

摂南大学工学部 正会員 ○ 平城弘一
大阪大学工学部 正会員 松井繁之

1. まえがき

合成桁のずれ止めとしての頭付きスタッドの適用は、全世界において今後も確固たる地位を占め続けることであろう。本研究の目的は、スタッドの新しい適用方法を模索することの一環として、最近、非合成桁のスラブアンカーが疲労による破壊を引き起こしていることに着眼し、スタッドの非合成構造形式への適用に妥当性があるか否かを検討するものである。スラブアンカーの代用品としてスタッドを適用する場合、スラブアンカーの力学特性に近似させるため、新しいスタッドの適用方法を提案する必要がある。

そこで、本研究では通常のスタッドに写真-1に示すように、スタッド根元部にウレタンを巻き付けることによって、ずれ剛性を小さくすることを考えた。これにより、非合成にスタッドを使用してもスラブアンカー以上の非合成挙動が期待できる。本文はスタッド根元部に巻き付けるウレタンの厚みを一定とし、その高さを変化させた場合の押抜き試験結果とその考察について述べるものである。

2. 押抜き試験体の種類と試験方法

表-1に押抜き試験体の種類とコンクリートの強度特性を示す。実験パラメータとしてスタッド根元部へ巻付けるウレタンの根元からの高さを考えた。なお、ウレタンの厚さは9mmのものを使用した。比較のため、スタッドのウレタンなしとスラブアンカーの押抜き試験体も同時に製作している。図-1に押抜き試験体の形状寸法を示す。この試験体の製作はJSSCの頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)に従っている。

試験は2000kN万能試験機を用いて行った。

載荷方法は、各タイプ3体ずつ用意された。内2体は漸増繰返し載荷法とし、残り1体は単調増加載荷法とした。

表-1 押抜き試験体の種類とコンクリートの強度特性

タイプ	ずれ止め	ウレタン(高さ) ¹⁾	コンクリートの強度特性
A	スタッド*	なし	
B	スタッド*	あり(2cm)	$f_c' = 2950 \text{ N/cm}^2$
C	スタッド*	あり(3cm)	$f_c' = 235 \text{ N/cm}^2$
D	スタッド*	あり(4cm)	$E_c = 235.6 \times 10^4 \text{ N/cm}^2$
E	スラブアンカー	なし	

1)ウレタンの厚さは9mmで、スタッド根元部の全周に巻いた。

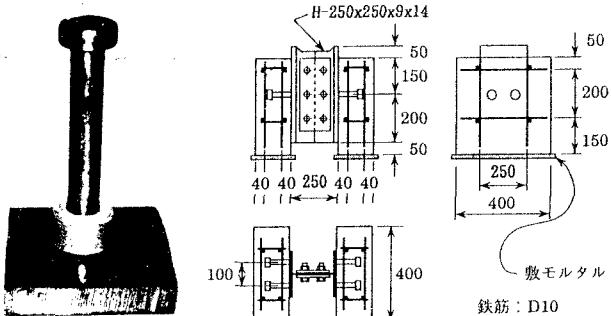


写真-1 ウレタン付きスタッド

図-1 押抜き試験体の形状寸法

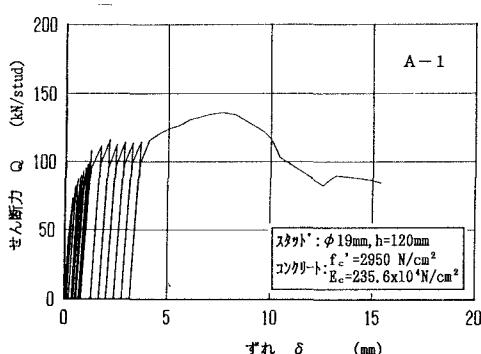


図-2 荷重 - ずれ関係(A-1)

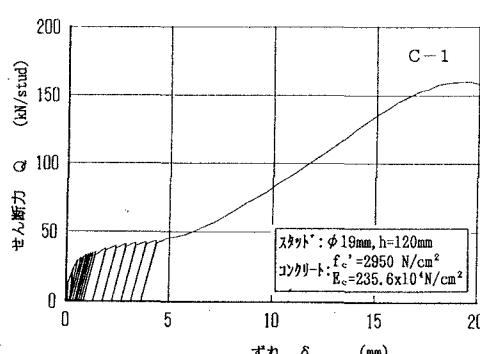


図-3 荷重 - ずれ関係(C-1)

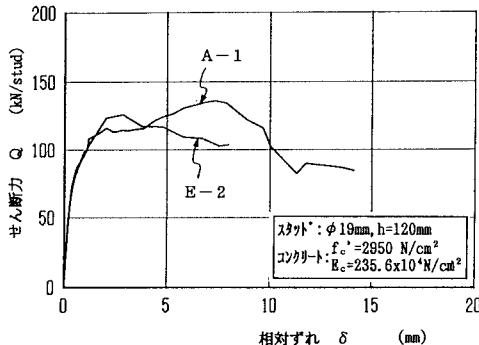


図-4 荷重－相対ずれ関係(A-1・E-2)

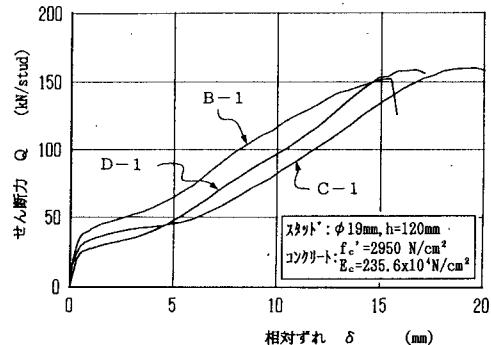


図-5 荷重－相対ずれ関係(B-1・C-1・D-1)

3. 試験結果および考察

(1) ずれ性状

図-2と図-3に漸増繰返し載荷で得られた代表的なせん断力－ずれ関係を示す。これらの図より明らかのように、ウレタンの有無がスタッドのずれ性状に大きく影響を及ぼしていることが分かる。また、この図の除荷曲線の傾きから、ウレタンがあるスタッド(C-1)の方がウレタンのないスタッド(A-1)より復元力をもっていることが分かる。図-4に通常のスタッドとスラブアンカーとのせん断力－相対ずれ関係を比較したものを示す。これより、相対ずれにおいては、両者に違いがないことが分かる。また図-5はウレタンを有するスタッドの相対ずれ性状を示したものである。これより、ウレタンの高さが3cmと4cmにはずれ性状に逆転現象が生じていることが分かる。これはスタッドに水平せん断力を受けた場合、スタッド根元部に応力が集中し、3次元応力状態が生じているためであろう。

(2) 最大せん断耐力(Q_{max})、ずれ定数(K)、降伏せん断耐力(Q_y)および最大ずれ量(δ_{max})

表-2より明らかなように、最大せん断耐力はスラブアンカーを除いて、ほぼ同じであった。これより、 Q_{max} はスタッド根元部のウレタンの有無に関係がないことが明らかになった。

表-2より、ずれ定数ではウレタンなしのスタッド(Aタイプ)とスラブアンカー(Eタイプ)は同程度で、ウレタンを有するスタッド(B-Dタイプ)はウレタンの高さが増すごとに低下していることが分かる。降伏せん断耐力ではAタイプとEタイプは同程度で、B-Dタイプはウレタンの高さに逆比例していることが分かる。最大ずれ量ではEタイプがAタイプのほぼ半分であること、またウレタンを有するスタッドでは高さ3cm(Cタイプ)のものが最も大きいことが分かる。これより、Cタイプのようなスタッドは、耐荷力が通常のスタッドと変わりなく、韌性に富む特性を有していることが分かった。〔謝辞〕本研究を遂行するに当たり、日本スタッドウレタング㈱と、摂南大学工学部土木工学科の松尾孝次郎・松川真治の両君に協力を賜った。ここに謝意を表します。

表-2 静的押抜き試験結果

タイプ	最大せん断耐力 Q_{max} (kN)	ずれ定数 ¹⁾ K (kN/cm)	降伏せん断耐力 ²⁾ Q_y (kN)	最大ずれ量 ³⁾ δ_{max} (mm)	破壊形式 (アーチト:ウレタン)
A	-1 134.3	2267	87.50	7.5	スタッド
	-2 146.0	2472	85.42	9.5	〃
	-3 182.3	2345	91.67	11.3	〃
平均	154.2	2361	88.20	9.4	(スタッド:なし)
B	-1 149.9	1360	35.42	15.6	スタッド
	-2 167.6	1214	39.58	17.5	〃
	-3 145.0	1360	42.71	14.3	〃
平均	154.2	1311	39.24	15.8	(スタッド: 2 cm)
C	-1 156.8	1133	29.17	19.8	スタッド
	-2 155.8	907	27.17	18.5	〃
	-3 149.0	1360	39.58	17.5	〃
平均	153.9	1133	31.97	18.6	(スタッド: 3 cm)
D	-1 155.8	567	27.08	16.7	スタッド
	-2 165.6	756	21.88	17.6	〃
	-3 173.5	850	27.08	17.7	〃
平均	165.0	724	25.35	17.3	(スタッド: 4 cm)
E	-1 139.2	2267	87.50	6.4	コンクリート
	-2 123.5	2473	81.25	2.8	〃
	-3 136.2	2473	80.21	4.1	〃
平均	133.0	2404	82.99	4.4	(スラブアンカー)

1) ずれ定数(K)：荷重－ずれ曲線における初期接線の傾き(初期ずれ剛性)、

2) 降伏せん断耐力(Q_y)：初期ずれ剛性をずれ量0.2mmまでわざわざしたときの荷重、

3) 最大ずれ量(δ_{max})：最大せん断耐力の到達時に発生する相対ずれ量、

※ 各タイプの「-3」の試験体は単調増加載荷法で、他は漸増繰返し載荷法で試験した。