

回転せん断力を受けるスタッドの疲労特性 (その2)

大阪大学工学部 正 員 松井繁之
大阪大学大学院 学生員○文 兌景
川田工業㈱ 正 員 高田嘉秀

1. まえがき 鋼板・コンクリート合成床版について輪荷重走行試験による疲労実験を行った結果、スタッドが疲労破断することが判明した¹⁾。その破壊寿命は既往の押抜き疲労実験によって得られたものより非常に低いことが分かった。輪荷重の走行に伴ってスタッドに大きさと方向の変化するせん断力が繰り返し作用をすることによるものである。このようなスタッドの疲労破壊機構をより正確に調べるために、昨年独自の疲労試験機を開発して基礎的な実験を行った²⁾。今回も昨年に引き続いて、一本のスタッドを対象にして、疲労実験を続行した。ここに、実験成果を整理した結果を示す。

2. 供試体の種類 試験機については示さないが、実験方法は供試体を約160°で繰り返し回転させ、一方向から水平の外力(せん断力)を与えるものである。供試体寸法はすべて同じで、スタッド径13mm、高さ110mmで、このスタッドの周りに直径200mm、高さ120mmのコンクリートを打設したものである。供試体の種類は平鋼板を用いた基本的な供試体(PVシリーズ)、縞鋼板を用いその縞によるせん断力分担効果を調べるもの(CVシリーズ)、及び回転の影響を調べるために一方向のせん断力を与えるもの(POシリーズ)を用意した。POシリーズの場合供試体を一方向のみ自由に移動することを許し、他の方向のせん断力を与えないように拘束した。載荷荷重の大きさは載荷バネの縮み量で決定した。そして、そのせん断荷重の照査、及び、それに伴う曲げの影響を調べるためにスタッド中心から前後2cm離れた鋼板上下面のひずみゲージを貼付し、ひずみを測定した。実験後、各供試体でのスタッドの破壊性状を詳細に調べた。載荷回数は全供試体とも160度の半回転を1回とする。

表-1 供試体の種類、作用荷重(kg)、及び疲労寿命

供試体	変位差	最大荷重	最小荷重	荷重振幅	寿命(回)	破壊性状
PV-1a	50	900	0	900	4900	②
PV-2a	39	683	0	683	17348	②
PV-3a	29	510	0	510	56960	②
PV-3 ₁	29	531	51	480	249000	③
PV-3 ₂	29	679	158	521	303000	③
PV-3 ₃	29	635	145	490	632900	④
PV-4a	24	462	0	462	38600	②
PV-4 ₁	24	930	507	423	10020	①
PV-4 ₂	24	591	137	454	204244	③
PV-4 ₃	24	567	125	442	41670	①
PV-5a	19	445	0	445	10234	①
PV-5 ₁	19	568	195	373	123400	②
CV-1a	50	933	0	933	11263	②
CV-2a	39	590	0	590	37266	③
CV-2 ₁	39	729	149	580	175000	③
CV-3a	29	510	0	510	80000	②
CV-3 ₁	29	786	272	514	265000	③
CV-4 ₁	24	571	150	421	522000	③
CV-4 ₂	24	772	301	471	279192	②
PC-1a	0	742	700	42	40700	②
PC-2a	0	539	478	61	218881	④
PC-3a	0	451	304	147	260000	③
PO-1a	15	731	0	731	169800	②

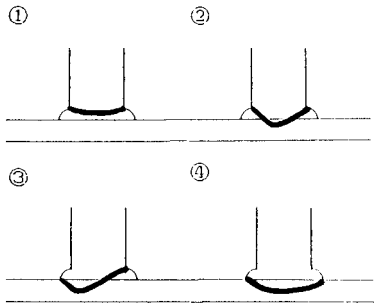


図-1 破壊性状

3. 実験結果 各シリーズの供試体の作用荷重、疲労寿命、破壊性状は表-1のとおりであった。

3.1 破壊性状 各供試体とも、鋼板・コンクリート合成床版の輪荷重走行試験法で見られる破壊形式と同じようにスタッドがシャーフされた。破壊性状を詳しく観察すると図-1のように4種に分類できる。各供試体の破壊性状をこれらの分類に従って表-1に記した。P Vシリーズは載荷初期から鋼板とコンクリートの付着が簡単に切れた。スタッドの破断面を観察すると、スタッドから発生する破壊性状の①、②が多かった。C VシリーズもP Vシリーズと同じ破壊パターンで破壊性状③も多かった。コンクリート低面と鋼板との接着面を観察すると、縞模様が完全に写っていたが、ずれと若干の回転のため突起に対するくぼみ部が摩耗していた。P Oシリーズは荷重を一方方向に与えるようにしたが試験機の機能上から回転の影響が若干入った。また、スタッドが1本のため、まげ変形効果が大きくなり、既往の押抜き実験結果よりも寿命は減少した。ただし、P Vシリーズと比較すると寿命は非常に延びた。

3.2 S-N曲線と寿命比較 図-2は全供試体を縦軸に荷重振幅、横軸に疲労寿命を採用して表した。データのバラツキが大きいことが分かる。このバラツキは破壊性状の違いにある。そこで、破壊性状毎に区別すると図-3、4のようになった。この図から以下のように考察できる。①P O-1の寿命がP Vシリーズに比べて非常に延びた。これから、回転の影響が大きいことがわかる。回転せん断力を受けると、疲労亀裂が溶接の最弱点部から発生するためである。②図-3のように荷重振幅でS-N曲線を描くと、破壊性状の違いによってグループ分けが可能となった。溶着金属の上止端から破壊する場合、疲労強度が大きくなる傾向が見られる。幹部で破壊する場合、溶接欠陥が大きく影響し、かつ、分担面積が小さくなり、疲労寿命は大きく減少した。③平鋼板を用いた供試体と縞鋼板を用いた供試体の疲労寿命の差は縞がせん断力を分担によるものと考えられる。縞の影響は大きく、スタッドの疲労寿命は向上した。今後も条件を変化させて実験を行い、破壊機構に対しても解析を進める予定である。

参考文献 1) 松井・佐々木・武藤・渡辺：合成床版の走行荷重による疲労試験（第二報）、土木学会関西支部年次学術講演概要集、1-42、昭和62年4月 2) 松井・福本・佐々木・文：回転せん断力を受けるスタッドの疲労特性について、土木学会関西支部年次学術講演概要集、1-39、昭和63年4月

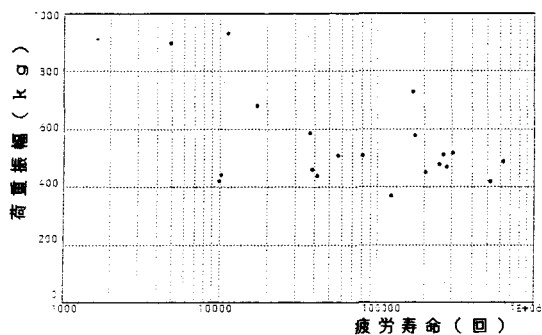


図-2 荷重振幅と疲労寿命（全供試体）

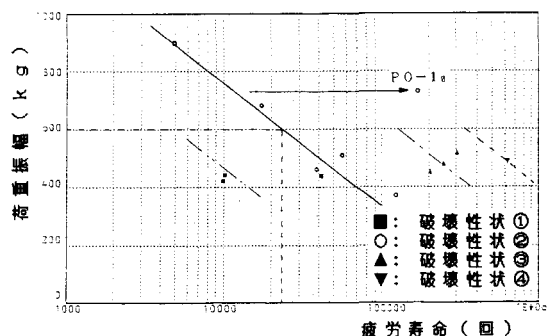


図-3 荷重振幅と疲労寿命（P Vシリーズ）

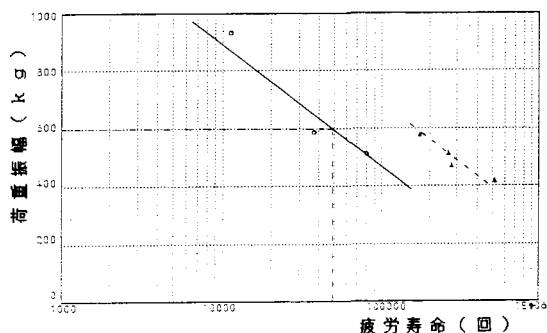


図-4 荷重振幅と疲労寿命（C Vシリーズ）