

鋼・コンクリート接触面の支圧摩擦性状に及ぼす支圧負荷方法の影響

宇都宮大学 正会員 ○中島章典 館山市 西村美也子
宇都宮大学 正会員 齊木 功 トピー工業 大江浩一

1. はじめに

鋼・コンクリート複合構造においてその性能を十分に発揮するためには、鋼とコンクリートの両部材が一体化されなければならない。これまで、鋼・コンクリート接触面の付着性状に関する様々な研究¹⁾がなされてきている。その中で、異なる支圧負荷方法下における著者らの研究²⁾では、鋼・コンクリート接触面の支圧摩擦性状が大きく異なる結果を得た。

そこで本研究では、上記の差異の原因を調べるために、異なる支圧負荷方法下で同様の実験を行い、鋼・コンクリート接触面の支圧摩擦性状を再度検討する。

2. 実験概要

(1) 試験体

ここでは、以下のような3シリーズの試験体を用いた。

a. 外部支圧試験体（穴なし）

図-1のような、コンクリートブロックと鋼板からなる要素試験体を、4つの穴の開いた鋼板2枚で挟み、その穴に全ネジを通し、トルクレンチで等しいトルクで締めることによって支圧力を与えた。支圧力の大きさはロードセルで測定調整した。このシリーズでは、鋼板とコンクリートの自然付着を保つものと、意図的に取り除くものを準備し、自然付着の有無が支圧摩擦性状に及ぼす影響を確認した。なお、自然付着があるものを○(付着あり)、ないものを○(付着なし)と表記する。

b. 内部支圧試験体

図-2のような、コンクリートブロックと3枚の鋼板からなる要素試験体内に、あらかじめ4つの穴を開けておき、そこに端部ネジ切り加工した丸鋼棒を通し締めることで支圧力を与えた。丸鋼棒にひずみゲージを貼付し、ひずみの値により支圧力を測定調整した。

c. 外部支圧試験体（穴あり）

この試験体では、支圧負荷方法および支圧力測定方法はシリーズOと同様であるが、試験体にはシリーズIと同じ4つの穴を開けており、鋼板の穴が支圧摩擦性状に及ぼす影響を確認した。

(2) 支圧応力および試験体数

シリーズO(付着あり)は、支圧応力0.08, 0.4, 1.0, 2.0, 3.0N/mm²の5パターンとし、シリーズI, OIおよびO(付着なし)は、支圧応力0.4, 1.0, 2.0N/mm²の3パターンとした。また、シリーズO(付着あり)、IおよびOIの試験体は、各支圧力に対して2体、シリーズO(付着なし)の試験体は、各支圧力に対して1体の合計25体の試験体を製作した。

(3) 試験方法

ここでは、試験日程の都合により、載荷フレーム試験機およびアムスラー試験機の2種類の載荷試験機を使用した。載荷台に試験体を設置し、中央鋼板上部より載荷板を介して荷重を載荷し、鋼板とコンクリートの接触面にせん断力を作用させた。

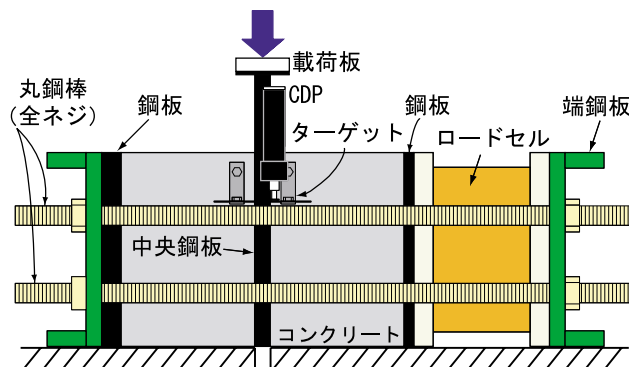


図-1 Oシリーズ試験体

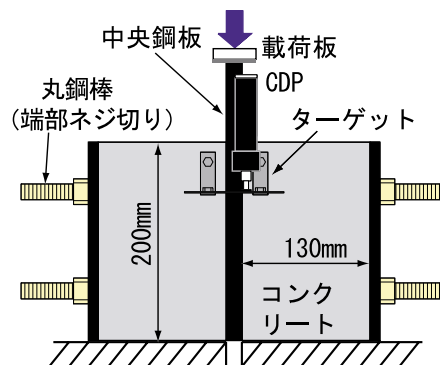


図-2 Iシリーズ試験体



図-3-a O-0.4



図-3-b O-2.0

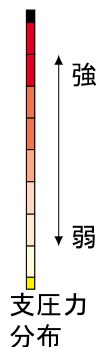


図-3-c I-0.4



図-3-d I-2.0

図-3 支圧分布試験結果



載荷中は、高感度変位計により中央鋼板とコンクリートとの鉛直方向ずれ変位を試験体前後面において、載荷荷重とともに計測した。

また、鋼とコンクリートの接触面に感圧紙を設置し、試験体に支圧力のみを負荷し、接触面内における支圧力分布を調べるための試験も行なった。

3. 結果および考察

(1) 支圧力分布試験

図-3に、シリーズOおよびI試験体の支圧応力0.4と

Key Words: 鋼・コンクリート複合構造, 付着, 支圧, 摩擦, 実験

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科情報制御システム科学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

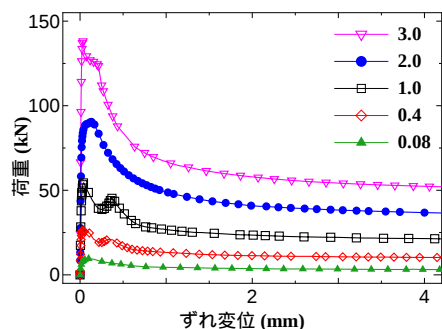


図-4-a シリーズ O(付着あり)

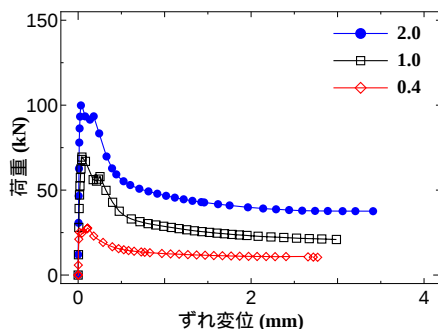


図-4-b シリーズ I

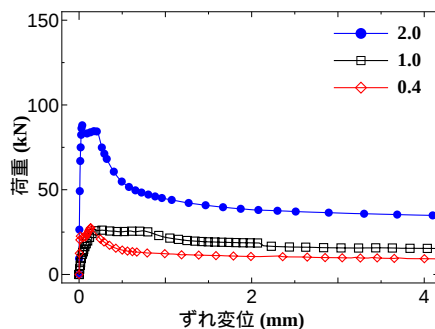


図-4-c シリーズ OI

図-4 各シリーズの荷重とずれ変位の関係

2.0N/mm²の支圧力分布試験の結果を示す。同じ支圧応力下において、トーンの濃淡は圧力の強弱を表し、濃い方が強い圧力を受けたことを意味している。これらの図より、支圧応力 2.0N/mm²の試験体では、接触面内全体において支圧力はほぼ一様に分布しているが、支圧力 0.4N/mm²の試験体では、支圧力が不均一に分布していることがわかる。

(2) 支圧摩擦試験

シリーズ O(付着あり)、I および OI 試験体において、載荷荷重を縦軸に、鋼板とコンクリートのずれ変位を横軸に表した関係を図-4 に示す。図中の数字は支圧応力の値である。これらの図より、試験体シリーズによらず、支圧応力の増加に伴い最大荷重および残留荷重（ずれ変位が十分大きいときの荷重）は大きくなる傾向にあり、等しい支圧応力を受ける場合には、ほぼ同様の荷重 - ずれ変位関係を得ることができた。なお、最大荷重付近で極大値が 2 度現われている場合もあるが、これは鋼板左右の鋼とコンクリートの接触面の剥離が必ずしも同時に生じないためであると考えられる。また、支圧応力 1.0N/mm²のシリーズ OI 試験体の結果のみ、他のシリーズと傾向が異なるが、これは試験前に自然付着が取れてしまったためである。

図-5 は、荷重 - ずれ変位関係の最大荷重を接触面積で除した最大せん断応力を縦軸に、支圧応力を横軸に表した関係である。図中には、文献 2) の O および I シリーズの試験結果およびそれぞれのシリーズの最小二乗近似線も示している。この図から、最大せん断応力と支圧応力の間に、ほぼ線形関係が成り立つことがわかる。図-5 の最小二乗近似線の傾きより、最大せん断応力と支圧応力の関係の傾き（静摩擦係数）を算出するとシリーズ O(付着あり)、O(付着なし)、I、OI および文献 2) の O と I において、それぞれ 0.67, 0.35, 0.73, 0.59, 0.81, 0.73 となった。自然付着の有無によりシリーズ O(付着なし)の静摩擦係数は、他のものの半分程度の値になっているが、これを除けば自然付着のあるシリーズの静摩擦係数は、同程度の値と言える。

図-6 は、シリーズ O(付着あり)、I および文献 2) の対応する試験のせん断応力とずれ変位の関係を、支圧応力 1.0N/mm²の場合について示している。本研究で得られた異なる支圧負荷方法下の関係はある程度一致するが、文献 2) の O および I シリーズの結果とは異なる傾向を示すことがわかる。文献 2) の O シリーズの結果において、最大荷重が小さいのは試験前に自然付着が失われた可能性があること、O および I シリーズの残留荷重が大きいのは、試験時のコンクリートの圧縮強度が 40N/mm²で、本研究の試験時のコンクリートの圧縮強度 35N/mm²程度より大きいことなどが主な理由であると考えられる。

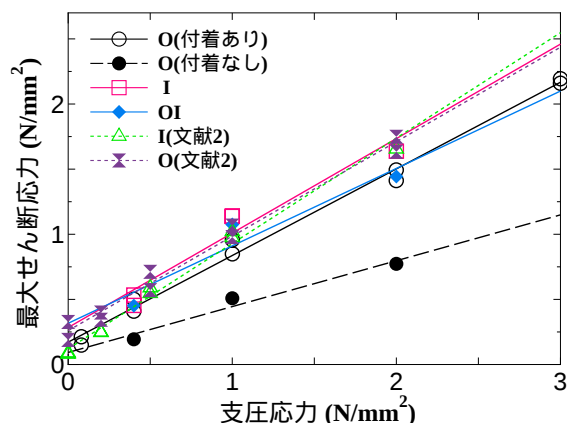
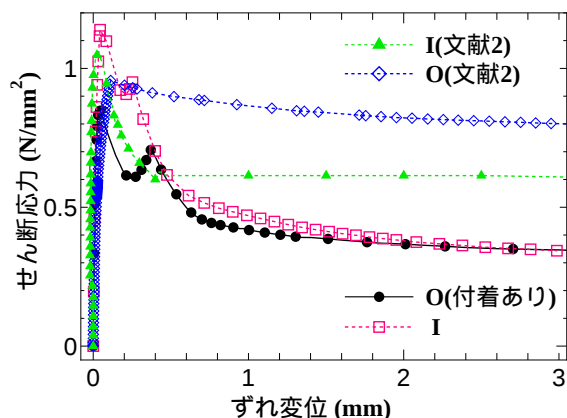


図-5 最大せん断応力と支圧応力の関係

図-6 せん断応力とずれ変位の関係（支圧応力 1.0N/mm²）

4. まとめ

本研究により以下のような知見が得られた。

鋼とコンクリートの接触面に平行な最大せん断応力と支圧応力の関係はほぼ線形関係を示す。また、ここで考慮した 2 種類の支圧負荷方法によらず、せん断応力とずれ変位の関係あるいは最大せん断応力と支圧応力の関係はほぼ同様の関係となった。

なお、本研究の一部は、科学研究費補助金（平成 14～15 年度基盤研究 (C)、課題番号 14550475）の補助を受けて実施したことを付記し、関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 例えば、園田ら：突起付き鋼板の付着特性に関する実験的研究，第 3 回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp.155-160, 1995.11.
- 2) 中島ら：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.