

# 鋼コンクリート界面に作用する付着力評価

東北大学大学院工学研究科	学生員	菊地 浩貴
東北大学大学院工学研究科	正員	齊木 功
東北大学大学院工学研究科	正員	山田 真幸
東北大学工学部	学生員	井上 大資
東北大学大学院工学研究科	正員	岩熊 哲夫

## 1. まえがき

近年、橋梁をはじめとした構造物に様々な形式の鋼コンクリート複合構造が考えられてきている。複合構造は、異種材料が一体化することによって優れた性能を発揮する。異種材料の一体化はずれ止めなどの機械的抵抗によって担保され、ずれ止め固有の強度は過去の研究成果によって評価がなされている。しかし、一体化を微視的にみると付着力・摩擦力・支圧力が一体化の基本要素となる。これらの微視的な力を考慮することによって、構造物の合理的な設計や新たなずれ止め形式を開発できる可能性がある。付着力・摩擦力の評価方法として、押し抜き試験<sup>1)</sup>などがあるが未だその方法は確立されていない。そこで本研究では、著者ら<sup>2)</sup>によって提案されたねじりせん断試験を改良することによって、支圧応力やコンクリート強度が付着力に及ぼす影響を調べる。

## 2. 実験方法

### (1) 試験体

押し抜き試験では反力板付近でせん断応力が集中する問題点があった。そこで著者らは図-1に示すようなせん断方向に境界がないねじりせん断試験の開発を行っている。しかしながら、気中養生を行っていたためと思われる乾燥収縮によって大きなひび割れが多数生じ、付着力の測定に影響を及ぼした可能性があった。そこで本研究ではひび割れを防止するために、直径6mmの鉄筋をらせん状に3段配筋し、水中で養生を行った。また既往の研究と比較を行うために、普通ポルトランドセメントを使用した。更にコンクリート強度が付着応力に及ぼす影響を調べるために、三種類の配合のモルタルを使用した。

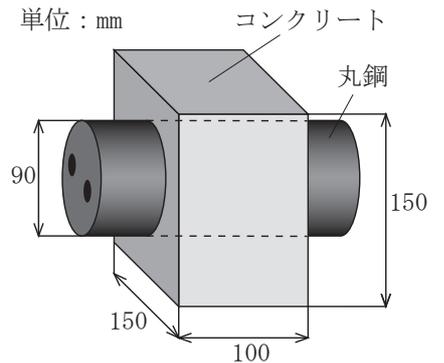


図-1 試験体

### (2) 試験装置

試験体に支圧力を与えて試験を行う。支圧力は鉛直方向と水平方向に与える。これらの支圧力を与える時は、鉛直と水平方向の支圧力の差が $\pm 2$  kN以内となるようにして与えていく。水平・鉛直方向に同等の支圧力を与えることによって、鋼・コンクリート界面周辺が等方圧縮状態になることが期待される。支圧力が付着力に及ぼす影響を明らかにするために、0.0 MPaと0.25 MPaと0.5 MPaの三種類の支圧応力に対して試験を行った。

本研究で行った試験装置を図-2に示す。著者らによって提案されたねじりせん断試験

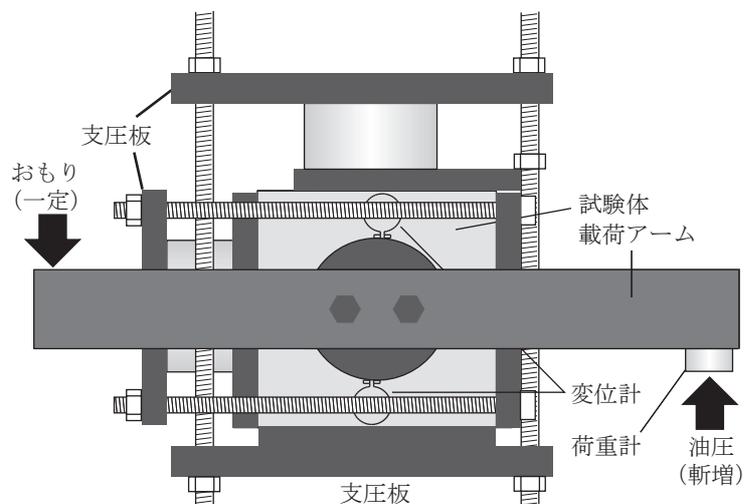


図-2 改良型ねじりせん断試験

Key Words: 複合構造, 要素試験, 付着力, 摩擦力, スタッド

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 構造強度学研究室

では、載荷がジャッキによる上向き荷重のみだったため、トルクだけではなく上向きの力が加わり、界面上部で支圧が増加してしまい、等方圧縮状態とはならない問題点があった。よって本研究では、図-2のように載荷アームの中心を回転軸とし、片側を油圧ジャッキで載荷し、その反対側におもりを載せて試験を行った。この試験方法を改良型ねじりせん断試験と呼ぶ。この改良型ねじりせん断試験を試験体数31体に対して行った。

鋼・コンクリート界面のずれ変位は、クリップ型変位計を用いて測定した。ずれ変位の測定箇所は鋼円柱の上面に2箇所と下面に2箇所の計4箇所に設置した。測定は荷重レベルがほぼ一定になった時点で終了した。

### 3. 試験結果と考察

ずれ変位が2mm以降ではほぼ一定の荷重レベルとなるので、ずれ変位が2mm付近での極大値を残留荷重とする。この残留荷重は摩擦力の大きさを表している。本研究で着目している摩擦は静摩擦なので、静摩擦を表す極大値を残留荷重と定義した。最大荷重と残留荷重の差を付着力と定義する。更に同じ残留せん断応力と支圧応力関係での残留せん断応力の傾きを摩擦係数と定義する。

最大荷重  $F_{max}$  と残留荷重  $F_{res}$  より、界面に働く付着力  $\tau_{bond}$  は以下の式で求められる。

$$\tau_{bond} = \frac{(F_{max} - F_{res})L}{rA} \quad (L: \text{アーム長}, r: \text{鋼材半径}, A: \text{接触面積})$$

試験結果をまとめると表-1, 図-3, 4となる。同じ圧縮強度の結果を比較する。表-1, 図-3より付着力は支圧応力に依存している(傾きは-0.44~0.81)。最大荷重に達した瞬間(付着破壊時)に界面上側のコンクリートに引張によるひび割れが生じていた。このことから、支圧力による圧縮によってコンクリートの引張応力が低下するため、支圧力が最大荷重に影響を及ぼしたと考えられる。

次に同じ支圧応力の時の結果を比較する。表-1, 図-4より、支圧応力によって傾きは異なるが(傾きは0.040~0.064)、圧縮強度と付着力は正の相関があることが分かる。また同程度の支圧応力・圧縮強度の押し抜き試験<sup>1)</sup>結果と比較すると、本研究で得られた結果は4.7倍大きな値が得られた。

表-1 実験結果

圧縮強度 (MPa)	支圧応力 (MPa)	試験体数	付着力 (MPa)
12.4	0.0	3	0.706
	0.25	3	0.589
	0.5	2	0.502
27.8	0.0	4	1.348
	0.25	4	1.330
	0.5	4	1.631
35.0	0.0	3	1.587
	0.25	4	1.587
	0.5	4	1.940

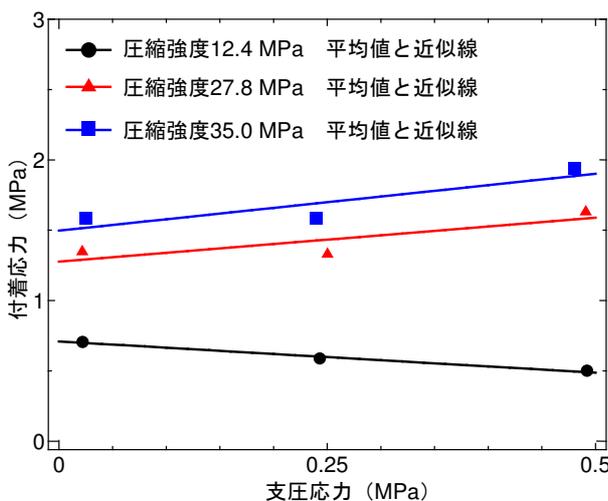


図-3 支圧応力と付着力関係

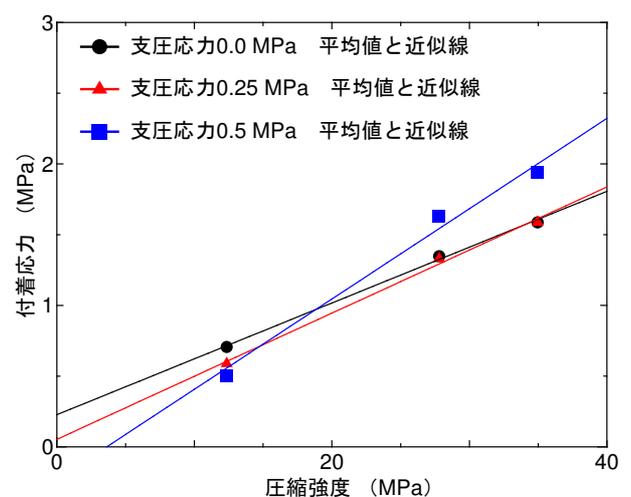


図-4 圧縮強度と付着力関係

#### 参考文献

- 1) 中島章典, 猪股勇希, 斎川幾美, 大江浩一: 付着, 機械的作用を有する鋼・コンクリート接触面の静的・疲労性状に関する実験的検討, 土木学会論文集A, Vol.63, pp.758-767, 2007.
- 2) 秋元秀之, 菊地浩貴, 斉木功, 岩熊哲夫: 鋼コンクリート界面の付着力評価のための試験方法の検討, 第64回年次学術講演会講演概要集, 2009.