

遅延合成スタッド（PR スタッド）の押抜きせん断試験

川田工業 正会員 北川 幸二¹ 川田工業 フェロー 渡辺 滉¹
 川田工業 正会員 橘 吉宏¹ 川田工業 正会員 牛島 祥貴²
 摂南大学工学部 正会員 平城 弘一³

1. まえがき 異種材料の組合せからなる合成構造は、合成の程度により完全合成、弾性合成、非合成に分けられるが、経時的に非合成から合成へと変化する構造形式は、いまだに考案されていない。もし、このような構造が可能であれば、乾燥収縮で鋼材の拘束により発生するコンクリートの引張力を低減できる合成構造や、鋼部材の存在を意識することなく、PC 鋼材でコンクリートにプレストレスを与えることができる合成構造が実現し、PS 導入時に非合成であり、その後合成となる構造が誕生するなど、合成構造物の自由度はさらに高められるものと期待できる。そこで、通常のずれ止めに遅延硬化性樹脂を使用することにより、一定期間は非常に柔なずれ止めとして働き、供用時には完全合成となるような新しいずれ止め（以下「PR スタッド」と称す）の開発を試みた。本文は、この PR スタッドについて実施した押抜き試験結果と、実橋への適用性について検討した結果を報告するものである。

2. PR スタッドの概要 PR スタッドは写真-1 に示すように、頭付きスタッドジベルの軸部根元近傍に参考文献 1) の高粘度遅延硬化性樹脂モルタルを巻付けたずれ止めである。巻付け範囲はアップリフトに抵抗させるため幹基部からスタッド全高の 2/3 程度、樹脂厚はずれ止めに要求される自由な相対ずれ量に基づいて決めた。併せて鋼フランジ面の付着を低減するため、鋼板表面には低粘度遅延硬化性樹脂モルタル¹⁾を塗布している。この結果、施工後初期の PR スタッドは図-1 のように水平せん断に対しては拘束力が低く、遅延硬化性樹脂モルタルが硬化した後は通常のスタッドと同等のせん断抵抗を有するものと期待される。

3. 試験体と試験方法 表-1 に押抜き試験体の種類とコンクリート・樹脂モルタルの強度特性を示す。これら各 3 体×3 種類の試験体で、樹脂モルタル硬化前後の挙動および強度変化を確認することにした。なお、比較のため通常のスタッドを用いた試験体も用意している。試験体の製作および試験方法は、JSSC の頭付きスタッドの押

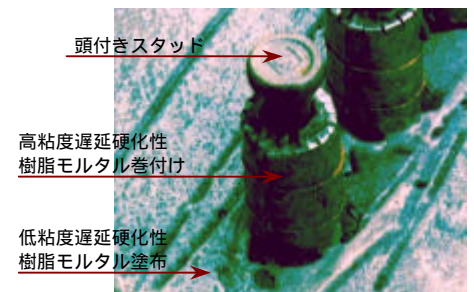


写真-1 PR スタッド

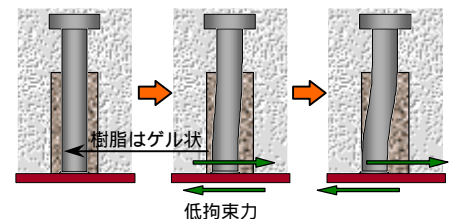


図-1 樹脂モルタル硬化前の挙動

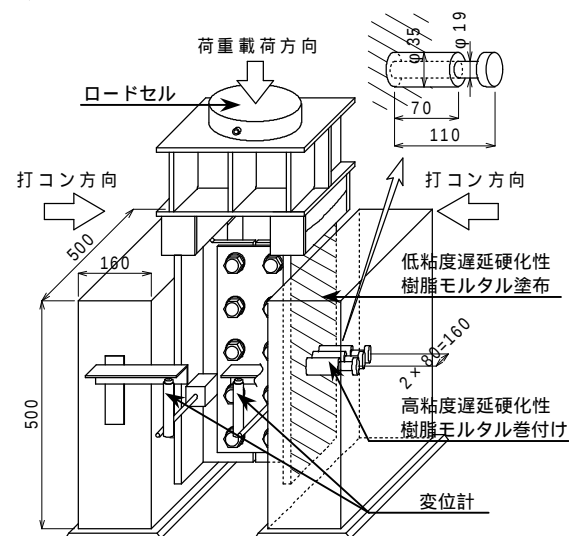


図-2 押抜き試験供試体および試験方法

表-1 供試体種類と材料強度特性

供試体種別	樹脂の巻付け	樹脂の硬化	コンクリートの強度特性	遅延硬化性樹脂モルタルの強度特性	
				高粘度	低粘度
通常のスタッド	無	-	$f_c' = 28.9 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 23750 \text{ N/mm}^2$	-	-
PR スタッド(硬化前)	有	加熱促進硬化		$f_c' = 115.0 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 15750 \text{ N/mm}^2$	$f_c' = 101.0 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 6200 \text{ N/mm}^2$
PR スタッド(硬化後)	有	1ヶ月後未硬化			

キーワード：PR スタッド，押抜きせん断試験，遅延合成構造

- 1 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL 03-3915-3411 FAX 03-3915-3421
 2 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL 06-6532-4897 FAX 06-6532-4890
 3 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 TEL 072-839-9127 FAX 072-838-6599

抜き試験方法（案）に従った。なお、スタッドはφ19×110、高粘度樹脂モルタルは巻付け範囲を70mm、厚を8mmとし、低粘度樹脂モルタルは塗布厚を1.5mmとした。

4．試験結果 図-3 および表-2 に漸増繰り返し载荷による静的押抜き試験結果を示す。

1) 最大せん断耐力 (Q_{max}) 表-2 から明らかなように、いずれも Q_{max} はほぼ同一であった。これにより、PRスタッドは樹脂モルタルの硬化前後に関わらず、通常のスタッドと同等の強度を有することが確認された。

2) ずれ性状 図-3 から、樹脂モルタルの硬化前後で PR

スタッドのずれ性状が大きく変化していること

が分かる。まず、樹脂モルタル硬化前の PR

スタッドは、相対ずれが 8mm 付近までほぼ

一定のせん断力を保持した。このずれ量は樹脂

巻付け厚 8mm と一致しており、必要となる

自由相対ずれ量分の巻付け厚を確保すれば

良いことが確認された。また、樹脂モルタル

硬化後の PR スタッドは、通常のスタッドと

ほぼ同様のずれ性状を示した。相対ずれが

10mm 程度まで通常のスタッドより大きなせん断

力を示しているのは、硬化後の樹脂モル

タルがスタッド根元部を太くし、コンクリートの支圧面積

を増加させていることに起因しているためと考えられる。

3) ずれ定数 (K) 図-3 の各相対ずれにおける除荷曲

線の傾きをずれ定数として算出し、表-2 に示した。樹脂

モルタル硬化後の PR スタッドと通常のスタッドは、いず

れの相対ずれについてもほぼ同一のずれ定数である。つまり、PR スタッドの弾性回復ずれ量は、通常の

スタッドのものと違いがないことが立証された。樹脂モルタル硬化前の PR スタッドは他と比べてそれぞれ 1/10

程度のずれ定数を有している。このことから、PR スタッドは大きな相対ずれ量を生じつつも、弾性回復ず

れ量が極めて大きく、復元性が保証されていることが明らかである。

5．あとがき 本試験にて確認されたことをまとめる。a) 樹脂モルタル硬化前の PR スタッドは拘束力が低く、巻付け厚で自由相対ずれ量を調整できる。b) 樹脂モルタル硬化後の PR スタッドは通常のスタ

ッドと同等のせん断耐力を有する。c) 硬化後の高粘度樹脂モルタルはスタッド幹の一部として寄与する。以上

の結果から、PR スタッドは樹脂硬化前には非常に柔なずれ止めとして働き、硬化後は通常のスタッドと

同等な性能を有していることが確認でき、実橋への適用は可能であることがわかった。なお、硬化前のずれ

定数や保持できる限界せん断力の調整については、スタッド径や樹脂モルタルの巻付け範囲に関係するので、

その関係については今後の課題である。最後に、本実験では摂南大学卒研究生の上原正敏、南和孝の両氏に助

力を得たことに感謝いたします。

[参考文献]

1) 須藤, 平城, 栗田, 渡辺, 橘, 北川: 合成構造に用いる遅延硬化性樹脂モルタルの物性試験, 土木学会第 55 回年次学術講演会 (I), 2000.9

2) 橘, 平城, 渡辺, 北川: 遅延合成構造橋 (PRS 橋)「白鳥橋」の概要, 土木学会第 55 回年次学術講演会 (I), 2000.9

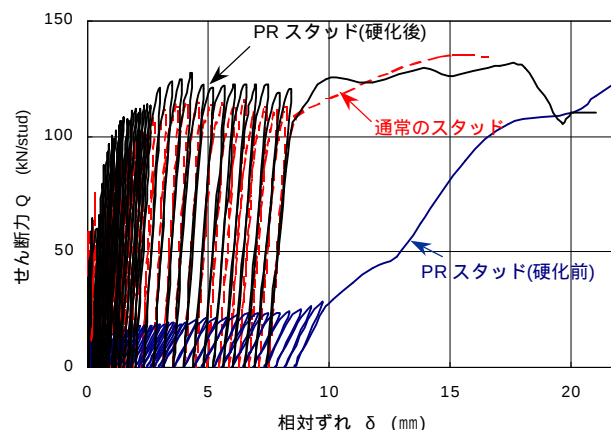
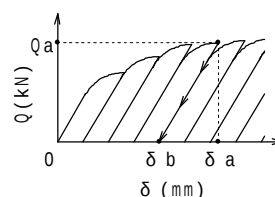


図-3 荷重-相対ずれ関係

表-2 静的押抜きせん断試験結果

供試体種別		最大せん断耐力 Qmax (kN/stud)	各相対ずれにおけるずれ定数 K (kN/mm・stud)					破壊形式
			0.2mm	0.5mm	1.0mm	2.5mm	5.0mm	
通常のスタッド	1	140	778	235	205	192	169	スタッド
	2	113	596	234	219	186	164	スタッド
	3	111	345	207	169	147	121	コンクリート
	平均	122	573	225	198	175	151	-
PRスタッド(硬化前)	1	132	56	27	20	18	19	コンクリート
	2	109	48	29	23	23	21	コンクリート
	3	131	94	38	22	21	21	コンクリート
	平均	124	66	31	22	21	20	-
PRスタッド(硬化後)	1	136	346	224	195	172	161	スタッド
	2	118	457	223	176	117	104	コンクリート
	3	134	603	282	218	181	142	スタッド
	平均	129	469	243	196	157	136	-



相対ずれ量 δa (荷重 Qa) から、荷重 0 (相対ずれ δb) まで除荷した時の曲線の傾きを、相対ずれ δa でのずれ定数 K とする。

$$K(\delta a) = \frac{Qa}{\delta a - \delta b}$$

ここで、 $\delta a - \delta b$: 弾性回復ずれ量

図-4 ずれ定数の算出