

# 勾配のある支圧力を受ける鋼・コンクリート接触面の付着性状

宇都宮大学

宇都宮大学

トピー工業株式会社

○ 学生員 猪股勇希

正会員 中島章典, 齊木功

正会員 大江浩一

## 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。既往の研究では、鋼とコンクリートの接触面に支圧力を一様に分布した場合で、せん断力を作用させる支圧摩擦試験が行われたきた<sup>1)</sup>。しかし、実構造物においては、支圧力が一様にならない場合がある。そこで本研究では、鋼とコンクリートの接触面を模擬した要素試験体を作成し、勾配のない支圧力と勾配のある支圧力を与えた場合での支圧摩擦試験を行った。

## 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。鋼板に高感度変位計(分解能0.001mm, 以下CDPと略記する)、左右のコンクリートブロックにターゲットを取り付け、ずれ変位を計測できるようにした。CDPとターゲットはどちらもコンクリート上部から100mmの位置に設置した。支圧力荷重方法は試験体を4つの穴の開いた鋼板(端鋼板, 高さ110mm)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。支圧力を与える位置は以下の2種類である。

#### a) シリーズN(勾配なし)

鋼板とコンクリートの接触面で支圧力分布をできるだけ均等にするため、図-2のように、端鋼板の中心をコンクリートの中央高さに位置するように設置した。

#### b) シリーズE(勾配あり)

鋼板とコンクリートの接触面で支圧力分布に勾配をもたせるため、図-3のように、コンクリートの下端と端鋼板の下端を一致させて設置した。平均支圧応力が $1.0\text{N/mm}^2$ のとき、偏心を考慮した支圧応力は単純計算上、上端と下端で $-0.35$ ,  $2.35\text{N/mm}^2$ となる。

### (2) 支圧応力および試験体数

シリーズN, シリーズEともに支圧応力は $0.4$ ,  $1.0$ ,  $2.0\text{N/mm}^2$ の3種類とし、試験体数は各支圧応力ごとに2体で、合計12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N(勾配なし)で、支圧応力が $0.4\text{N/mm}^2$ の試験体をN04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

試験を行うにあたり、支圧応力が $0.4$ ,  $1.0\text{N/mm}^2$ の場合はオートグラフ材料試験機を使用し、 $2.0\text{N/mm}^2$

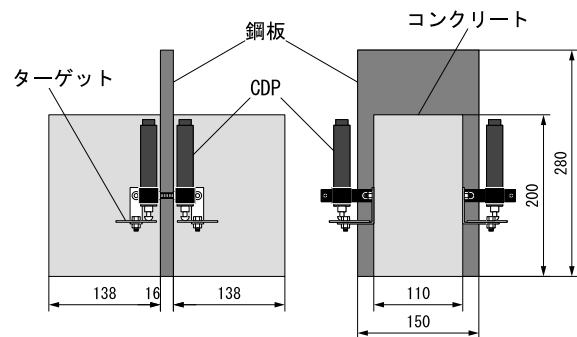


図-1 支圧摩擦試験体 (単位:mm)

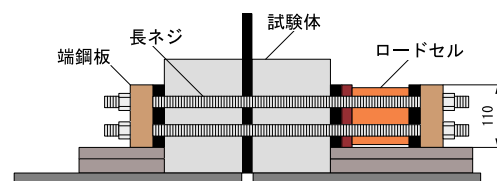


図-2 シリーズN(勾配なし)

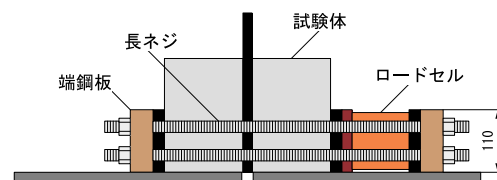


図-3 シリーズE(勾配あり)

の場合は最大荷重がオートグラフ材料試験機の限界である $100\text{kN}$ を超えてしまう可能性があったためアムスラー試験機を使用した。どちらの試験機を用いた場合にも、中央鋼板上部より載荷板を介して荷重を載荷し、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。載荷中は、中央鋼板への載荷荷重および中央鋼板とコンクリートのずれ変位をCDPにより試験体前後面で、計4ヶ所計測した。

## 3. 結果および考察

シリーズN, シリーズEの荷重とずれ変位の関係を図-4, 図-5に示す。ここでのずれ変位は4つのCDPから得られたものを平均したものである。これらの図から、シリーズN, シリーズEともに、ずれ変位が $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 付近で荷重は最大に達して、その後減少し、ある一定の値に近づくことがわかる。各支圧応力ごとに結果を比べてみると、荷重と変位の関係に大きな違いは見られない。よって、載荷試験機の違いによる影響はないと考えられる。また、両シリーズとも支圧応力の増加に伴い、最大荷重および残留荷重が大きくなる。支圧応

Key Words: 支圧, 付着, 不等分布, 摩擦, 勾配

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科

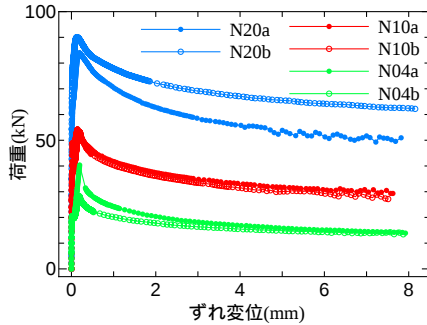


図-4 荷重 - ずれ変位関係 (N)

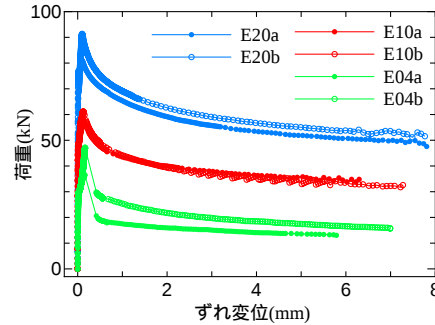


図-5 荷重 - ずれ変位関係 (E)

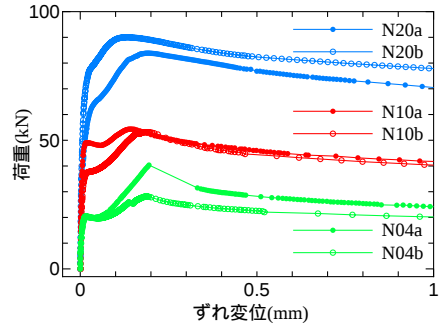


図-6 荷重 - 初期ずれ変位関係 (N)

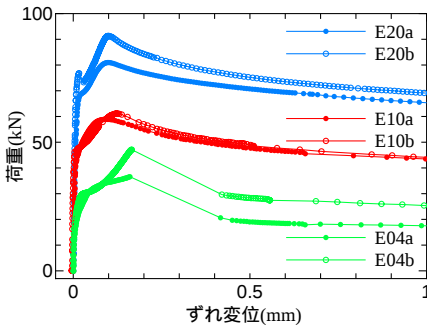


図-7 荷重 - 初期ずれ変位関係 (E)

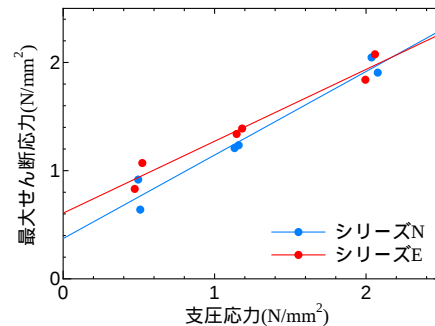


図-8 最大せん断応力 - 支圧応力関係

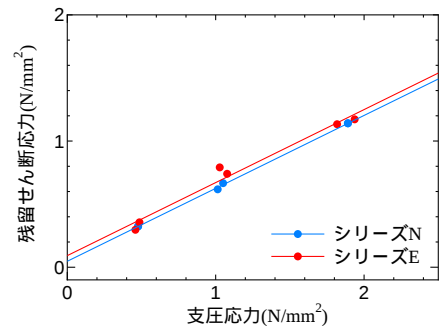


図-9 残留せん断応力 - 支圧応力関係

力が  $0.4\text{N/mm}^2$  の試験体では見られないが、 $1.0$ 、 $2.0\text{N/mm}^2$  の試験体では、最大の高い支圧力を受ける試験体では、残留荷重付近で荷重が上下する傾向が見られる。このような状態となったときに鋼板とコンクリート間の付着は完全になくなり、その後、荷重はある一定の値に近づいて行くと考えられる。

シリーズN、シリーズEの荷重と最大荷重付近のずれ変位の関係を図-6、図-7に示す。これらの図を見ると、最大荷重に達する前に傾きが変化している。これは、左右どちらかの変位計の値が増加したためで、中央鋼板と片方のコンクリート間の付着がとれたということが言える。この現象はすべての試験体で見られる。よって、鋼板とコンクリート間の付着は、左右同時にとれるのではなく、まず片方の付着がとれ、さらに荷重が上がり、もう一方の付着がとれるということがわかる。

最大せん断応力と支圧応力の関係を図-8に示す。最大せん断応力とは、最大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、载荷中に変化していたため、これらの図での支圧応力は、最大荷重時のものを用いる。また、図中の直線は各シリーズごとの最小二乗近似線である。この図をから、既往の研究で示されているシリーズNはもちろん、シリーズEにおいても、最大せん断応力と支圧力の間にほぼ線形関係が成り立つことがわかる。最小二乗近似線の傾きをもとめると、シリーズN、シリーズEはそれぞれ  $0.772$ 、 $0.664$  となり、 $14\%$  程度の差異が生じたが、これは各試験体で、最大荷重にばらつきがあることが影響しているためだと考えられる。支圧応力が  $0.4$ 、 $1.0\text{N/mm}^2$  の試験体では、最大せん断応力は平均するとシリーズEの方が大きい、 $0.4\text{N/mm}^2$  の試験体では、個々の試験体で比べると、シリーズNの方が大き

い。また、 $2.0\text{N/mm}^2$  の試験体では、最大のせん断応力がほぼ等しい値になったことから、シリーズNとシリーズEでは最大せん断応力と支圧応力の関係に大きな差はないと言える。

残留せん断応力と支圧応力の関係を図-9に示す。残留せん断応力とは、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、残留荷重はずれ変位が  $7.5\text{mm}$  に達したときの荷重とし、 $7.5\text{mm}$  に達していないものは最も変位が大きい時の荷重を用いた。図-8と同様に、支圧応力は残留荷重時のものを用い、図中の直線は各シリーズごとの最小二乗近似線である。図-4より、N20bは、N20aよりも残留荷重が  $10\text{kN}$  以上大きい値となったが、最大荷重後に荷重が上下していないことから、何らかの理由で残留荷重に達していないと思われるため除く。図-9から、シリーズNはもちろん、シリーズEにおいても、残留せん断応力と支圧力の間にほぼ線形関係が成り立つことがわかる。最小二乗近似線の傾きをもとめると、シリーズN、シリーズEはそれぞれ  $0.578$ 、 $0.579$  と、ほぼ一致した。

#### 4. まとめ

本研究では、勾配のない支圧力と勾配のある支圧力を与えた場合での支圧摩擦試験を行った。その結果、最大せん断応力と支圧応力の関係、残留せん断応力と支圧応力の関係が、勾配のない支圧力と勾配のある支圧力を受けた試験体で、ほぼ等しくなったということから、今回の試験条件では、勾配のある支圧力が、鋼とコンクリートの接触面の付着性状に及ぼす影響は小さいということを確認した。

#### 参考文献

- 1) 中島章典他：鋼・コンクリート接触面の付着性状に及ぼす支圧負荷法の影響，鋼構造論文集，投稿中。