

鋼コンクリート界面の付着力評価に関する基礎的検討

fundamental study of interface bond between steel and concrete

秋元 秀之*

Hideyuki AKIMOTO

*構造強度学研究室 (研究指導教員：斉木 功 准教授)

鋼コンクリート複合構造において、異種材料界面の付着を考慮に入れた合理的な性能照査設計を実現するためには、界面の接線方向に作用する付着特性を明らかにすることが必要である。従来の 2 面押し抜きせん断試験では、すべりによる付着の破壊に及ぼす要素試験境界面の存在により正確な付着特性を評価できていないことが指摘されていた。そこで本研究では、そのような境界面の影響を極力排除できる要素試験を開発し、付着力および境界面が付着特性に及ぼす影響の定量評価を試みる。

Key Words : steel-concrete hybrid structure, bonding, friction, slip

1. まえがき

近年、鋼コンクリート複合構造などで、有限要素解析による直接的な性能照査設計の可能性が議論されている。しかし、現在のところ異種材料界面の付着に関する数値モデルに信頼性がないことから、要素試験による適切な付着評価が必要とされている。既存の研究では、押し抜きせん断試験などの要素試験による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の影響によって滑りに不均一性が生じてしまい、付着力が実際より過小評価されている可能性がある。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、付着力の定量評価を試みた。

きい結果となっており、応力集中の緩和による効果が大きいといえる。戸塚らによる結果では両者の比はおおよそ 2 倍と報告されており、今回の実験とはほぼ一致したことから、この結果は妥当なものだといえる。

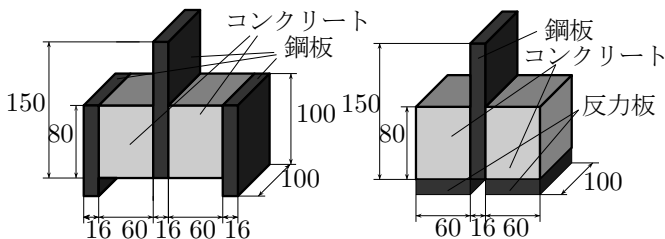


図-1 通常タイプ

図-2 改良タイプ

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予備試験として従来の押し抜きせん断試験による付着力の検討を行った。試験体は鋼板をコンクリートブロックで挟んだ通常タイプの押し抜き試験体と戸塚らによって提案された界面付近の応力集中を緩和した改良タイプの押し抜き試験体の 2 種類を用いた。図-1、図-2 に使用した試験体の寸法を示す。支圧応力は全て 1.0N/mm^2 とした。変位制御により荷重を行い、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。試験体は通常の押し抜きせん断試験体を 9 体、改良型押し抜き試験体を 4 体の試験を行った。すべり発生時荷重と残留荷重の差を求め、得られた付着力と摩擦力およびこれらの変動係数を表-1 に示す。付着力の平均はそれぞれ従来型試験体が 0.22、改良型試験体が 0.39 となった。改良型の方が従来型と比べて 1.8 倍と大

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

表-1 押し抜き試験結果

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形の試験体を製作した。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に、界面境界の影響を受けないので純粋な付着力が測定できると考えた。試験装置の概要図を図-

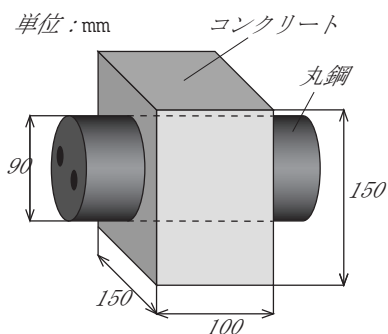


図-3 ねじりせん断試験体

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。荷重は油圧ジャッキを用いて行った、ジャッキとアーム間に設置した荷重計と、コンクリートと丸鋼の側面に片側2箇所ずつ、合計4箇所に設置したクリップ型変位計を用いて、一定間隔ごとの荷重とずれ変位を計測した。支圧が付着力に及ぼす影響を調べるために、支圧応力を 0N/mm^2 (以下T0とする)、および 1.0N/mm^2 (以下T1とする)の2種類の試験を行った。支圧負荷方法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 1.0N/mm^2 の荷重を与えることで内部が等方圧縮状態となるようにした、

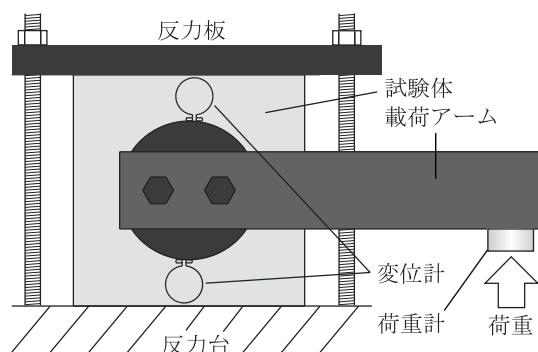


図-4 ねじりせん断試験装置

(2) 実験結果

計測されたずれ変位-荷重関係のうち、代表的な結果を図-5に示す。荷重が減少し、ほぼ変化しなくなったときの荷重を残留荷重と定義し、最大荷重と残留荷重の差が付着による抵抗力だと考えて、付着応力及び摩擦係数を算出した結果を表-2に示す。

T1から得られた摩擦係数を平均すると0.49と得られる。押し抜き試験の結果の0.35と比較すると、やや大きくなった。この原因としては、鋼材断面が完全な円形ではなかったことによる幾何学的な拘束の影響で摩擦が大きくなった可能性が考えられる。

また、得られた付着応力の平均を求めると、T0の付着応力が 0.29N/mm^2 、T1の付着応力が 0.72N/mm^2 と得た。押し抜きせん断試験による結果は、支圧応力

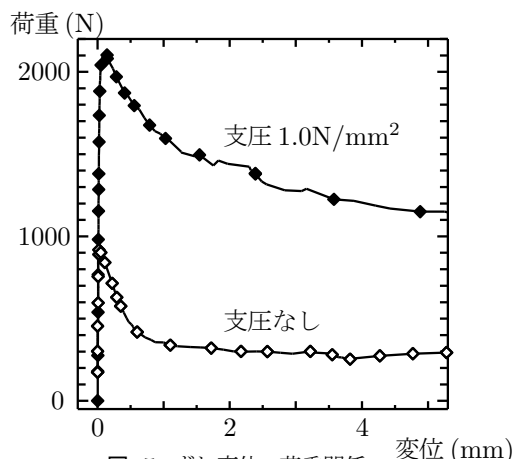


図-5 ずれ変位-荷重関係

試験体	支圧応力 (N/mm^2)	付着応力 (N/mm^2)	摩擦係数
1	0	0.51	-
2	0	0.50	-
3	0	0.50	-
4	1.0	0.69	0.50
5	1.0	0.75	0.49

表-2 ねじりせん断試験結果

を 1.0N/mm^2 としたときの付着応力が予備試験による 0.44N/mm^2 、また中島ら¹⁾により支圧応力を 1.0N/mm^2 としたときの付着応力が 0.52N/mm^2 、支圧応力 0N/mm^2 のときの付着応力が 0.13N/mm^2 と報告されているこれらの結果と比較すると本試験の付着応力は、支圧応力に関わらずおよそ1.5倍となった。この結果より、本試験の場合は界面の境界がないことから一様な滑りが生じて、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付着特性を調べるために実験による検討を行った。その結果、界面境界の影響がない試験体を用いたことで正確な付着が測定できたと考えられる。

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