

回転せん断力を受けるスタッドの疲労特性について

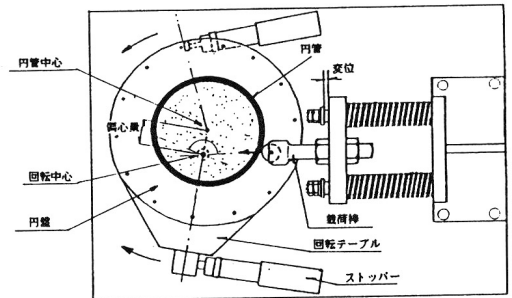
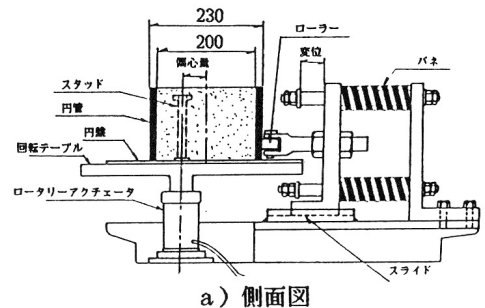
大阪大学工学部 正 員 松井繁之 大阪大学工学部 正 員 福本晴士
大阪大学大学院 正 員 佐々木洋 大阪大学大学院 学生員〇文 兌景

1. まえがき 鋼板・コンクリート合成床版を一定点荷重法あるいは輪荷重走行試験法で疲労実験すると、破壊形式が異なることを昨年報告した¹⁾。すなわち、走行荷重を受ける場合、スタッドがシヤーオフされるという特有な破壊を呈した。この原因はスタッドに作用するせん断力が回転し、かつ、その大きさが変動することにある。今回、筆者らは回転せん断力を受けるスタッドの疲労特性を詳細に把握するため、独自の回転疲労試験機を作成し、基本的研究を行った。

2. 試験機と供試体 図-1に開発したスタッド専用の回転疲労試験機を示す。主要構造は円形供試体を回転テーブルの上にセットし、それをロータリーアクチュエーターで約180°回転させる部分と、バネ力を利用してせん断荷重を与える载荷部である。図から解るように、円形供試体の中心にスタッドを溶接し、その中心をテーブルの回転中心とを一致させると、供試体の外縁は1つの円周上を移動するだけとなり作用荷重は変動しない。変動荷重を与えたい場合には、スタッドがテーブルの回転中心上に置き、円形コンクリートの中心をスタッドから偏心させればよい。偏心量の大きさによって変動幅を変化できる。

さて、実物大床版供試体では最大せん断力約1 ton~400kgでスタッドが疲労破断した。よって、本試験機の最大载荷能力も約1 tonになるようバネを選定した。

1 tonに対応するバネの縮み量は48mmであるので、上記偏心量を48mmにするとせん断力振幅は1 tonとなる。試験したスタッドの径は13mm、高さ110mmである。このスタッドの回りに直径20cm、高さ12cmのコンクリートを打設した。ただし、コンクリートだけであると、载荷部で摩耗が起こるので、その回りに15mm厚の円管をつけた。この円管はコンクリート打設時には型枠にもなる。裸状態の供試体を写真-1に示す。供試体の種類は表-1に示す3種類13



b) 平面図

図-1 回転疲労試験機

表-1 供試体の種類、作用荷重及び破壊寿命

供試体	偏心量	変位差	最大荷重(計画値)	最小荷重(計画値)	荷重振幅	寿命(回)
PV-1	48	50	1173(1175)	278(247)	894	4900
PV-2	39	39	940(970)	284(247)	656	17348
PV-3	30	29	754(781)	293(247)	461	56960
PV-4	26	24	702(701)	264(247)	438	38600
PV-5	21	19	684(605)	267(247)	416	10234
CV-1	48	50	1209(1175)	296(247)	913	11263
CV-2	39	39	839(970)	258(247)	581	37266
CV-3	30	29	753(781)	263(247)	490	80000
CV-5	21	19	660(605)	250(247)	410	27800
PC-1	0	0	1003(1000)	958(1000)	981 平	40700
PC-2	0	0	785(800)	719(800)	752 均	218881
PC-3	0	0	690(600)	532(600)	611 値	260000

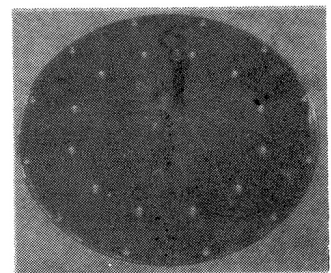


写真-1 スタッド付き鋼板

体である。P Vシリーズは鋼板に平鋼板を用いたもので、C Vシリーズは縞鋼板を用いている。

この両シリーズでは、偏心量を変化させてせん断力を変化させている。P Cシリーズでは偏心量をゼロにし、一定せん断力で回転だけの影響を調べた。載荷荷重はバネの変位および載荷棒に貼付したひずみゲージによって検出した。P Cシリーズでは載荷荷重は若干変動するので、平均値で制御した。なお、全供試体とも回転角は 160° とした。

3. 試験結果 表-1に示す載荷回数で各供試体のスタッドが破断した。載荷回数は約 160° の半回転を1回としている。破断状況の一例を写真-2に示したが、概略的にP V、C Vシリーズは鋼板側に溶接余盛りを残し、スタッドが抜け落ちる破壊形式を呈し、P Cシリーズでは溶接余盛りがスタッド側についたままシヤオフされていた。P V、C Vシリーズでも、荷重の大きさが最大荷重との比で0.8以上の範囲の載荷側溶接余盛りが取れていた。以上の破壊状況は全て床版供試体でも見られた。

縞鋼板供試体のコンクリートの鋼板との接合面を観察すると、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応するくぼみ部が摩耗していた。図-2は最終的に整理したS-N曲線である。縦軸にはスタッド溶接止端に発生するせん断力と鋼板の引張応力で表現した相当応力振幅を採用している²⁾。この図には3シリーズの結果と床版供試体で得られた結果、および、梶川らによるスタッドにはせん断力、鋼板に引張軸力を1方向で与えた疲労実験結果を併記した。この最後の結果と比較することによって回転せん断力の影響が以下のように考察できる。

①今回の回転せん断力を受けたスタッドのS-N曲線の傾きは梶川らのものと同じとなった。これは、スタッド基部の応力状況がほぼ同じであるためである。よって、床版供試体のS-N曲線もこれらと平行になると考え図のようなS-N曲線が引ける。②今回の試験結果は床版供試体のものより大幅に低下したのは、スタッドが1本であるため、スタッドの曲げに伴って鋼板上部のコンクリートが剛体変形し、その結果、スタッドに曲げによる軸引張応力が加算されたためと考えられる。③縞鋼板の縞の影響は大きく、スタッドの疲労寿命は向上した。④一定せん断力で回転しても梶川らの結果よりも大幅に低下しており、せん断力の回転の影響は大きい。これは、回転によって亀裂発生点の応力が変動することと、疲労亀裂は溶接部の最弱点部から発生することが競合するためと思われる。⑤P VシリーズとP Cシリーズとの差がせん断力の変動によるものと考えてよい。⑥最終的に床版供試体中のスタッドの疲労寿命あるいは疲労強度はここで推定したS-N曲線で評価してよいと考えられる。

今後も条件を変化させて実験を行い、床版内のスタッドの疲労設計法について研究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) 梶川・前田：組合せ荷重下におけるスタッド溶接フランジの疲労強度の評価、土木学会論文集、第362号/1-4、1985年10月

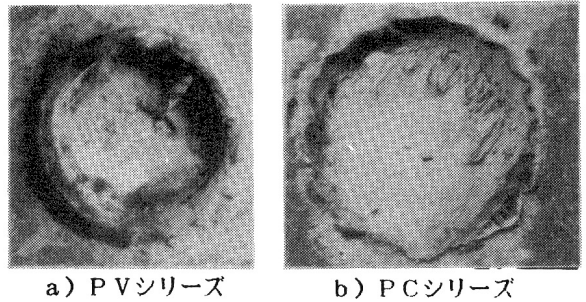


写真-2 スタッド破断面

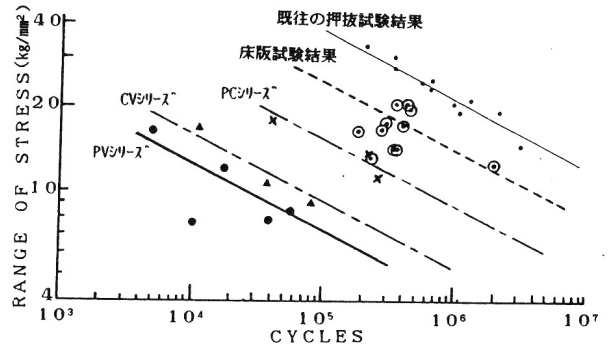


図-2 S-N曲線