

関東学院大学大学院 ○渋谷 敦
関東学院大学 石澤 成夫
トピー工業株式会社 田中 俊明
トピー工業株式会社 西園 広之

1. まえがき

箱断面を持つラーメン脚柱において、その隅角部を構成する板の応力挙動を見ると、板曲げ作用と考えられる現象がみられる。また円筒柱形において箱断面横ばりとの接合部に局部曲げによる大きな応力集中が見られる。特にこれらの応力集中部はそのほとんどが溶接部と一致することから疲労強度にも影響するものと考えられる。この研究では、円筒柱と横ばり腹板の接合部の板曲げ作用に注目して、この部分をモデル化し疲労試験を行ったので報告する。

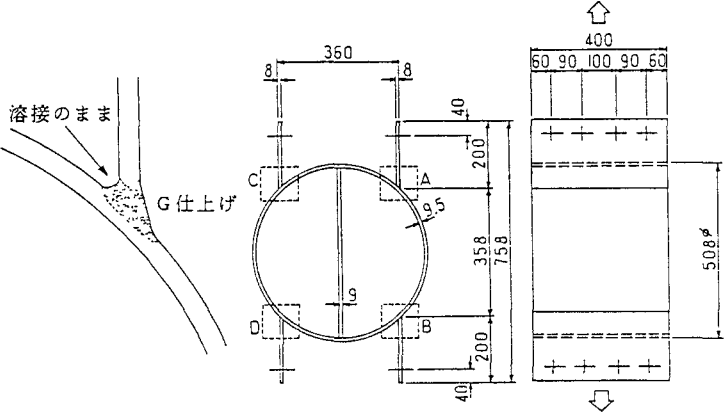


図-1 試験体構造図

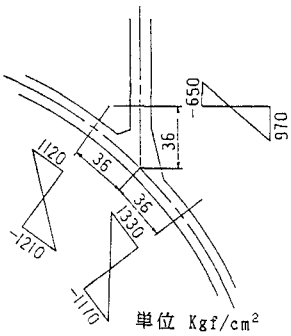


図-2 FEM解析値

表-1 使用材料

規格	降伏点 kgf/mm ²	引張強さ kgf/mm ²	伸び %
STK400	34	45	36
SS 400	34	47	29

MG-1 1.2φ
34V
330A

2. 実験

図-1に試験体構造図を示し、表-1にその使用材料を示す。試験体の設計では、止端部に板曲げが幅400mmに様に作用するようにした。図-2に試験体が10tfの荷重を受けたときのFEM解析値を示す。試験に先立ち、印象剤による溶接形状の型取りおよびグラインダー仕上げ部の粗度測定を行った。静的試験では、止端部の応力集中の状態を調べるために応力集中ゲージを使用して測定を行った。図-3にゲージ位置を示す。疲労試験は表-2に示す試験条件で行い、試験後に疲労亀裂の進展状況を調べるために試験中にピーチマークを入れた。

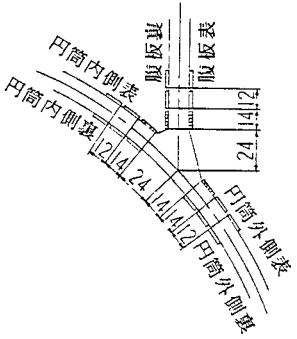


図-3 ゲージ位置

3. 結果

亀裂は図-4に示すように①（円筒外側表）で発生し、ついで②（円筒内側表）で発生した。③④（腹板の表裏）では亀裂の発生はなかった。幅方向には、まず幅の中央付近で発生し、つ

表-2 試験条件

試験体	Pmax (tf)	Pmin (tf)	R	Hz
1	7.0	0.7	0.1	9.5
2	10.0	1.0	0.1	8.0
3	12.0	1.2	0.1	6.0
4	15.0	1.5	0.1	4.0

試験機 島津サーボハルサー EHF-U830-T01形

いでその両側に複数の亀裂が生じ、多くはこれらが合体していった。静的試験の実測値から止端部付近の応力分布状態を図-5に示す。円筒外側表が大きく腹板表がこれにつぐ。疲労試験の破面観察で、試験体2から単一の亀裂形状の例を図-6に示す。この例から亀裂深さ a が約3mmまで $a/b=0.57$ で、亀裂の成長過程でその形状の変化は認められなかった。複数の亀裂がおおよそ直列に発生し、隣接した亀裂が合体したものが多かった。 a の繰返し数 N による進展を図-7に示す。 a が大きくなるに従い亀裂進展速度は増加する。図-8に疲労試験結果を示す。応力範囲には、静的試験で得た止端から10mmおよび19mm離れた点の値を直線で結び、これを外挿したホットスポット応力を使用した。図中に、疲労亀裂発生として $a=1\text{mm}$ の N_{a1} 、疲労限界亀裂として $a=5\text{mm}$ の N_{a5} を示す。 N_{a1}/N_{a5} は0.39~0.47であった。また、JSSC疲労設計指針の強度等級Dを示す。粗度測定の結果から得られた①付近のノッチ状の最大深さは0.07mmで、この場合のノッチ角は55°、ノッチ底の曲率半径は0.02mmであった。

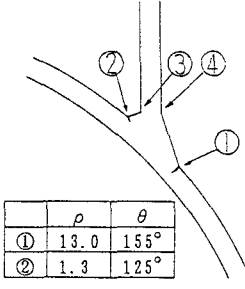


図-4 亀裂発生位置

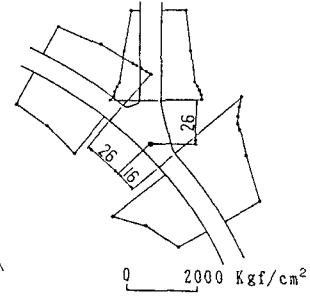


図-5 静的試験結果

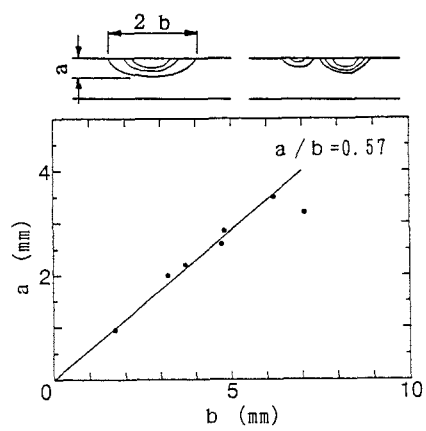


図-6 a-b図

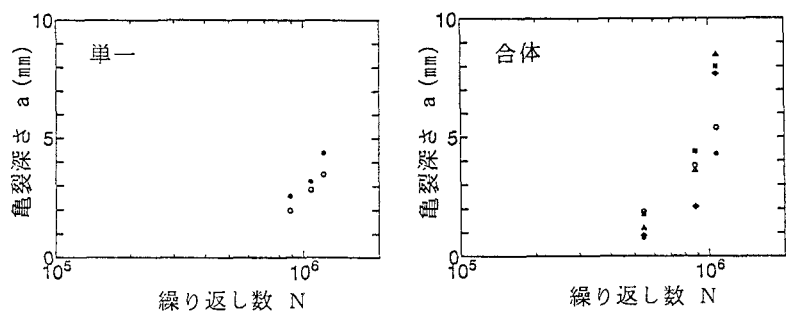


図-7 a-N図

4. あとがき

はり腹板と円筒柱の接合部の疲労試験を行い疲労亀裂の発生箇所とその進展状況を得ることができた。加えて、疲労亀裂の形状とその変化などを把握できた。疲労試験結果とJSSC疲労設計指針の強度等級の比較を行った。止端部形状、粗度、亀裂形状など疲労寿命推定に必要なおおよそのデータが得られた。

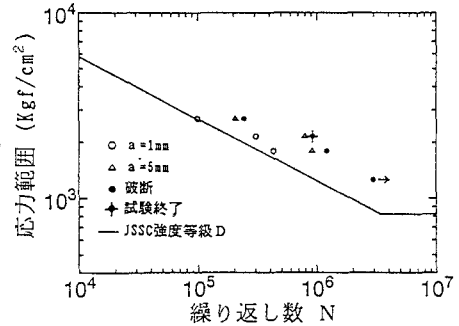


図-8 疲労試験結果