

トルク型せん断試験による鋼モルタルおよび鋼コンクリート付着強度の比較

東北工業大学都市マネジメント学科 正 員 ○山田 真幸
 東北大学大学院土木工学専攻 正 員 齊木 功

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造において、鋼部材とコンクリート部材との境界が面的な場合には、頭付スタッド等のずれ止めが用いられている。鋼部材とコンクリート部材との一体化は、ずれ止めの形状に起因する両材料のかみ合い、すなわち機械的結合により設計上確保されている。しかし鋼とコンクリートとの境界では打設されたコンクリートが鋼板と一体化して硬化し、これも両者の応力伝達に寄与していると考えられる。

この鋼コンクリート間の付着力の一評価法として、トルク型せん断試験が考案され検討が行われている^{1),2)}。トルク型せん断試験では鋼部材とコンクリート部材との界面を模した鋼円柱にトルクを与え、円柱側面に生じるせん断応力とずれとを計測する試験である。これらの一連の検討では、不可避に生じる圧縮強度等のばらつきを排除する目的で、コンクリート部材中の粗骨材が界面に与える影響は小さいと仮定し、供試体にモルタルを用いてきた。そこで本研究ではコンクリートを用いた供試体を製作し、粗骨材の有無が付着強度に与える影響を実験的に検討する。

2. 供試体とトルク型せん断試験装置について

供試体と供試体製作状況を図-1に示す。

供試体はモルタルブロック、あるいはコンクリートブロックと鋼円柱で構成され、円筒状となる両者の境界は鋼コンクリート複合構造中の異種材料界面を模している。鋼円柱の直径は90 mmで、モルタル・コンクリートブロックは厚さ100 mmである。ブロックの一边は過去の検討³⁾より300 mmとした。

トルク型せん断試験装置と供試体を図-2に示す。

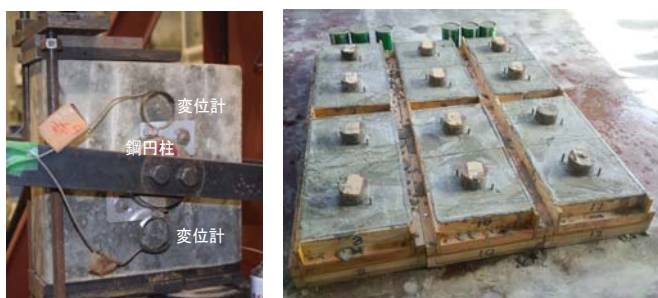


図-1 供試体と供試体製作状況



図-2 トルク型せん断試験装置と供試体

サーボバルブジャッキは手動ジャッキと等しい荷重を発生し、トルクアームを介して鋼円柱にトルクを与える。本試験はせん断応力の作用方向に境界を有しない円筒状の界面にせん断応力を発生させることで、せん断応力が一様とみなせる界面の付着強度を得ることを特徴とする。

モルタル・コンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 モルタル・コンクリートの配合

供試体ブロック 材質	単位水量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)		
		セメント	細骨材	粗骨材
モルタル	303	605	1238	—
コンクリート	194	388	794	971

※空気量は2%と仮定、試験時のモルタル圧縮強度は42.9 N/mm²、
 コンクリート圧縮強度は48.9 N/mm²

水セメント比を50%とし、コンクリートを用いた供試体（以下コンクリート供試体）ではそのコンクリートを構成するモルタル分の配合をモルタルを用いた供試体（以下モルタル供試体）と同じとした。また粗骨材は最大寸法20 mmのものをを用い、細骨材率は47%とした。混和剤は使用していない。供試体は鋼円柱の側面が鉛直になるように打設を行い、ブリーディングが界面に影響することを避けた。6体ずつ12体を製作し、水中養生を約4週間行った後に試験を実施した。

3. モルタル供試体によるトルク型せん断試験

モルタル供試体による界面のせん断応力とずれ変位との関係を図-3に示す。変位は4点で計測した値の平均値で、せん断応力はジャッキ荷重より求めた。ここではNo.1～3供試体の結果のみ記した。

ずれ変位はほぼ生じずにせん断応力は増加し、破壊

Key Words: 鋼コンクリート複合構造, 付着, せん断力

〒 982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1, TEL 022-305-3540, FAX 022-305-3501

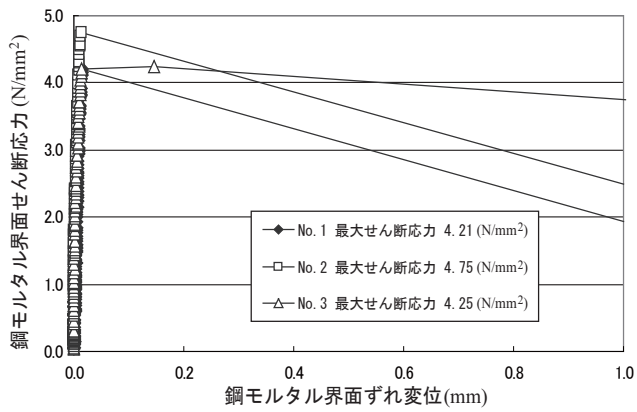


図-3 モルタル供試体 せん断応力とずれ変位との関係

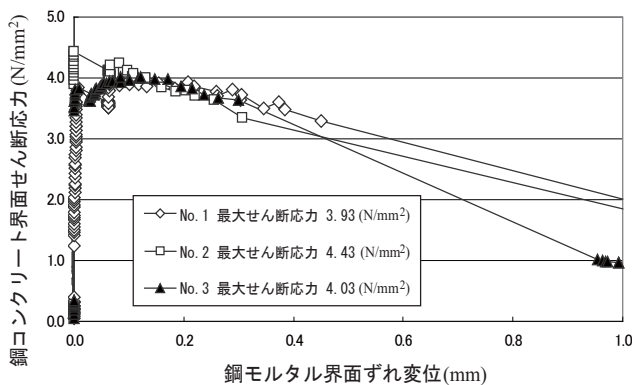


図-4 コンクリート供試体 せん断応力とずれ変位との関係 1

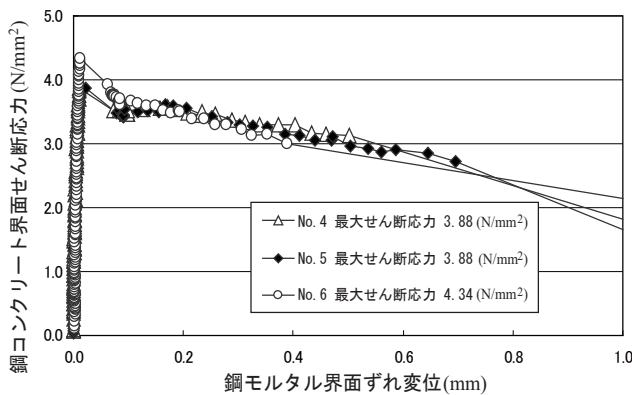


図-5 コンクリート供試体 せん断応力とずれ変位との関係 2

音が生じたと同時に瞬間的にずれ変位が増大し、同時にせん断応力は低下した。ずれ変位発生直前に計測されるせん断応力の最大値が付着強度と考える。6体全ての供試体で同様な挙動が計測された。

4. コンクリート供試体のトルク型せん断試験

コンクリート供試体による界面のせん断応力とずれ変位との関係を、No.1～3 供試体について図-4 に、No.4～6 供試体について図-5 に示す。

コンクリート供試体でもモルタル供試体と同様にずれ変位はほぼ生じずにせん断応力は増加したが、6体全ての供試体でずれ変位が生じて脆性的な破壊は生

じなかった。

この試験ではずれ変位が発生した直後に载荷の一時停止が可能であった。ほとんどの供試体で破壊音が生じると同時にずれ変位が生じ、ジャッキの荷重が低下した。ここでもモルタル供試体と同様にずれ変位発生直前に計測されるせん断応力を付着強度と考える。

ずれ変位の発生を確認した後には载荷を再開すると、荷重が低下しなからずれ変位が増加した。ずれ変位が0.3～0.5 mm 程度生じた時に、急激な荷重の低下とずれ変位の増大が生じて試験を終了した。しかしNo.3 供試体では破壊音を生じずにずれ変位が発生し、载荷の再開後は荷重が上昇し、ずれ変位0.12 mm のときにせん断応力は最大値となっている。ずれ変位が発生したときのせん断応力は3.81 N/mm²であった。

5. 付着強度の比較

本研究の試験で得られた付着強度を表-2 に示す。

表-2 供試体仕様およびトルク型せん断試験結果一覧

供試体ブロック の材質	付着強度 (N/mm ²)						平均
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	
モルタル	4.21	4.75	4.25	4.70	3.92	3.75	4.26
コンクリート	3.93	4.43	3.81*	3.88	3.88	4.34	4.08

※最大せん断応力は4.03 N/mm²

モルタル供試体の付着強度は平均で4.26 N/mm²、コンクリート供試体では4.08 N/mm²である。コンクリート供試体の付着強度はモルタル供試体のそれを下回った。

6. まとめ

粗骨材の有無が付着強度に与える影響を実験的に得ることを試みた。鋼モルタル界面では付着破壊が生じると急激にせん断応力が低下したが、鋼コンクリート界面では、全ての供試体で急激なせん断応力の低下は生じなかった。また鋼コンクリート界面の付着強度は鋼モルタル界面の付着強度より小さい値となった。

参考文献

- 1) 斉木 功, 菊地浩貴, 山田真幸, 岩熊哲夫: 鋼コンクリート界面の付着強度評価法に関する一提案, 応用力学論文集, 土木学会, Vol.13, pp.323-329, 2010.
- 2) 山田真幸, 斉木功, 岩熊哲夫: 鋼コンクリート界面の付着強度評価のためのトルク型せん断試験機に関する基礎的検討, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.59A, pp.37-46, 2013.
- 3) 山田真幸, 斉木 功, 岩村大地: トルク型せん断試験の供試体形状が破壊モードと試験結果に与える影響の考察, 第70回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS3-11, 2015.