

載荷方法の相違がモルタルのせん断付着強度および応力負担特性に及ぼす影響

首都大学東京 学生会員 ○中村 泰貴 正会員 宇治 公隆
 首都大学東京 正会員 上野 敦 正会員 大野 健太郎

1. 目的

現在、コンクリート構造物の打重ねや補修補強における付着界面の一体性を評価する試験方法として、一面せん断試験など数種類が提案されているものの、付加的な圧縮力が作用するなど、純粋なせん断応力での破壊試験とはなっておらず、規格に至っていない。本研究では、円柱状供試体で、軸方向の引張によりせん断付着力が生じる試験方法を独自に考案し、通常のせん断試験等との比較を通して、せん断付着強度と応力負担特性の違いを検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要および実験方法

使用材料、コンクリートの計画配合、力学的特性、目粗し状態および供試体概略図を表1～3、図1、2に示す。図2(b)の引抜き用供試体は直径100mmの円柱状母材コンクリートの中心にボルトを配置して作製し、その後、側面の目粗しを行い補修材をその周りに打設した。なお、本研究では引張による試験との比較として、類似した形状の円柱押抜き載荷試験を取り上げた。試験水準は、押抜き又は引抜き載荷の2水準、目粗しを大(H-series)、中(M-series)、無(P-series)の3水準、計6シリーズとし、各3体ずつ供試体を作製した。補修材には短繊維を含まないプレミックスタイプの無機系無収縮モルタルを使用した。実験では、補修材打設前に目粗し面の凹凸を測定し、中心線平均粗さを算出した。なお、補修材の割裂破壊を防止するため、補修材周囲にCFRPシートを巻き付けて、載荷を行った。

2.2 載荷方法

円柱押抜き載荷試験では、圧縮試験機により載荷し、付着界面に生じる応力増加が毎分 3.8N/mm^2 となるように制御し、円柱引抜き載荷試験では、センターホールジャッキを使用し、図2で示すようにボルトを引抜く方向で載荷した。載荷速度は、手動ジャッキによる載荷のため、AEが計測できるよう毎分 1.62N/mm^2 とした。

3. 表面性状とせん断付着強度の関係

平均せん断付着強度を表4に、各試験における中心線平均粗さとせん断付着強度の関係を図3、4に示す。なお、比較のため、既往の研究¹⁾の二面せん断試験結果も合わせてプロットした。表4より、押抜き載荷の平均せん断付着強度に比べ引抜き載荷の平均せん断付着強度は、MおよびH-seriesで約1/6、P-seriesで約1/2.5となった。また、二面せん断試験のせん断付着強度と比べ、引抜き載荷のものは、MおよびH-seriesで約1/5、P-seriesで1/0.6である。図よりせん断付着強度は押抜き載荷では、目粗しが大きくなるにつれ高くなっているのに対し、引抜き載荷では、目粗しによらず同程度となっており、さらにMおよびH-seriesでは、二面せん断試験よりも低くなっている。これは、押抜き

キーワード 目粗し、せん断付着強度、応力負担特性、AE法

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 TEL 042-677-1111

表1 使用材料

種類	表乾密度 $[\text{g/cm}^3]$	吸水率 $[\%]$	粗粒率
セメントC	ボルトランドセメント	-	-
細骨材粗目S1	相模原産砕岩砕砂	2.57	2.16
細骨材粗目S2	陸砂	2.62	3.27
粗骨材G	相模原産砕岩砕石	2.61	1.82
水和剤	AE減水剤Ad	リグニンスルホン酸化物とポリオール複合体	
	AE助剤	アルキルエーテル系	

表2 計画配合

Gmax (mm)	SL (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)					Ad
					W	C	S1	S2	G	
20	8	58	4.5	47.2	172	297	669	167	949	C:0.4%

表3 硬化体の力学的特性

	圧縮強度 $[\text{N/mm}^2]$	平均 $[\text{N/mm}^2]$	弾性係数 $[\text{kN/mm}^2]$	平均 $[\text{kN/mm}^2]$
母材コンクリート	33.5	33.7	24.2	24.9
	33.9		25.6	
補修材	57.8	62.2	25.8	26.6
	66.6		27.4	



図1 目粗し状態

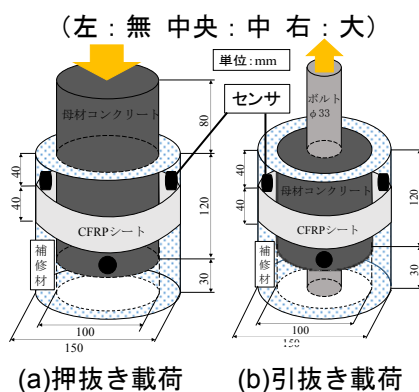


図2 供試体概要図

表4 平均せん断付着強度

	目粗し	平均せん断付着強度 $[\text{N/mm}^2]$	①/② 又は ③/②(倍)
①押抜き載荷	P-series	2.18	2.5
	M-series	2.89	6.7
	H-series	4.94	6.1
②引抜き載荷	P-series	0.87	-
	M-series	0.43	-
	H-series	0.81	-
③既往の研究 二面せん断試験	P-series	0.51	0.6
	M-series	2.43	5.7
	H-series	3.50	4.3

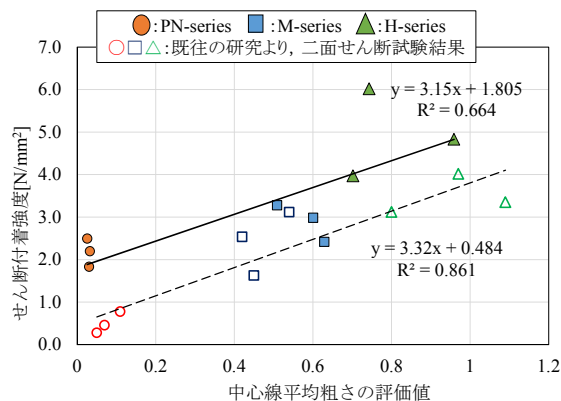


図3 中心線平均粗さとせん断付着強度
の関係図（押抜き载荷）

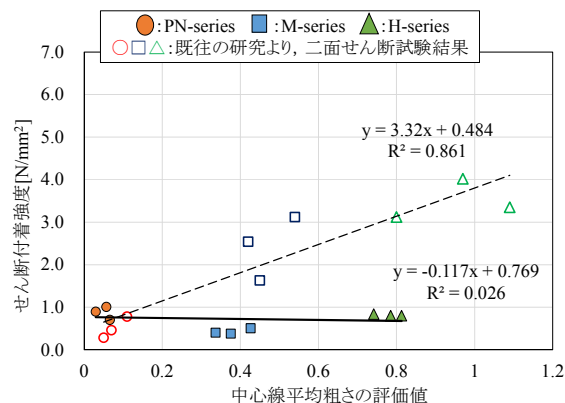
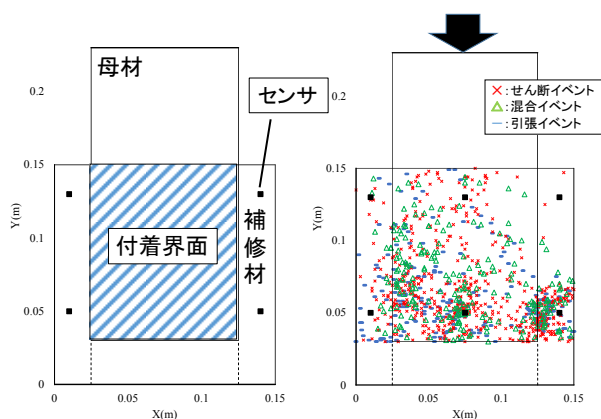
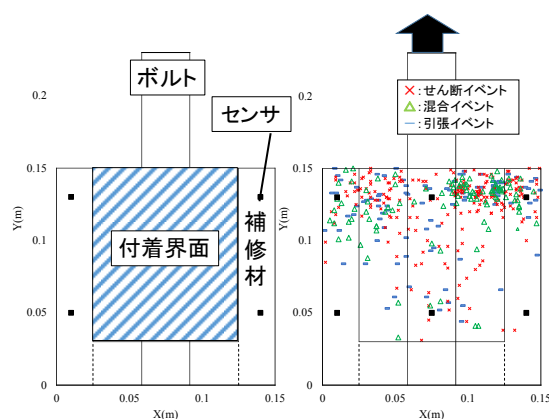


図4 中心線平均粗さとせん断付着強度
の関係（引抜き载荷）



(a)付着界面図 (b)SiGMA 解析結果

図5 押抜き载荷 H-1 正面図



(a)付着界面図 (b)SiGMA 解析結果

図6 引抜き载荷 H-1 正面図

き载荷では母材コンクリートがポアソン効果により外側へ膨張して、せん断付着強度が増大した一方、引抜き载荷では、引抜きに伴い母材コンクリートが体積変化したためと考えられる。

4. AE 法による応力負担特性の比較

H-series (H-1) を一例として、SiGMA 解析結果を図5, 6に示す。図より、AE イベントが、押抜き载荷では付着界面下部に、引抜き载荷では付着界面上部に集中していることから、どちらの場合においても、载荷方向先端付近で力を受け持つことがわかる。なお、他のいずれの水準においても同じ傾向が見られた。また、押抜き载荷では付着界面下部から約 4cm、引抜き载荷では付着界面上部から約 2cm の位置に AE イベントが集中しており、応力負担域が押抜き载荷より引抜き载荷の方が狭い範囲に限定されていると考えられる。

5. まとめ

- ・引抜き载荷によるせん断付着強度は、押抜き载荷および、P-series を除く既往の二面せん断試験の結果よりも低く、2 倍以上の差がある。これは、界面におけるせん断抵抗挙動の違いによるものといえる。
- ・押抜き载荷、引抜き载荷のどちらにおいても、主として载荷方向先端付近で作用に抵抗することがわかった。また、押抜き载荷と比べ引抜き载荷は応力負担域が小さいと考えられる。

謝辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(c)18K04309）の補助を受けて行った。ここに記して、謝意を表す。

参考文献

- 1) 黒原創, 大野健太郎, 宇治公隆, 上野敦: 母材コンクリートと無機系補修材界面のせん断付着強度試験に関する考察, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.607-612, 2013.