

ダブルパンチ法によるコンクリートストラットの強度性状に関する検討

日本大学大学院 学生員 ○石井 崇晴
日本大学工学部 正会員 原 忠勝
東北学院大学工学部 正会員 大塚 浩司

1. はじめに

コンクリート構造物におけるせん断伝達機構は、構造物の種類、部材によって異なるものである。このうちスパンに比べ桁高の大きなディープビームやコーベルは、鉛直応力の影響が大きいいため、ひび割れ発生に伴いつり合い機構が変化し、コンクリート中の力の流れはトラスやアーチ等の圧縮ストラットとしての性状を示す。著者ら¹⁾はこれまで、圧縮ストラットが局部載荷重下におけるコンクリートの挙動と類似すると考え、ダブルパンチ法（以下DP法）による支圧強度試験を行ってきた。この結果、内部にはひび割れ発生による力の流れが変化し、新たなつり合い機構による検討が必要と認められた。

そこで本研究は、この新たなつり合い機構に対し、ストラットとタイモデルによる釣り合い機構を考え、コンクリートストラットの強度性状に関する検討を行おうとするものである。本報告は、強度性状に及ぼすS-Tモデルの節点の影響について、応力分布性状と塑性くさびの形成を組合わせたモデルを仮定し、既往の実験結果と比較したものである。

2. DP法による既往の研究の概要

図-1は、X線造影法により撮影した初期ひび割れをトレースしたものと、Bleichによる横方向応力分布を試験体上半分について示した¹⁾ものである。初期ひび割れは、図に示すように、応力分布の最大付近で発生しており、横方向引張力がコンクリートの引張力を超えた狭い領域で発生している。その後、このひび割れは、荷重の増加に伴って上下方向に伸展し、最大荷重に至っている。

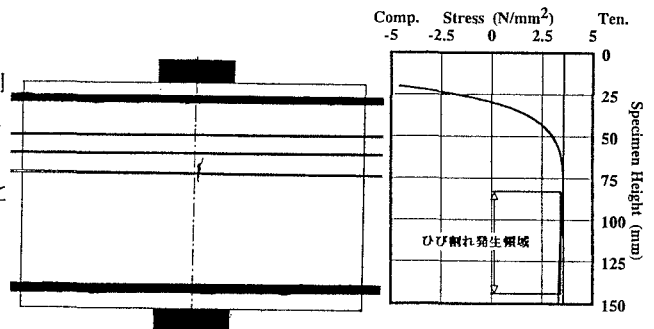


図-1 ひび割れ発生位置と横方向応力分布

これらDP荷重作用下のひび割れ発生荷重と、最大荷重について、既往の実験結果の傾向を示したのが図-2である。なお図は、各荷重を載荷面積で除した支圧強度 f'_b とコンクリートの圧縮強度 f'_c の比で、載荷幅と試験体高さの比 (b/H) の関係を示したものである。図に示すように、ひび割れ発生時、および最大荷重時の支圧強度は、 b/H が増加に伴って減少する傾向を示している。しかし支圧強度は、同一 b/H でのバラツキも大きく、圧縮応力の影響が少なく、図-1に示したように、横方向引張力が卓越しているような印象を受ける。

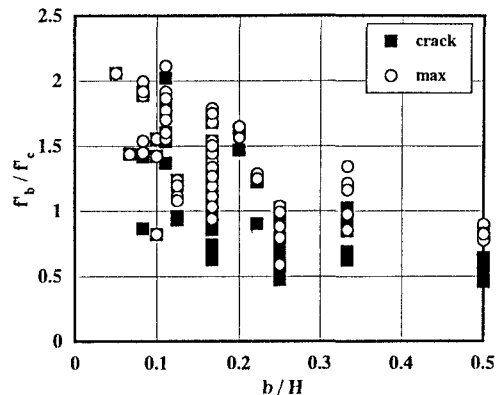


図-2 f'_b / f'_c と b/H の関係

3. ストラットとタイ機構による検討

局部載荷重下のコンクリートの強度性状は、既往の実験結果より、横方向引張応力の影響が比較的卓越しているように思われる。これらの妥当性を検討するために、ひび割れ発生後の力の流れを図-3に示すようなストラットとタイ機構を仮定し、仮想のタイ材における強度を比較した。特にここでは、節点の幾何学的位置が強度性状に及ぼす影響について検討した。これら節点位置は、Bleichによる弾性応力分布と、塑性くさびの形成を考え、これらの組み合わせを条件として強度性状を比較した。

このうち図-4は、節点が塑性くさびの重心と、Bleichによる横方向引張応力の重心位置および軸方向の圧縮応力分布の重心位置としたモデルを示したものである。また図-5は、図-4のモデルを用い、実験結果の最大荷重を外挿して求めた仮想のタイ強度 f_{dp} と、コンクリートの引張強度を $2/3$ 乗則とした $f'_c{}^{2/3}$ の比を示したものである。図に示すように、 b/H がごく小さな領域では、土木学会規準によるコンクリートの引張強度 $0.23 f'_c{}^{2/3}$ に近似する傾向が示された。また b/H が大きい領域では、ほぼ一定の強度性状を示し、その中間では比較的直線的な関係となる結果が得られた。

このうち、ほぼ一定の強度性状を示した b/H の領域の破壊性状は、図-6に示すように²⁾、比較的明確なくさびが形成された結果である。このことは、高さに比べて載荷幅の小さい b/H の領域では割裂的な破壊、 b/H の大きい領域では塑性くさびの形成による破壊、およびこれらの混在した破壊が存在し、これら破壊性状がDP法によるコンクリートストラットの強度性状に影響しているものと思われる。

4. まとめ

ここでは、DP法による既往の実験データに基づき、ストラットの強度性状について、新たにストラットとタイ機構の形成を仮定し、このモデルによって実験結果を比較した。これらの結果をまとめれば、以下ようになる。

DP法による実験結果を支圧強度は、コンクリートの圧縮強度で比較した場合、あまり良い相関関係が得られなかった。このことより、横方向の引張力を表現したS-Tモデルについて、節点位置の組み合わせを変え、仮想タイ材の強度を評価した。この結果、若干のばらつきがあるものの、実験結果の破壊性状に見られた割裂、塑性くさびの形成、およびそれらが混在の領域の違いは評価できたように思われる。

【参考文献】

- 1) 富塚・原・大塚：“局部載荷重下におけるコンクリート中のひび割れ性状”，平成8年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，pp.578-579，1997年3月
- 2) 日本大学工学部土木工学科コンクリート構造研究室卒業研究論文：“ダブルパンチ法によるコンクリート・圧縮ストラットの性状に関する検討”，1995年3月

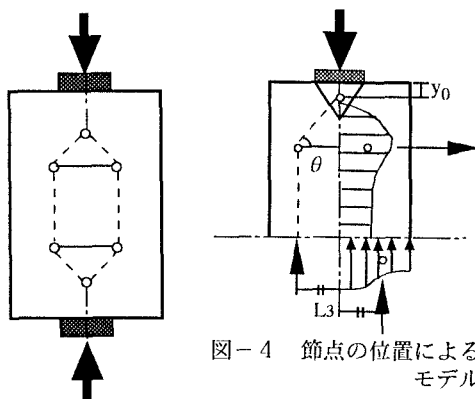


図-3 ストラットとタイ機構

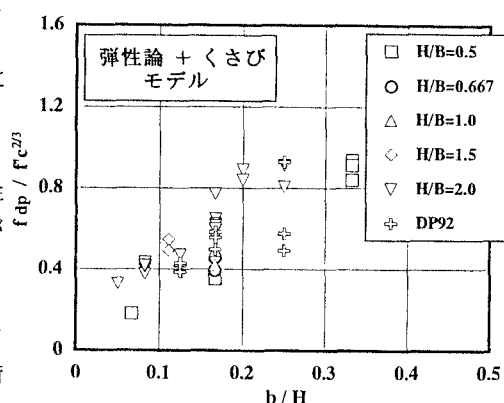


図-5 $f_{dp} / f'_c{}^{2/3}$ と b/H の関係

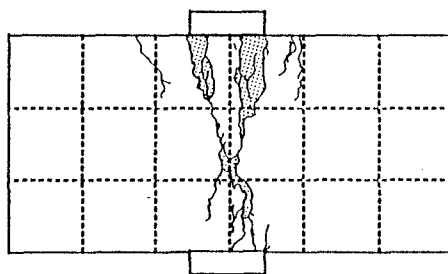


図-6 破壊性状