

鋼コンクリート接触面の静的・疲労付着性状に及ぼすスタッドの影響

宇都宮大学 ○学生員 齋川幾美，正会員 中島章典，学生員 猪股勇希

1. はじめに

鋼・コンクリート複合構造の力学性状をより厳密に把握するためには、まず、その接触面での応力伝達性状を明らかにすることが重要である。

そこで本研究では、鋼とコンクリートとの接触面での付着作用（ここでは、接触面に平行な摩擦力を対象）に及ぼす支圧力、付着性状や機械的作用（スタッド）の有無などの影響を考え、鋼とコンクリートとの接触面を模擬した要素試験体を製作した。そして、鋼板とコンクリートの接触面に垂直方向の支圧力を与え、接触面に平行なせん断力を载荷させる支圧摩擦試験を行なった。

2. 実験概要

(1) 試験体

支圧摩擦試験を行うため、図-1のような、2個のコンクリートブロックで鋼板を挟む要素試験体を用いた。ここで付着作用に影響を及ぼす接触面の状態を変化させ、以下の5種類の試験体とした。

- P. 平鋼板を用いた試験体（6体）
- S. スタッド付の平鋼板を用いた試験体（6体）
- TS. スタッド付の平鋼板を用いて接触面にテフロンシートを2枚入れた試験体（2体）
- H. H鋼を用いた試験体（2体）
- HS. スタッド付のH鋼を用いた試験体（2体）

TSには接触面の付着作用を極力なくすために厚さ1mmのテフロンシートを接触面に2枚ずつ使用した。図-1のように鋼板のコンクリートとの接触面の中心に軸径13mm、高さ80mmの頭付きスタッドを溶植し、スタッド中央高さの上下にひずみゲージを貼り付けた。鋼板の表面には、エッチングプライマー処理を施した。载荷中に変化する支圧応力分布を確認するために、図-2のように、H鋼のウェブ両面にひずみゲージを貼り付けた。試験体に用いたコンクリートの圧縮強度、弾性係数はそれぞれ30.3N/mm²、27.0kN/mm²である。

(2) 支圧応力および試験体数

シリーズP、シリーズSともに支圧応力は0.4、1.0、2.0N/mm²の3種類とし、TSの支圧応力は0N/mm²、シリーズH及びシリーズHSの支圧応力は2.0N/mm²として、試験体数は支圧応力ごとに2体で、合計18体の試験体を用いた。試験体名については、例えば、シリーズSで、支圧応力が0.4N/mm²の試験体をS04と表記し、同じ条件での試験体はaとbを用いて区別するものとする。

(3) 試験方法

図-1、図-2に示すように、鋼板に高感度変位計（分解能0.001mm、以下CDPと略記する。）を、左右の

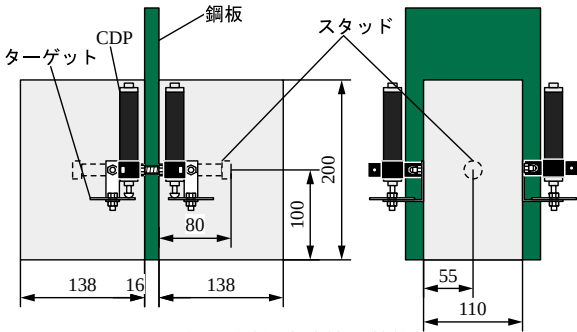


図-1 支圧摩擦試験体 (単位:mm)

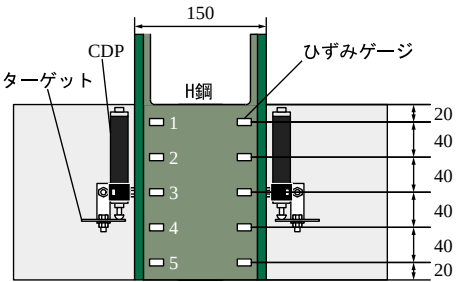


図-2 H鋼を用いた支圧摩擦試験体 (単位:mm)

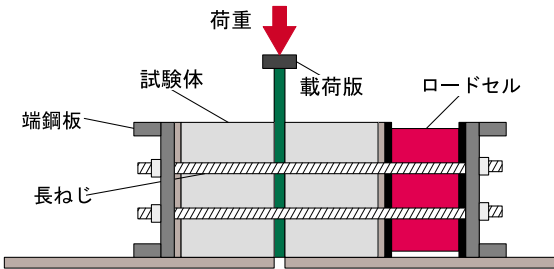


図-3 試験体設置図

コンクリートブロックにターゲットを取り付けた。どちらもコンクリートブロック上端から100mmの位置に設置し、鋼板とコンクリートのずれ変位を計測した。支圧力载荷方法は、試験体を4つの穴の開いた鋼板（端鋼板、高さ200mm）2枚で挟み、その穴に長ネジを通し、極力等しいトルクでネジを締め付けることにより支圧力を与えた。アムスラー型万能試験機を用いて、中央鋼板上部に载荷板を介して下方に载荷し、中央鋼板とコンクリートの接触面にせん断力を作用させた。载荷中は、スタッドを有する試験体ではスタッド中央高さのひずみを、H、HSはH鋼のウェブのひずみも測定した。

3. 実験結果および考察

シリーズP、Hの荷重とずれ変位の関係を図-4に、シリーズS、HS、TSの荷重とずれ変位の関係を図-5に示す。ずれ変位は4つのCDPから得られた値を平均したものである。これらの図から、シリーズP、H

Key Words: 鋼コンクリート複合構造, 付着, 支圧, 静的・疲労, 実験, スタッド

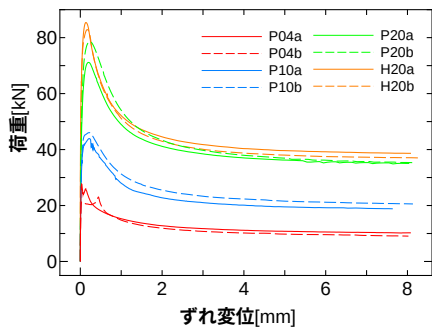


図-4 荷重- ずれ変位関係 (P, H)

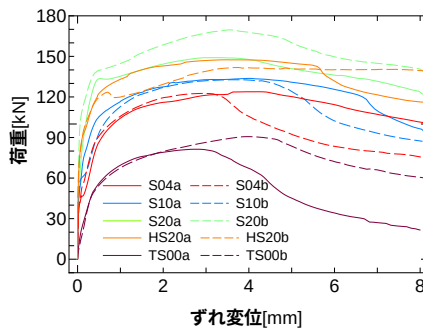


図-5 荷重- ずれ変位関係 (S, HS, TS)

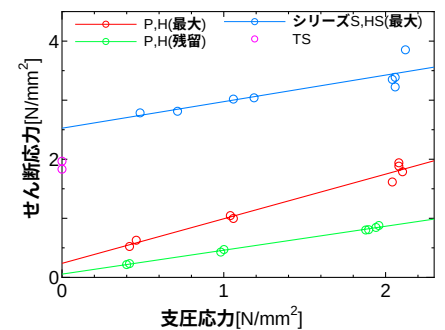


図-6 セン断応力- 支圧応力関係

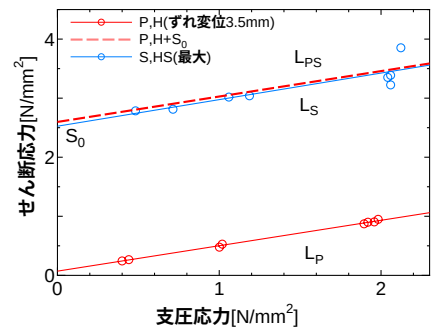


図-7 セン断応力- 支圧応力関係

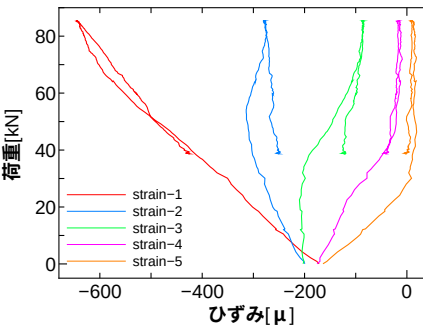


図-8 荷重とウェブのひずみ関係 (H20a)

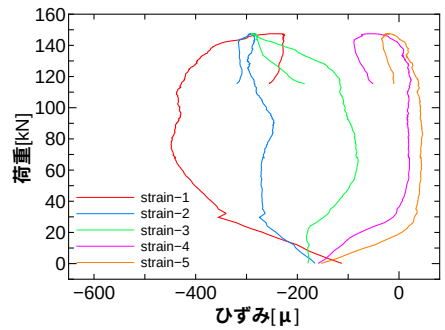


図-9 荷重とウェブのひずみ関係 (HS20a)

では、ずれ変位が約0.1～0.4mm程度で荷重は最大に達し、その後減少し、ある一定の値に近づく。そこで、ずれ変位が7.5mmに達した時の荷重を残留荷重とした。この時点では付着がはがれ、摩擦のみが作用していると考えられる。また、シリーズS、HSでは、シリーズP、Hでの最大荷重付近（ずれ変位0.2mm程度）で傾きが変化しており、この時点では付着がはがれたと考えられる。その後、緩やかに荷重が増加し、ずれ変位が3～4mm程度で最大荷重に達した。

最大せん断応力、残留せん断応力と支圧応力の関係を図-6に示す。最大せん断応力、残留せん断応力とは、最大荷重、残留荷重を中央鋼板とコンクリートの接触面積で除したものである。支圧力は最大荷重時までは増加し、その後減少するなど、载荷中に変化するため、図-6での支圧応力は、各荷重ごとに測定されたものを用いた。図中の直線は最小二乗近似線である。シリーズP、H及びシリーズS、HSの最大せん断応力と支圧応力の関係は線形関係となっており、既往の研究¹⁾と同様の傾向となった。この近似線より傾きを求めると、最大荷重時のシリーズS、HS、シリーズP、H、及び残留荷重時のシリーズP、Hの順に、0.450、0.755、0.405となった。最大荷重時のシリーズS、HSの傾きが最大荷重時のシリーズP、Hの傾きに比べると小さい。これは付着の影響がないためと考えられる。

シリーズS、HSの最大荷重時平均ずれ変位(3.5mm)に対応するシリーズP、Hのせん断応力と支圧応力の関係を図-7に示す。図中に示す直線は最小二乗近似線である。ずれ変位約3.5mmでのシリーズP、Hの近似線(L_P)を、シリーズS、HSの近似線(L_S)の切片S₀(2.526N/mm²)だけ上方に平行移動した線(L_{PS})を図中に破線で示す。その結果、P+S₀とSは傾きがそれぞれ0.430、0.450とほぼ同じとなった。シリーズP、

Hのずれ変位3.5mm時のせん断力はほぼ残留荷重に等しく、残留荷重は支圧力に依存している。よって、P+S₀とSの傾きが一致していることから、摩擦作用(残留荷重)は支圧力の影響を受けるが、機械的作用は影響をほとんど受けないと考えられる。また、L_P+S₀とSがほぼ同じなので、スタッドを有する試験体の最大荷重は、スタッドのみの最大せん断応力と摩擦作用の和として考えられる。よって、S₀はスタッドのみの最大せん断応力であると考えられる。

シリーズHの荷重とウェブのひずみの関係を図-8に、シリーズHSの荷重とウェブのひずみの関係を図-9に示す。このひずみは、ウェブ両面に貼り付けたひずみゲージより得られた値を平均したものである。両シリーズとも载荷初期段階において、接触面上部の圧縮が増加し、接触面下部の圧縮が減少する。このため、下部で支圧力が減少し、まず、支圧方向に付着がはがれていくと考えられる。その後、上部では、荷重の増加に伴って、せん断方向へ付着がはがれると考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼とコンクリートとの接触面での付着作用に及ぼす支圧力、付着性状や機械的作用の有無などの影響を考え、支圧摩擦試験を行なった。その結果、支圧力は摩擦作用にのみ影響し、機械的作用には影響しないことを確認した。また、中央鋼板の代わりにH鋼を用いた試験体で支圧摩擦試験を行い、载荷中に変化する支圧力を確認した。その結果、支圧摩擦試験では接触面下部から支圧方向へ付着がはがれ、その後、接触面上部ではせん断方向へ付着がはがれることを推測した。

参考文献

- 1) 中島章典他：鋼・コンクリート接触面の支圧・摩擦に関する基礎的検討，第5回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp.217-222,2003.11