

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

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
 東北大学建築・社会環境工学科 学生員 岩村 大地

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造等の異種材料界面における荷重伝達は設計上頭付スタッド等のずれ止めの作用にのみよっている。これらのずれ止め作用の評価ではコンクリートの破壊、あるいはスタッドの破壊による終局耐力に注意が払われているが、筆者らは供用時の荷重レベルでは鋼コンクリート間に自然的に生じる付着が主に荷重伝達を行っていると考えている。鋼コンクリート間の付着の挙動を頭付スタッド等と同様に押抜き試験で求めることは困難であることから、筆者らはトルク型せん断試験を考案し、検討を行っている^{1),2)}。

2. トルク型せん断試験供試体に生じるクラックと付着破壊との関係について

トルク型せん断試験装置の主要部と本研究で用いた供試体とを図-1に示す。

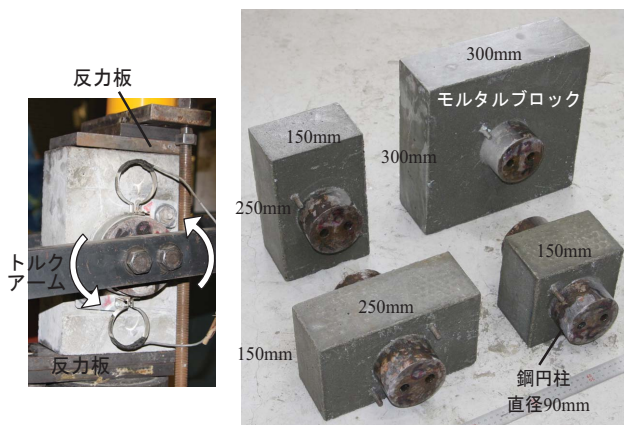


図-1 トルク型せん断試験装置と用いた供試体

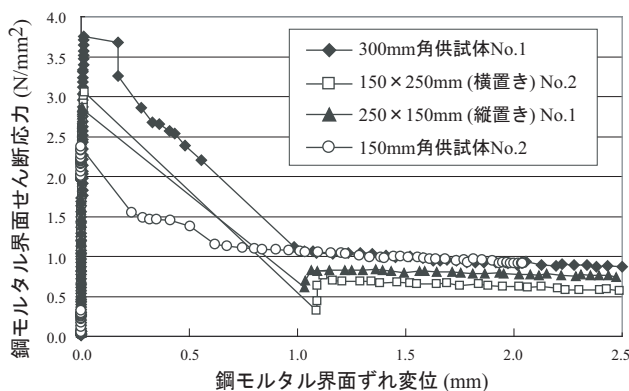


図-2 界面せん断応力とずれ変位との関係

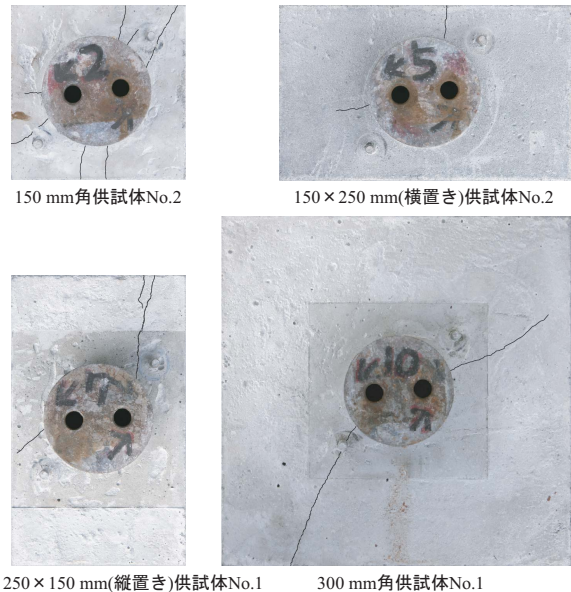


図-3 供試体に生じたクラック (試験終了後)

本試験ではモルタルブロック中の鋼円柱にトルクを与え、鋼モルタル界面に生じるせん断応力と界面のずれとを計測している。鋼モルタル界面は直径 90 mm、幅 100 mm の円筒状であり、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。ここでは鋼円柱の表面は黒皮のままとしている。

本研究で得られた界面せん断応力とずれ変位との関係を図-2に示す。せん断応力はトルクアームに加えた荷重から求めている。トルク型せん断試験では界面の破壊は破壊音と共に瞬間的に生じ、ずれ変位は界面が破壊するまで計測されない。界面破壊直前に計測されるせん断応力の最大値が付着の耐荷力と考えている。

2.5 mm 程度のずれ変位を発生させ、試験を終了した後の供試体を図-3に示す。加えたトルクは反時計回り方向であり、目視で確認したクラックを強調してある。これらでは鋼モルタル界面以外に供試体外周と鋼円柱との間のモルタルブロックにクラックが生じている。破壊が瞬間的に生じることから、これらのクラックの発生が鋼モルタル界面の破壊に先行するか否かは明らかではない。そのためこれらのクラックが先行して生じ、2 次的に鋼モルタル界面が破壊している懸念がある。

そこで本研究ではこれらのクラックの発生を防ぐ目的で形状の異なる供試体でトルク型せん断試験を行い、

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

加えて有限要素解析により供試体の破壊モードおよび試験結果に与える影響を考察した。

3. モルタルブロック形状の異なる供試体の試験

本研究で用いた供試体の形状は図-1の右に示した。既往の研究で300mm角供試体で界面破壊直後にモルタルブロックにクラックが発生していない例が報告されていることから³⁾、本研究でもこれを含み、加えて長辺を250mmとした長方形の供試体および150mm角供試体を用いている。全12体の供試体は同時に作製し、モルタルの配合は表-1を用いた。打設後は水中養生を行い、材令29~31日で試験を行った。得られた最大せん断応力と各3体の平均値とを表-2に示す。

表-1 供試体モルタルの配合

W/C (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位量 (kg/m ³)	
		セメント	細骨材
50	295	590	1027

表-2 供試体仕様およびトルク型せん断試験結果一覧

モルタルブロックの 形状, 縦×横 (mm)	最大せん断応力 (N/mm ²)			
	No.1	No.2	No.3	平均
150×150	2.54	2.37	2.25	2.39
250×150 (縦置き)	2.88	2.60	3.44	2.97
150×250 (横置き)	3.51	3.05	3.06	3.21
300×300	3.75	4.59	3.83	4.06

※モルタルの圧縮強度は47.2N/mm²。

モルタルブロック形状で最大せん断応力は異なり、300mm角供試体で最も大きい。加えて再び図-2で界面破壊直後の挙動に着目する。計測間隔は2秒であるが、300mm角供試体ではせん断応力の低下とずれ変位の増加が瞬間的には生じていない。

4. 有限要素解析による検討

モルタルブロックの形状やこれに起因する境界条件の差異によりモルタルブロック中に生じる応力の差異を比較する目的で有限要素解析を行った。平面応力状態を仮定し、付着破壊直前まで界面ずれ変位が生じないことから弾性解析とした。ヤング係数は鋼200kN/mm²、コンクリート31kN/mm²、ポアソン比は各々0.3、0.2を用い、鋼円柱に相当する部分に偶力を付加している。

モルタルブロック中の最大せん断応力の計算結果を図-4に示す。偶力から解析的に求めた界面のせん断応力の値を1.0とし、0.7~1.3の範囲で等値線を得て5階調の図とした。図-4では300mm角供試体以外で、界面のせん断応力に比較して大きいせん断応力の領域が供試体外周と鋼円柱との間に生じている。ここで表-2に注目すると、この領域のせん断応力が大きい供試体

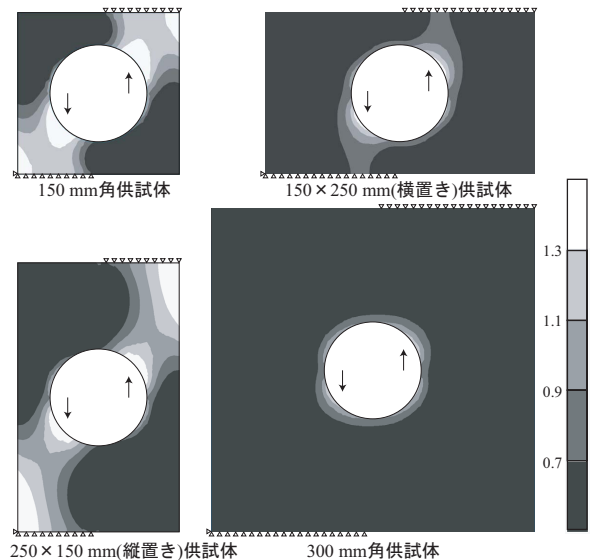


図-4 モルタルブロック中せん断応力の有限要素解析

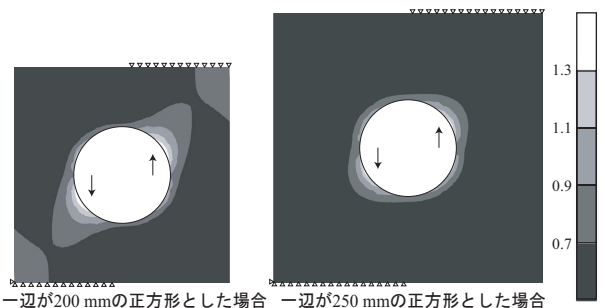


図-5 モルタルブロック中せん断応力の有限要素解析 2

ほどトルク型せん断試験で最大せん断応力が小さく計測されている。

最後にモルタルブロックを200mm角、250mm角とした場合の有限要素解析結果を図-5示す。これらよりせん断応力が大きい領域の発生はモルタルブロックの形状に依存していると思われる。300mm角供試体以外の供試体では供試体外周と鋼円柱間のモルタルブロックで破壊が先行して生じていると考える。また本試験では300mm角供試体で得られた最大せん断応力が鋼モルタル界面耐力の真値に近いと考える。

5. まとめ

形状が異なる供試体を用いたトルク型せん断試験を行い、有限要素解析と合わせて破壊モードと計測される最大せん断応力との関連について述べた。

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, 岩熊哲夫: トルク型せん断試験の供試体の大きさと付着強度に関する実験と考察, 第69回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS3-8, 2014.