (mm)	t (mm)	b/H		
50-25-3	500	250	30	150	0.06	224.9	286.4
50-25-6	500	250	60	150	0.12	303.9	393.2
50-25-9	500	250	90	150	0.18	499.2	499.2
100-50-6	1000	500	60	150	0.06	196.1	530.4
100-50-12	1000	500	120	150	0.12	225.7	717.3
100-50-18	1000	500	180	150	0.18	313.1	893.3
150-75-9	1500	750	90	150	0.06	271.1	683.0
150-75-18	1500	750	180	150	0.12	522.9	1013.8
150-75-27	1500	750	270	150	0.18	365.4	1114.7

2. 実験概要

試験体の作製には、粗骨材の最大寸法 $G_{max}=20\text{mm}$ のレディミクストコンクリートを使用した。試験体寸法は、表 - 1 に示すように、試験体の高さ×幅を $0.5\text{m} \times 0.25\text{m}$ 、 $1.0\text{m} \times 0.5\text{m}$ 、 $1.5\text{m} \times 0.75\text{m}$ とした。また、載荷板 b と試験体高さ H の比を $b/H=0.06$ 、 0.12 、 0.18 とした、合計 9 条件である。試験日材齢の圧縮強度は、 $f'_c=24.4\text{N/mm}^2$ ($E_c=21.3\text{kN/mm}^2$, $\nu=0.190$)、割裂引張強度 $f_t=2.87\text{N/mm}^2$ であった。図 - 1 は、試験方法の概略を示したものである。載荷方法は、図に示すように、試験体の上下面部より載荷板を介して載荷する 2 次元のダブルパンチ試験である。載荷は、破壊時まで漸次増加荷重とした。

3. 実験結果および考察

図 - 3 は、図 - 2 に示した弾性論に基づく Bleich の式[2]より応力分布を求め、その合力位置を節点とした三角形のトラスモデルによる計算結果と実験結果を比較したものである。図に示すように、節点は、横方向応力が零となる位置、および試験体高さの $1/2$ 断面での鉛直応力の合力位置と横方向引張応力の合力が直角に交わる位置とした。計算値 P_{cal} は、タイ材の引張応力がコンクリートの引張強度に達したときとし、式(1)より求めた。

$$P_{ca} = 2 \# 0.26 \# \frac{f_t}{f'_c} \# \frac{H}{2} - 2 y_{oi} \# t \# \tan \alpha_s \quad (1)$$

ここに、 f_t ：引張強度：圧縮強度の $2/3$ 乗則、 t ：試験体厚さ

図 - 3 は、DP01 シリーズおよびこれまでの実験結果と計算値の比較を示した。図に示すように、DP01 シリーズは、平均値 0.89 、標準偏差 0.41 、相関係数 0.832 となり、計算値は大きい値を示した。なお、図には、これまでに行ってきた計 64 体の結果も併せて示した。

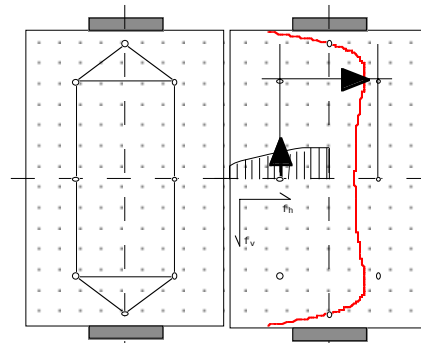


図 - 2 局部応力状態によるトラスモデル

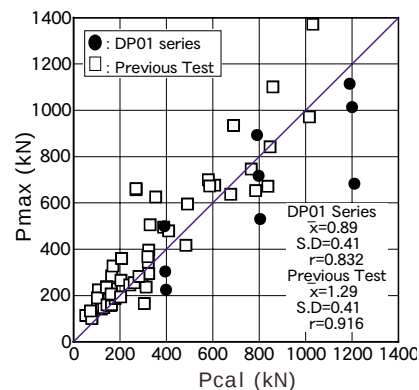


図 - 3 実験値と計算値の比較

キーワード：圧縮ストラット、支圧強度、ストラットとタイモデル

〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原 1 TEL&FAX:024-956-8721

図 - 4 は、支圧応力作用下の鉛直応力分布の概略を示したものである。図 - 4 には、水平応力が零の位置、水平引張応力の合力位置、および試験体中央の鉛直応力分布を示した。また、図に示す e_0 、 e_t 、 e は、各鉛直合力の試験体中央からの偏心距離を示している。

図 - 5 は、図 - 4 に示す偏心距離より、試験体中央の偏心距離 e を基準として e_0 、 e_t との差を用い、計算値を整理したものを示した。図 - 5 に示すように、 $e - e_t$ の場合、20mm 以下、 $e - e_0$ の場合、50mm 以下のとき、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ のが 1.0 より大きい値が集中する傾向となり、これらは、 b/H が 0.2 より大きい試験体であった。また、図に示されるように、 $b/H=0.167$ の試験体は、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ 1.0 付近に、 $b/H=0.125$ 以下の試験体は、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ 0.75 付近に偏心距離差を問わず、分布する傾向となっていた。これより、 y_0 位置を頂点とした節点を持つ単純な三角形トラスモデルには適用限界があり、 b/H によって節点位置の幾何学的関係が変化することを示しているものと思われた。

次に、図 - 7 には、図 - 6 に示す y_0 位置における試験体中央直角方向の応力分布を示した。ここでは、図 - 5 より、 $e - e_0$ 60mm と 100mm での $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ 0.75、1.0 となる 4 試験体を選択し、応力状態を検討した。図 - 7 に示されるように、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ 1.0 となる場合、横方向応力分布は、この区間でほとんど生じなく、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ 0.75 となる場合、合力位置に近づくに連れて圧縮応力が大きくなる傾向となった。このことは、試験体寸法や荷板幅によって応力状態がことなり、 y_0 位置の節点が 1 点で決まる三角形モデルの場合と e_0 位置を節点とする台形モデルのような場合に分かれるように思われ、今後検討する必要があるように思われた。

4. まとめ

これら結果は、以下のように要約される。

本実験の場合、三角形トラスモデルによる計算結果は、鉛直合力の偏心距離によって、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ が 1.0 付近となる場合と、0.75 付近となる場合に分かれる傾向となった。これは、三角形トラスの頂点付近では、荷荷条件によって、応力状態が変わるためであり、これらを考慮した節点位置の検討が必要である。また、偏心距離差の小さい領域では、 $P_{\max}/P_{\text{cal}}$ が大きくなった。これらの領域では、破壊モードが異なる可能性があり、今後の検討する必要がある。

【参考文献】

- [1] 子田、原、大塚：局部荷重を受けるコンクリートの強度性状に関する検討、土木学会第 56 回年次学術講演会、V-449、2001
- [2] Bleich, F., : Der Gerade Stab Mit Rechteckquerschnitt Als Ebenes Problem, Der Bauingenieur, HEFT9-11, 1923

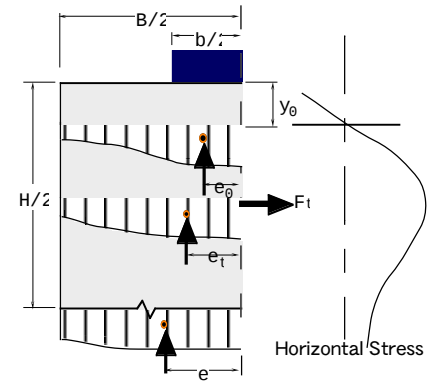
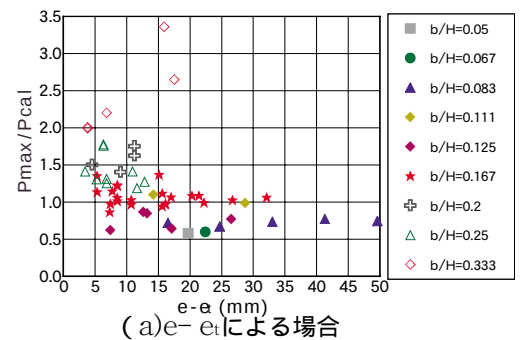
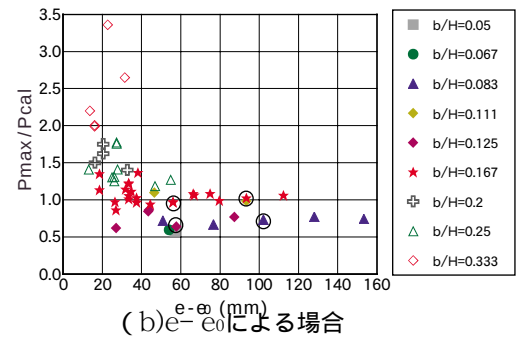


図 - 4 偏心距離の概略



(a) $e - e_t$ による場合



(b) $e - e_0$ による場合

図 - 5 偏心距離による実験値と計算値の比較

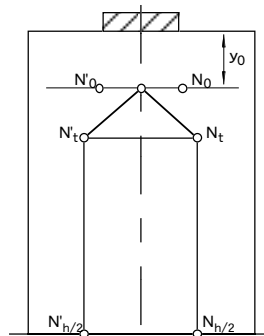
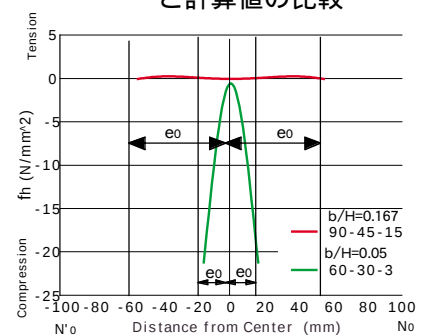
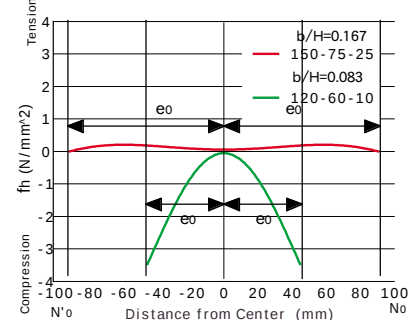


図 - 6 y_0 位置の節点



(a) $e - e_0$ 60mm



(b) $e - e_0$ 100mm

図 - 7 y_0 位置の応力状態