

I - 228

面外力を受けるスカラップ構造の
疲労強度

東京工業大学

東京工業大学

Swiss Federal Inst. of Tech.

三菱重工(株)

正会員 三木千壽

正会員 館石和雄

J.F.Ricci

正会員 梶本勝也

1. はじめに

橋梁の部材交差部に存在するスカラップ構造をモデル化した試験体に対し、ギャップ部の面外変形に着目して疲労試験を行ない、スカラップ内のギャップサイズと疲労強度の関係や破壊モードなどについて検討した。

2. 試験体

試験体を図-1に、载荷状況を図-2に示す。上下の载荷板が直角に交わっておりその接合部にスカラップを設けている。この試験体に上下から载荷することにより、スカラップのギャップ部に面外変形が生じる。ギャップ長は15,25,35,50mmの4通りとした。

3. 応力測定結果

ひずみ測定位置を図-3に示す。なお、以下、図-4のように各溶接止端に番号をつけて呼ぶこととする。

図-5に各止端近傍で測定した単位荷重(1tonf)あたりの応力を、図-6に単位変位(0.1mm)あたりの応力を示す。応力は絶対値で示している。単位荷重で整理した場合、ギャップサイズが25mm以上のタイプについては止端4近傍の応力が最も高くなっており、その大きさはギャップサイズとともに増加している。止端3での応力も、止端4での値よりは小さいが同様の傾向にある。止端4の応力が止端3より大きくなっているのは、試験体の製作上、止端4位置の溶接サイズが止端3位置のそれよりもやや大きくなっているためである。ギャップサイズが25,35mmの試験体では止端4以外の応力はほぼ等しい結果となっている。単位変位あたりの応力で見た場合でもほぼ同じ傾向であるが、単位変位あたりの荷重はギャップサイズが長くなるほど小さくなることから、ギャップサイズの違いによる応力の差は小さくなっている。

ギャップサイズが25mm以上のモデルについては止端4での応力が最も大きい結果となったが、この溶接は载荷板のとりつけのためのものであり、実橋ディテールでは存在しない。しかし止端3と止端4との応力の発生性状は、大きさの差を除けばほぼ似ていることから、以下、特に区別せずに止端4を取り扱うこととする。

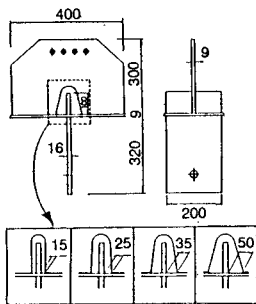


図-1. 試験体

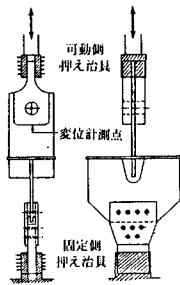


図-2. 载荷状況

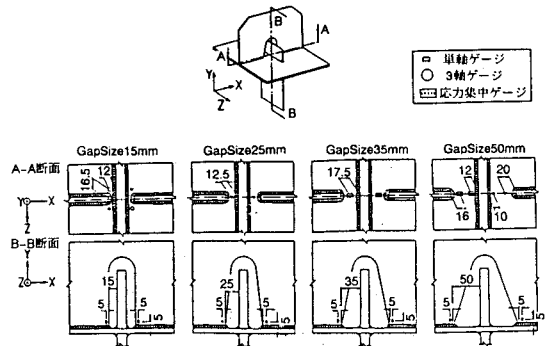


図-3. 応力測定位置

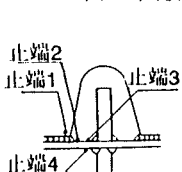


図-4. 溶接止端番号 図-5. 単位荷重(1tonf)あたりの応力

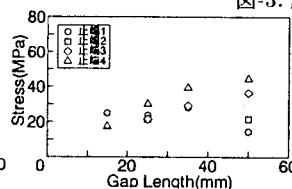
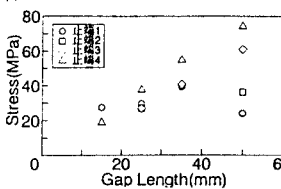


図-6. 単位変位(0.1mm)あたりの応力

表-1. 疲労試験結果

シリーズ	ギャップサイズ(mm)	初期荷重(t)	初期変位(mm)	き裂長20mmでの繰返し回数(×10 ⁴)と発生止端番号
1	15	4.6	0.50	72(1)
	25	4.0	0.50	31(4), 700(1), 700(1)
	35	3.4	0.50	110(4), 340(2), 350(2)
	50	3.0	0.50	70(4)*, 50(2), 145(2)
2	15	3.7	0.22	200(1), 247(4)
	25	4.2	0.29	60(1)*, 45(1)*
	35	3.7	0.31	105(1), 110(1)
	50	3.0	0.32	50(1), 120(4)*

*: き裂発生時に長さが20mm以上であったもの
+: き裂長20mm以前に試験を終了したもの

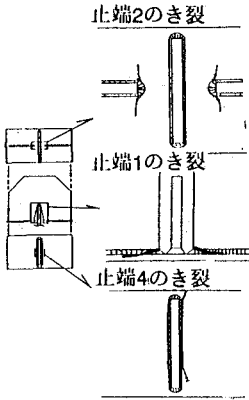


図-7. き裂発生状況

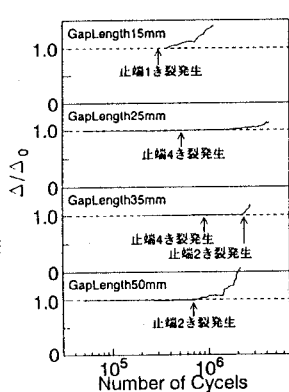


図-8. 荷重点変位と繰返し回数の関係

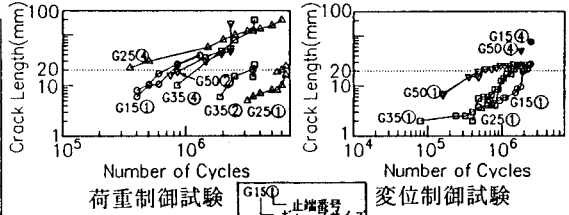


図-9. き裂長さと繰返し回数の関係

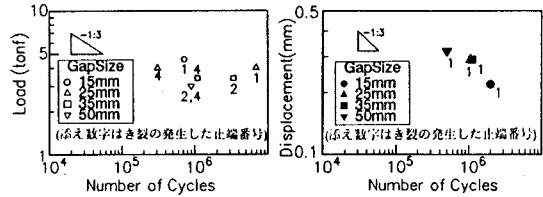


図-10. 荷重と疲労寿命の関係 図-11. 荷重点変位と疲労寿命の関係

4. 疲労試験

試験は各タイプ2体ずつ行っており、1体は荷重制御で(以下、シリーズ1)、もう1体は荷重点変位を一定に保つようにした変位制御で行った(以下、シリーズ2)。荷重は約1tonfを下限とする引張載荷とした。またシリーズ1の一部とシリーズ2の全試験体については、止端4をグラインダーにより仕上げた。

表-1に疲労試験結果を示す。疲労き裂は止端1,2,4から発生した。それぞれの止端から発生したき裂の例を図-7に示す。

図-8にシリーズ1における荷重点変位と繰返し回数との関係を示す。荷重点変位は止端4のき裂が発生してもほとんど増加していないことから、変位制御の条件下においてもこのき裂は進展しやすいことが予想される。

図-9にき裂長さと繰返し回数の関係を示す。荷重制御試験ではき裂は急激に進展していくのに対し、変位制御試験では、止端1に生じたき裂は停留する傾向にある。しかし止端4のき裂は変位制御試験においてもかなりの長さまで成長している。

5. 荷重、変位で整理した疲労強度

き裂長20mm時点の繰返し回数を疲労寿命として、シリーズ1における荷重との関係を図-10に、シリーズ2における荷重点変位との関係図-11に示す。図-11では、試験体によってき裂の発生した止端が異なることなどから疲労強度がかなりばらついている。止端4の位置での疲労強度はいずれの試験体でも低く、その結果、止端4からき裂が発生しなかったギャップサイズ15mmのモデルの疲労強度が最も高くなっている。図-12の変位制御条件下においてはそれほど大きな疲労強度の差は見られない。

6. ホットスポット応力による疲労強度

止端部から4mmと10mmの点の応力から溶接止端位置へ直線外挿して求めた応力をホットスポット応力と定義し¹⁾²⁾、それによる疲労照査を行なった結果を図-13に示す。ただし、ギャップが短く応力を実測できなかった試験体については有限要素法によりホットスポット応力を求めた。また、横軸はき裂発見回数で示した。今回の実験結果はかなりばらつきがみられるが、試験結果はJSSCのE等級をほぼ下限とする範囲にあることがわかる。

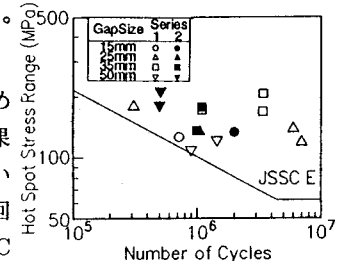


図-12. ホットスポット応力で整理した疲労試験結果

参考文献

- 1) 砂本大造、山内崇賢、的場正明:溶接継手の疲れ強さに関する新しい評価法の検討、三菱重工業技報, Vol.16, No.3, 1979.
- 2) 三木千壽、館石和雄、山本美博、宮内政信:局部応力を基準とした疲労評価手法に関する一考察、構造工学論文集, Vol.38A, 1992.