

スタッド押抜疲労試験データのばらつきに関する一考察

摂南大学工学部 正 員 平 城 弘 一 国鉄大阪工務局 正 員 山 田 幹 雄
日本橋梁(株) 正 員 江 端 末 春 摂南大学工学部 学生員 〇 村 川 亘

1. まえがき 鋼とコンクリートの合成構造に用いられるスタッドは、瞬間的に大きな使用電流を用いて鋼部に溶接されるため、スタッド根元部に形成される余盛りの形状が滑らかでなく、そのばらつきも大きいことは周知のことである。この余盛りの形状は、スタッドの静的耐荷力には影響がないが、疲労強度には少なからず影響があると理解できる。

本文は、スタッド根元部の余盛り形状がスタッドの押抜疲労試験のばらつきの原因の一つであると考えて、スタッド根元部の余盛り形状を詳細に調査し、同時に実施したスタッドの押抜疲労試験結果のばらつきに関して考察した結果について述べるものである。

2. 余盛り形状の測定方法および測定結果 使用されたスタッドの直径は19mmと22mmの2種類であり、その溶接条件は表1に示す通りである。余盛りの測定はノギス[1/20mm]を用い余盛りの高さを実寸で、さらに余盛り形状を詳細に調べるため、シリコンゴムで型を取り、精密加工で多用されている拡大投影機を用いて余盛りの溶接止端部の曲率半径、角度および切り欠き深さを拡大[10倍:写真1]

]して行った。表2に押抜試験に使用された全供試体¹⁾[ϕ 19mm16体、 ϕ 22mm16体]のノギスによる測定結果を示す。これらより明らかなように、余盛り高さ h は、 ϕ 19mmでは $h=0.26D_1$ 、 ϕ 22mmでは $h=0.36D_1$ [D_1 :スタッド軸部の直径]となり、余盛り厚 d を含めた直径 D_2 は、 ϕ 19mmでは $D_2=1.41D_1$ 、 ϕ 22mmでは $D_2=1.39D_1$ となった。これに対して、イギリスのJohnson²⁾は $h=0.25D_1$ 、

$D_2=1.34D_1$ を提案している。表3に押抜疲労試験に用いた供試体[ϕ 19mm、 ϕ 22mmとも10体ずつ]の拡大投影機による測定結果を示す。着目した断面は、スタッド軸全周に形成する余盛りの中でも疲労破断の始点側における2ヶ所[余盛り部から放射状に発生している溶接バリの凹凸部]である。

表2. スタッドの溶接余盛りの形状 —ノギスによる測定結果—

余盛り厚 d				
スタッド直径 (mm)	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	標準偏差
19	5.2	2.8	3.89	0.502
22	6.8	2.3	4.31	0.921

余盛り高 h				
スタッド直径 (mm)	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	標準偏差
19	9.0	2.5	4.92	1.323
22	13.8	2.2	7.88	2.123

表1. スタッド溶接条件(A社)

スタッド直径(mm)	19	22
電 流 (A)	1500	1800
突き出し (mm)	5.0	6.0
アーク時間 (sec.)	1.0	1.2
引き上げ (mm)	2.5	3.0

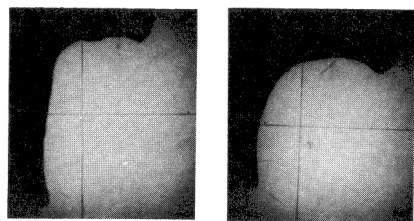


写真1. スタッドの溶接余盛りの形状

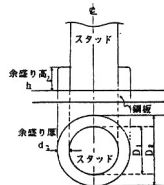


図1. 形状寸法の記号

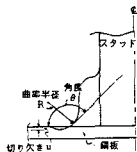


図2. 形状寸法の記号

表3. スタッ드의溶接余盛りの形状寸法 一拡大投影機による測定結果一

曲率半径 R					角度 θ				
スタッド直径 (mm)	最大値 (mm)	最小値 (mm)	平均値 (mm)	標準偏差	スタッド直径 (mm)	最大値 (°)	最小値 (°)	平均値 (°)	標準偏差
19	2.80	0.30	0.810	0.556	19	176	60	138.7	31.30
22	2.80	0.15	1.088	0.625	22	174	82	143.8	18.36

3. 押抜疲労試験結果

試験は200t油圧サーボ型疲労試験機を用いて行った。荷重設定は下限荷重3tを一定とし、上限荷重を変化させ、種々なる応力振幅を与えた。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。これより、スタッドの疲労強度はφ22mm

の方がφ19mmより高かった。

4. 余盛り形状と疲労試験結果との関係

疲労試験結果より求めた回帰曲線以下に位置する2体の供試体[19A、22A]に着目して、溶接余盛りの実測値の比較したものを表4に示す。これより、疲労試験の供試体の中でも切り欠きは、19Aと22Aの供試体のみに存在していて、曲率半径、角度も相対的に小さいことがわかる。全体の供試体の比較においても、切り欠きは大きく、曲率半径、角度は同様に小さかった。それ故、余盛り部の形状の中でも、特に、切り欠きがスタッドの疲労強度を低下させる原因の一つになるという考え方に妥当性があると思われる。

謝辞. 本研究に際し、種々助言をいただいた近畿大学谷平勉助教授に謝意を表す。

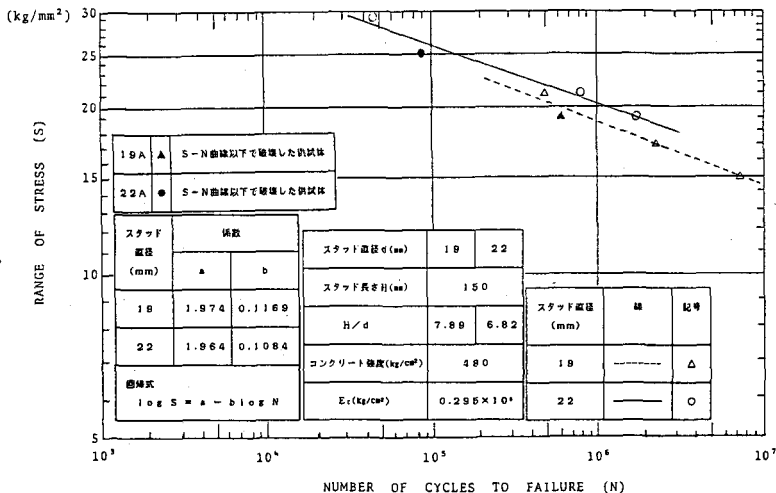


図3. 応力振幅と繰り返し回数(S-N図)

表4. スタッ드의溶接余盛りの実測結果と疲労試験結果との関係

溶接部下側	① 19A	② 19*	③ 19**	①/②	①/③
曲率半径R(mm)	0.630	0.643	0.810	98.0	79.4
角度 θ(°)	135.0	146.7	138.7	92.0	97.3
切り欠き深さu(mm)	0.07		0.063		111.1
19*: スタッド直径19mmの疲労試験を行った供試体で19Aを除いたもの 19**: スタッド直径19mmの全供試体					
溶接部下側	① 22A	② 22*	③ 22**	①/②	①/③
曲率半径R(mm)	0.825	1.096	1.088	75.3	76.1
角度 θ(°)	141.4	149.2	143.8	94.8	98.3
切り欠き深さu(mm)	0.15		0.089		168.5
22*: スタッド直径22mmの疲労試験を行った供試体で22Aを除いたもの 22**: スタッド直径22mmの全供試体					

- 1) 平城・大川・謙屋:「スタッドの押抜挙動に関する研究」土木学会関西支部、1986年。
- 2) Johnson, R.P., et al.; Proc. of I.C.E., Part 2, 1981.