

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

東北大学工学部 学生員 秋元 秀之
 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 斉木 功
 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，簡易な設計が困難な鋼コンクリート複合構造の結合部など複雑な構造を有する部位において，有限要素解析による直接的な性能照査に対する要望が高まっている．結合部の有限要素解析による直接的な照査を行うためには，異種材料界面における付着・剥離・摩擦といった現象を精緻に再現可能な数値モデルが必要となる．界面の数値モデルを構築するために，押し抜きせん断試験などの要素試験によって付着特性の評価が行われているが，これらの試験においては界面せん断方向の境界部分で応力集中が生じることから，付着力やせん断力- ずれ変位関係が正確に計測できていない可能性がある．そこで本研究では，そのような境界面の影響を極力排除した要素試験を提案し，付着力およびせん断力- ずれ変位関係の定量評価を試みた．

2. 押し抜きせん断試験による付着力の評価

比較対象とする結果を得るために中島ら¹⁾が行った実験を参考にして押し抜きせん断試験を行い，付着力を測定した．試験体は，鋼板をコンクリートブロックで挟んだ A タイプと，界面せん断方向の界面付近に生じる応力集中を緩和させるために反力をコンクリートブロック側面から受ける B タイプの 2 種類を用いた．図-1，2 にそれぞれの試験体および寸法を示す．試験体の側面から支圧力を加え，支圧応力が 1.0 N/mm^2 となるようにして試験を行った．変位制御により载荷を行い，ロードセルを用いて一定間隔ごとの荷重を計測した．また，試験体の両側の 2 つの界面に合計 4 つのクリップ型変位計を設置し，界面のずれ変位を計測した．試験は A タイプの押し抜きせん断試験を 9 回，B タイプの押し抜きせん断試験を 4 回行った．すべり発生時の荷重と最終的な荷重である残留荷重の差を付着力とした．得られた付着力を付着面積で割ったものを付着応力として求めた．また最終的な荷重を摩擦力とし，摩擦力から摩擦係数を求めた．得られた付着応力と摩擦係数の平均値と

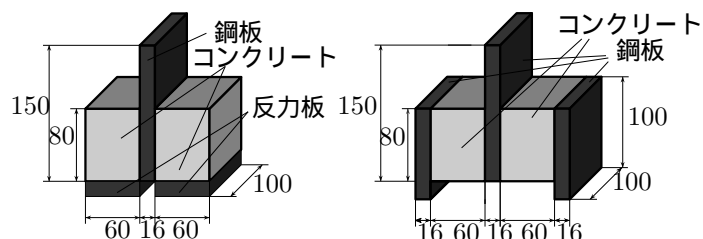


図-1 A タイプ

図-2 B タイプ

表-1 押し抜きせん断試験結果

試験体	付着応力 (N/mm^2)		摩擦係数	
	平均値	変動係数	平均値	変動係数
通常タイプ	0.22	0.5	0.35	0.23
改良タイプ	0.44	0.35	0.35	0.05

変動係数を表-1 に示す．付着応力の平均値を比較すると，B タイプの方が A タイプと比べて 1.8 倍大きい結果となっており，応力集中を緩和させたことによって大きな値が得られたものと考えられる．

3. ねじりせん断試験による付着力の評価

(1) ねじりせん断試験概要

本研究では図-3 に示すような円柱型の鋼材 (以下丸鋼とする) の周面をコンクリートが覆った試験体を製作した．コンクリートを固定した上で，丸鋼を円周方向に回転させることで，丸鋼の側面とコンクリート間のずれ変位を測定する．この試験方法では，境界面が連続となるため，界面せん断方向の境界が存在しないことから，純粋な付着力が測定できると考えた．試験装置の概要を図-4 に示す．丸鋼の両側にそれぞれ長さ 1 メートルの鋼棒 (以下アームと呼ぶ) の一端をボルト 2 本で固定し，他端に荷重を与えることで丸鋼にトルクを与える．载荷には油圧ジャッキを用いて行った，ジャッキとアーム間に荷重計を設置し，界面の側面に片側 2 箇所ずつ，合計 4 箇所にクリップ型変位計を設置して一定間隔ごとの荷重とずれ変位を計測した．支圧応力が付着力に及ぼ

Key Words: 鋼，コンクリート，複合構造，付着，摩擦，すべり

〒 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 TEL : 022-795-7443

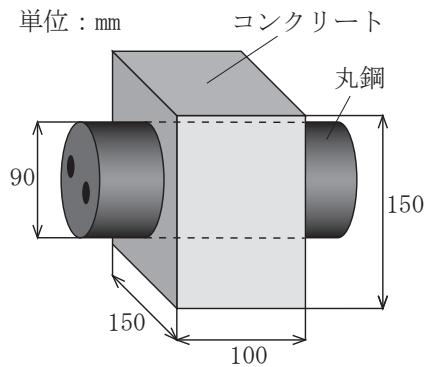


図-3 ねじりせん断試験体

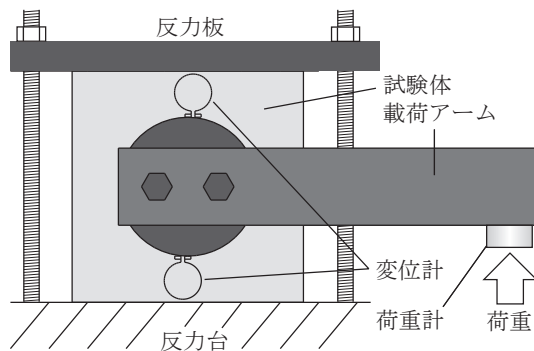


図-4 ねじりせん断試験装置

す影響を調べるために、支圧応力が 0 N/mm^2 (以下 T0 とする)、 1.0 N/mm^2 (以下 T1 とする) の 2 種類に対して試験を行った。支圧力の載荷に際しては、試験体の鉛直方向と水平方向の両方に鋼板とボルトを介してそれぞれ 1.0 N/mm^2 の荷重を与え、内部が等方圧縮状態となるようにした。

(2) 実験結果

計測された荷重 - ずれ変位関係のうち、代表的な結果を図-5 に示す。押し抜きせん断試験と同様に付着応力と摩擦係数を求めた結果を表-2 に示す。付着応力の平均は、T0 で 0.29 N/mm^2 、T1 で 0.72 N/mm^2 となった。なお、T0 は乾燥収縮によるひび割れなどが発生していて、残留荷重が T1 に比べて大幅に低い値をとったので、T1 の残留荷重の平均値を用いて付着応力を求めた。

支圧応力が 1.0 N/mm^2 で付着応力の比較を行うと、前節の押し抜きせん断試験による結果が A タイプで 0.22 N/mm^2 、B タイプで 0.44 N/mm^2 、中島ら¹⁾によれば 0.52 N/mm^2 であり、本報告で提案するねじり試験の結果 0.72 N/mm^2 はいずれのものよりも大きくなった。支圧応力が 0 N/mm^2 においても、中島ら¹⁾の 0.13 N/mm^2 に比較して、本研究で提案するねじり試験の結

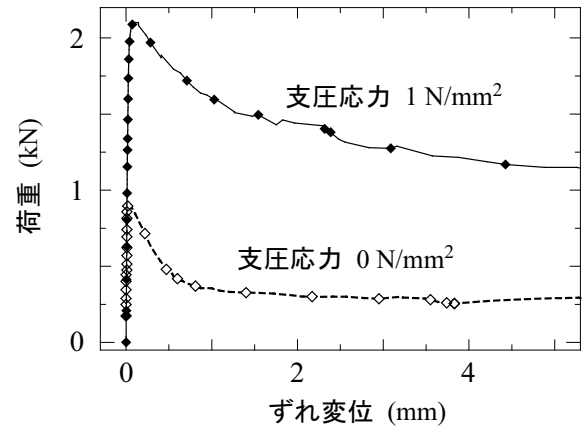


図-5 荷重 - ずれ変位関係

表-2 ねじりせん断試験結果

試験体	支圧応力 (N/mm^2)	付着応力 (N/mm^2)	摩擦係数
T0-1	0	0.26	—
T0-2	0	0.32	—
T0-3	0	0.29	—
T1-1	1.0	0.69	0.50
T1-2	1.0	0.75	0.49

果は 0.29 N/mm^2 と大きくなった。

本試験で既存の試験よりも大きな付着応力が測定された理由は、界面が連続していて界面せん断方向の境界の影響が緩和できたためであると考えられる。さらに、本試験では、界面において一様な滑りを観測でき、応力集中による破壊も見られなかった。したがって、本研究で提案するねじり試験において、本来有している付着応力を正確に計測できたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼コンクリート界面の数値モデルを構築するために、小型の要素試験により付着力およびせん断力 - ずれ変位関係を計測した。要素試験における界面の境界の影響による応力集中を緩和するために、新たにねじり試験を開発し、本来有している付着力とずれ変位の挙動を正確に測定できたと考えられる。

謝辞：本研究は科学研究費補助金（課題番号 20760296）を受けたものである。

参考文献

- 1) 中島章典, 西村美也子, 斉木功, 大江浩一: 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, 鋼構造論文集, Vol.12, No.45, pp.185-192, 2005.3