# 8. 増打ち補強打ち継ぎ部せん断実験

## Test on Shear Strength of the Joint Retrofitting Concrete

森 浩二\*1 関 敏宏\*2 橋本 聡\*3 藤田 利郎\*4

## 要 旨

免震装置を交換する際に、免震装置の周囲に油圧ジャッキを配置するためのスペースを確保することを目的と して、既存躯体への増打ち補強が必要となる場合がある。増打ち補強躯体は PC 鋼棒で既存躯体に圧着させ、鉛直 荷重の伝達は既存躯体と増打ち躯体の摩擦力によって伝達させることになる。そのため、既存躯体コンクリート の表面処理方法による摩擦強度の差異に着目し、打ち継ぎ部の直接せん断実験を行った。実験の結果、超高圧水 による表面処理を行った場合には接合部のずれ変形が生じず、良好な結果を得ることができた。 キーワード:直接せん断実験/摩擦/目荒らし/超高圧水

#### 1. はじめに

免震装置の交換工法としてジャッキアップによる方法 を採用する場合、免震装置の周囲に建物の鉛直荷重を受け るためのジャッキを配置する。免震装置の交換中に地震が 発生し、免震層に水平変位が生じる場合を想定すると、ジ ャッキ周辺には十分なクリアランスを確保する必要があ り、場合によっては、ジャッキの設置スペースを拡大する ために躯体に増打ち補強などを行うことになる<sup>1)</sup>。

コンクリートによる増打ち補強を行う場合、既存躯体と 増打ち補強部の接合方法は、PC 鋼棒による圧着接合とし、 PC 鋼棒の緊張によって生じる摩擦力で鉛直荷重を伝達さ せる考え方となる。接合部分の表面は、無処理とする場合 やチッピングによる目荒らしを行う場合がある。チッピン グによる目荒らしは、無処理とする場合に比較して高い摩 擦力を得ることを目的として行われるが、施工時に発生す る騒音や、作業時間の長さ、既存躯体を損傷させる可能性 などが短所となる。

超高圧水による表面処理は、チッピングと比較して既存 躯体への負荷が小さく、作業時間も短いといった長所があ る。しかし、超高圧水による表面処理を行った場合の摩擦 力については不明であるため、直接せん断実験により、各 表面処理方法による摩擦力の差違について検討を行った。

## 2. 実験概要

#### 2.1 試験体形状

図-1に試験体を示す。試験体は既存躯体を想定した中 央先打ち部の左右に、増打ち躯体を想定した後打ち部を設 けた形状で、先打ち部と後打ち部はそれぞれを鉄筋で補強 している。先打ち部と後打ち部は、試験体を貫通する PC 鋼棒で圧着させる構造で、鉄筋は接合面を貫通しない。コ ンクリートの設計基準強度は 60N/mm<sup>2</sup>として計画した。

#### 2.2 実験因子

実験因子は表-1に示すように、接合面の目荒らし処理 の違いと接合面に作用させる面圧である。面圧は標準的な 締付け力の場合(H)と、その20%(L)の2通り、目荒 らし処理の種類は無処理(N)、チッピング(C)、および 超高圧水による表面処理(A)の3通りで、計6体である。

#### 2.3 表面処理

表面処理の施工状況を図-2に示す。チッピングには電動チッパーを用い、深さが2~5mm程度、範囲が接合面の 面積の15%程度となるようにし、チッピング後はワイヤー ブラシでコンクリート表面を清掃した。超高圧水による表 面処理では、高速回転するブラストノズルから高圧水をコ



試験体名	コンクリート 設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	接合面積 (mm <sup>2</sup> )	表面処理方法	面圧 (N/mm <sup>2</sup> )	プレストレスト力 (kN)
NL			ATTEL 1	0.63	84.8
NH		135000	無し	3.14	423.9
CL	(0)		チッピング	0.63	84.8
СН	60		(面積 15.2%)	3.14	423.9
AL			アクアブラスト	0.63	84.8
AH			(面積 100%)	3.14	423.9

表-1 試験体一覧



(a) チッピング



(b) 超高圧水図-2 表面処理状況

ンクリート面に吹きつけると同時に、バキュームで研磨粉 と水を吸い取る形式の装置(アクアブラスト)を使用した。 水圧の設定は200N/mm<sup>2</sup>とし、目荒らしの粗度は水圧と時 間によって管理し、表面の状態を目視によって確認した。

接合面の面圧は、鉛直方向に配置した6本のPC 鋼棒(φ 11mm, SBPR930/1080) に緊張力を加えて作用させた。面 圧は標準の3.14N/mm<sup>2</sup>と標準に対し20%となる0.63N/mm<sup>2</sup> の2水準である。20%の面圧は接合面固着力推定のために 設定した。

## 2.3 コンクリート強度

試験体先打ち部および後打ち部のコンクリート標準養 生4週圧縮強度と実験時の圧縮強度、および目荒し時にお ける先打ち部コンクリートの圧縮強度試験結果を表-2に 示す。 表-2 コンクリート圧縮強度

	4週圧縮強度	実験時	目荒し時
÷77/	(標準養生)	圧縮強度	(封緘)
即加	$(N/mm^2)$	(封緘)	$(N/mm^2)$
		$(N/mm^2)$	
先打ち	70.1	65.4	57.4
後打ち	82.1	76.5	_





図-3 載荷装置

#### 2.4 載荷方法

載荷装置の概要を図-3に示す。載荷は試験体左右の後 打ち部を球座上に設置し、中央の先打ち部に鉛直荷重 P を 油圧ジャッキで作用させる形式で行った。先打ち部と後打 ち部の接合面に作用するせん断力 Q は片側で P/2 となる。 載荷履歴は単調載荷とし、計測項目は鉛直荷重 P、接合面 鉛直変位 s とした。

## 3. 実験結果

実験結果の一覧を表-3、荷重 P と接合面鉛直変位 s と の関係を図-3、試験体の破壊状況を図-4 に示す。変位 s は最終的に卓越したずれが生じた側を採用した。すべり出

試験体名	すべり荷重 <sub>e</sub> Ps (kN)	最大耐力 e <sup>P</sup> max (kN)	$\mu = 0.8$ $P_{c}$ $(kN)$	<sub>e</sub> P <sub>s</sub> /P <sub>c</sub>	<sub>e</sub> P <sub>max</sub> /P <sub>c</sub>	破壊モード
NH	1256	1808		1.84	2.65	接合部すべり
СН	727	1863	682	1.07	2.73	接合部すべり
AH	1993	2594		2.92	3.81	
NL	776	1214		5.77	9.03	接合部すべり
CL	536	1008	134	3.99	7.50	接合部すべり
AL	1894	2257		14.10	16.80	先打ち部

表-3 試験体耐力一覧





(a) NH



(b) AL 図-4 試験体破壊状況

~3.81 倍の値で、20%面圧 0.63N/mm<sup>2</sup>の試験体の実験値は 計算値の 7.50~16.80 である。

し荷重。P<sub>s</sub>は荷重-変位関係における最初の折れ点とした。 試験体は超高圧水処理の AH、AL を除いて接合面すべ りによる脆性的な破壊となった(図-4(a))。AH では装置 の載荷能力に達したため 2600kN で載荷を中断したため、 最大強度および破壊状況については確認できていない。 AL では接合面のすべりは生じず、曲げによる接合面下部 の開きと先打ち部の曲げせん断による破壊となった(図-4(b))。

摩擦係数 μ=0.8 として算定した強度 Pc を表-3 に示す。 標準面圧 3.14N/mm<sup>2</sup>の試験体の最大耐力は計算値の 2.65

#### 4. 考察

図-5 に最大荷重およびすべり出し荷重と計算値との比 較を示す。面圧に対する実験値の勾配はすべり出し荷重で は小さく、すべり出し荷重が固着力に大きく依存している ことがわかる。標準面圧試験体の最大耐力はいずれも摩擦 係数 µ=0.8 に対して 2.0 以上の安全率を有しているが、す べり出し荷重では CH で 1.07、NH では 1.84 と 2.0 を下回 った。AH では 2.92 であり、アクアブラスト処理面の固着 力が高いことが確認できる。



コンクリート打継ぎ部のせん断強度は、コンクリート間 に作用する接着力と接合面の粗さに起因する<sup>2)</sup>ため、接合 部の強度は最大せん断応力  $\tau$  と圧縮応力  $\sigma$  の関係で表せ、 一次関数で表現した場合の切片が接着力に、傾きが摩擦係 数に相当する。平滑な接合面に関する既往の研究<sup>3),4)</sup>と本 実験結果との比較を**図**-6 に示す。載荷形式が異なるため 単純に比較することはできないが、最大荷重におけるせん 断応力  $\tau_{max}$ の勾配は既往の研究に近い結果となっており、 接着力については超高圧水処理(AL,AH)が無処理の接着 力を大きく上回る結果となっている。すべり出し時せん断 応力  $\tau_{s}$  については面圧によるせん断応力増加の程度は最 大せん断応力ほどには得られておらず、表面処理の影響が 大きいことがわかる

## 5. まとめ

免震装置交換工事時に増打ち補強が必要となる場合を 想定し、既存躯体コンクリートの表面処理方法による摩擦 強度の違いについて検討するため、打ち継ぎ部のせん断実 験を行った。実験の結果、以下の事項を確認することがで きた。

(1) 打ち継ぎ部のせん断強度は面圧 3.14N/mm<sup>2</sup>以下の場



合で摩擦係数に換算して $\mu = 1.6$ を超えた。

- (2) 面積比 15%程度のチッピング処理によるすべり出し 強度は無処理の場合を下回った。
- (3) 超高圧水処理の場合のせん断強度は無処理、チッピングの場合のいずれをも大きく上回った。

[参考文献]

- 江頭寬,鈴木亨,小阪英之,山中久幸,大塚繁:免震 改修工事の柱軸力受替え工法に関する実験的研究,三 井住友建設技術研究開発報告,第3号,pp.93-103,2005
- 2) 香取慶一:コンクリート接合部のせん断力伝達機構に 及ぼす表面形状の影響,東京工業大学学位論文,1999
- 3) 岡本晴彦,村井和雄:プレキャストコンクリート柱・ 梁接合部の圧着接合に関する研究,接合面のせん断伝 達に関する実験結果,日本建築学会大会学術講演梗概 集,C,構造 II, pp.1063-1064, 1993.9
- 4) 小山内裕,渡辺史夫、勅使川原正臣,小幡学,大島幸, 木村義男:付帯柱と絶縁したプレキャスト壁の耐震性 に関する実験的研究,その6柱梁接合部のせん断実験 の結果,日本建築学会大会学術講演梗概集,C-2,構 造 IV, pp.905-906, 1996.