

軽量コンクリートに埋め込まれたスタッドの押抜き挙動について

摂南大学工学部 正員 ○ 平 城 弘 一
日本スタッドウエルディング(株) ミ 好 栄 二
大阪工業大学 正員 栗 田 章 光
大阪工業大学 正員 赤 尾 親 助

1. まえがき 近年、コンクリートに用いる天然骨材の不足を補い、構造物の軽量化を図るため、人工軽量骨材を用いた軽量コンクリートが普及されている。本研究の目的は、この軽量コンクリートを複合構造に利用した場合の鋼とコンクリートとの合成作用に関する基礎的な資料を得ようとしたものである。なお、ここで言う複合構造とは、合成桁、合成板、合成柱、合成壁などの各種合成構造および混合構造までも含む構造形式であると考えられている。スタッドが複合構造に用いられた場合、従来の合成桁とは異なり、スタッドの取付位置およびその方向が種々変わると考えられる。そのために、スタッドのせん断方向に対してコンクリートの打ち込み方向は一方方向とは限らない。

本文は、直径13mmのスタッドを用い、長さを50mm、65mmと2種類変化させた場合の静的および疲労押抜き試験結果について述べたものである。なお、普通コンクリートを用いたこの種のスタッドの押抜き試験は、一連のものとしてすでに実施している。

2. 供試体の種類および試験方法 供試体の種類は、コンクリートの打ち込み方向が異なる4タイプである。

全供試体(スタッドの高さ50mm、65mmとも、静的:各タイプ2体ずつ16体、疲労:各タイプ4体ずつ32体)のコンクリートは、品質・配合を一定にするために一括して打設された。コンクリートの圧縮強度は 35.9 kg/cm^2 で、そのヤング係数は $1.87 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ であった。使用材料は粗骨材についてのみ人工軽量骨材であるアセノライトを用いた。軽量コンクリートの単位体積重量は 1.85 t/m^3 であった。

静的試験は、50 ton 万能試験機を用いて行なった。載荷方法は静的な緩荷重法とした。疲労試験は、110 ton 油圧サーボ形疲労試験機を用いて行なった。部分片振試験の荷重設定は下限荷重 0.5 ton を一定とし、上限荷重を変えて種々なる応力を与えた。

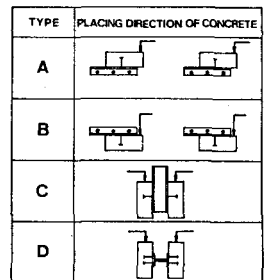


図1. コンクリートの打ち込み方向

表1. 静的試験結果および主要各国の設計値との比較

Height of a Stud (mm)	Type	Ultimate Load Q (t)	Q/Qa	Q/Qb	Q/Qd	Q/Qj	Critical Load ① (t)	Critical Load ② (t)
50	A	6.33	1.14	1.54	1.71	9.31	2.85	3.15
	B	6.08	1.10	1.48	1.64	8.94	2.34	2.81
	C	5.70	1.03	1.39	1.54	8.38	0.56	0.50
	D	6.55	1.18	1.59	1.77	9.63	2.08	2.50
	Design Value (t)		5.54	4.11	3.70	0.68		
65	A	6.68	1.21	1.35	1.73	7.59	3.00	3.21
	B	6.35	1.15	1.29	1.64	7.22	2.40	2.55
	C	6.00	1.08	1.21	1.55	6.82	0.68	0.70
	D	7.26	1.31	1.47	1.88	8.25	2.34	2.72
	Design Value (t)		5.54	4.94	3.87	0.88		

Qa: Design Value by the AASHTO Spec. 12th ed. (1977),
 Qb: Design Value by the BS5400 Part 5 (1976),
 Qd: Design Value by DIN Richtlinien für Stahlverbundträger (1980),
 Qj: Design Value by the Spec. for Highway Bridge in Japan (1980),
 Critical Load ①: Load at appeared Residual Slip of 0.075mm,
 Critical Load ②: Load corresponding to the Transition from Small to Large Residual Slips.
 Diameter of a Stud: $\phi 13 \text{ mm}$,
 Concrete Strength: 35.9 kg/cm^2 ,
 Modulus of Elasticity of the Concrete: 1.87000 kg/cm^2 .

3. 静的試験結果および考察

表1にスタッド一本当りの破壊荷重と限界荷重①、②の測定値と主要各国の設計値との比較した結果を示す。ここで、限界荷重①は残留すれが0.075mmに達した時の荷重を、また限界荷重②は残留すれが急激に生じはじめる荷重、つまり荷重-残留すれ曲線の初期接線と残留すれ量が急激に増加した後の曲線から引いた接線との交点の荷重のことを意味している。これらより明らかのように、破壊荷重に対しては、 $H=50, 65\text{ mm}$ ともCタイプがわずかに低い値を示した。そしてアメリカの示方書の設計値が最も近い値を示した。限界荷重①、②に対しては、共に残留すれを基準にしているの、Cタイプが極端に低い値を示した。これは、スタッドの支圧面に発生するコンクリートの「グリニ」の影響によるものであろう。また、限界荷重①と②の比較において相対的に限界荷重②の方が①よりCタイプ($H=50\text{ mm}$)を除いてわずかに大きかった。しかし、限界荷重①に相当する残留すれ量は、限界荷重①の基準である0.075mmを越えるものが多かった(図2を参照)。

図2に $H=50, 65\text{ mm}$ のスタッド一本当りの荷重と相対・残留すれの関係を示す。これらより明らかのように、Cタイプの相対・残留すれは他のタイプに比べ、載荷の初期からかなり大きく現われることが確認された。

4. 疲労試験結果および考察

$H=50, 65\text{ mm}$ のスタッドのせん断応力振幅(S)と破壊までの繰り返し回数(N)の関係を図3に示す。これらより明らかのように、Bタイプの疲労強度は、 $H=50, 65\text{ mm}$ とも全タイプの中でもっとも低い。Bタイプの疲労強度が低い理由として、不十分なコンクリートの充てん(とくにスタッド根元部)が考えられる。実際、試験後にコンクリートとH形鋼を分離したところ、H形鋼との接触面で多くの豆板が観察されている。このことにより、上記考え方の妥当性を与えていえると思われる。

5. あとがき 本試験により、普通コンクリートと同様、軽量コンクリートにおいてもコンクリートの打ち込み方向の違いがスタッドの静的押抜き挙動および疲労強度に無視できない影響を与えることがわかった。

〔謝辞〕本研究に際し、タイコー(株)および根南大学の学部生(清水、山本の両君)に協力を得たことを記し、謝意を表します。〔参考文献〕1)土木学会年報、I-141、1984。

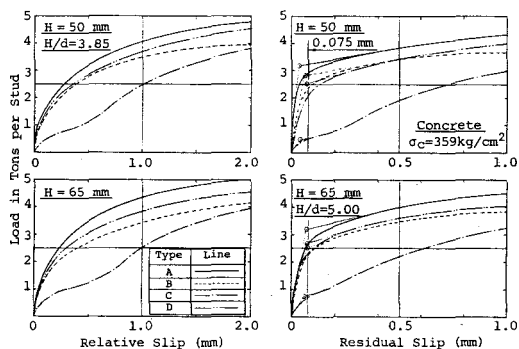


図2. スタッド一本当りの荷重と相対・残留すれの関係

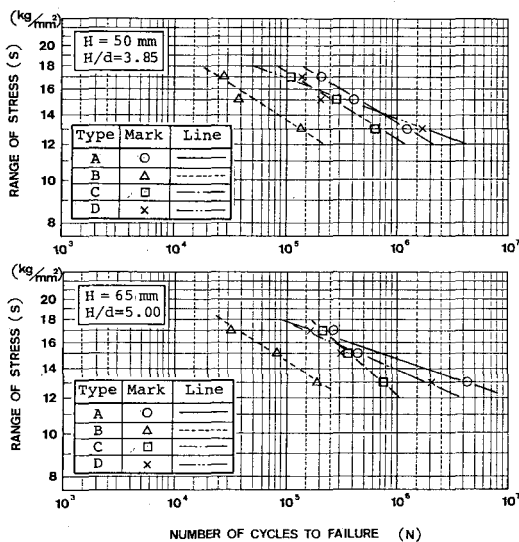


図3. $H=50, 65\text{ mm}$ のS-N線図