

不等脚なすみ肉溶接部を有する荷重伝達型十字継手の疲労強度解析

法政大学 学生員 貝沼 重信
 法政大学 正員 森 猛
 石川島建材工業株式会社 嶋田 茂

1. はじめに 等脚のすみ肉溶接部を有する十字継手がルート破壊する場合の疲労強度については、従来より実験的および解析的検討が数多くなされ、その成果は各種疲労設計基準類に反映されている。しかし、溶接形状が不等脚となった場合に疲労強度がどのように変化するかについては不明である。

本研究では、不等脚十字すみ肉継手がルート破壊する場合の疲労強度に対する溶接形状(不等脚)の影響を定量的に明らかにすることを目的とし、ルートから生じる疲労亀裂の進展性状を支配する応力拡大係数の数値解析を行うとともに、その結果に基づいた疲労亀裂進展解析を行った。

2. 解析方法 解析対象の形状・寸法を図1および表1に示す。応力拡大係数は2次元平面ひずみ条件下で有限要素応力解析を行いエネルギー法を用いて算定した。疲労寿命は、エネルギー法により求めた各亀裂長さに対する応力拡大係数範囲 ΔK を疲労亀裂進展速度 da/dN との関係に代入することにより疲労亀裂進展をシミュレートし、これを初期亀裂($a_i=t/2$)から限界亀裂($a_c=t/2+0.7 \times H_1$; H_1 :中板側の脚長)まで繰り返すことにより推定した。 da/dN - ΔK 関係としては、JSSC疲労設計指針(案)の最安全設計曲線を用いた。

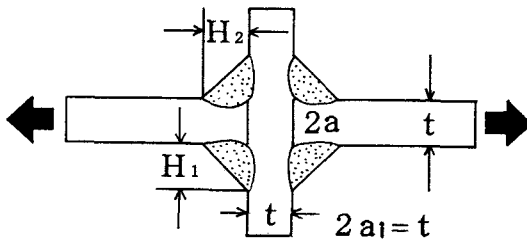


図1 解析対象

表1 解析対象の寸法(単位:mm)

モデル	t	H ₁	H ₂	モデル	t	H ₁	H ₂
R-1	25	10	10	R-13	36	21	10.5
R-2	25	10	13	R-14	36	21	21
R-3	25	10	15	R-15	36	21	32
R-4	25	15	10	R-16	36	21	34
R-5	25	15	15	R-17	36	21	42
R-6	25	15	20	R-18	36	29	29
R-7	25	15	25	R-19	36	29	40
R-8	25	15	30	R-20	36	29	46
R-9	25	20	15	R-21	36	29	52
R-10	25	25	15	R-22	36	32	21
R-11	25	30	15	R-23	36	42	21
R-12	36	10.5	10.5				

3. 解析結果 主板側の脚長 H_2 を一定として中板側の脚長 H_1 を変化させた場合の 2×10^6 回疲労強度を図2(a)に、また中板側の脚長 H_1 を一定とし主板側の脚長 H_2 を変化させた場合の 2×10^6 回疲労強度を図2(b)に示す。図の縦軸の疲労強度は、道路橋示方書で定義されるサイズを基に計算したのど断面応力範囲で示している。横軸はサイズに対する脚長 H_1 あるいは H_2 の比である。いずれの場合も脚長が大きくなるにしたがって、疲労強度は高くなっている。また、溶接部の形状が相似形であれば溶接の大きさが変化しても疲労強度は同程度となっている。

図3は中板側の脚長 H_1 を増した場合と主板側の脚長 H_2 を増した場合の疲労強度を比較したものである。脚長を大きくすることによる疲労強度の改善効果は、主板側の脚長 H_2 を大きくした場合に顕著である。例えば、中板側の脚長 H_1 を主板側の脚長 H_2 の2倍とした場合の疲労強度は等脚継手と比較して15%程度増加しているのに対して、主板側の脚長 H_2 を中板側の脚長 H_1 の2倍とした場合には疲労強度が50%程度増加している。

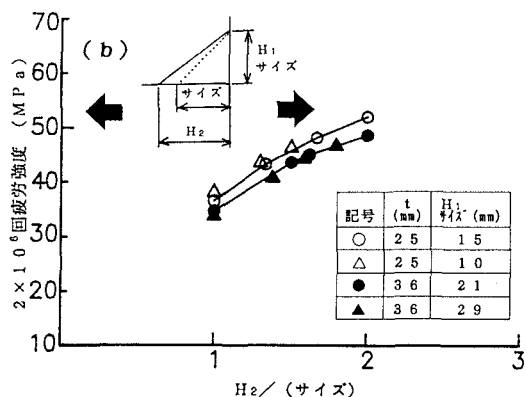
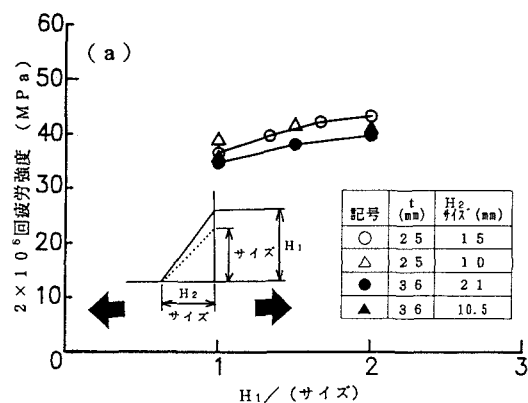


図2 溶接形状が疲労強度に及ぼす影響

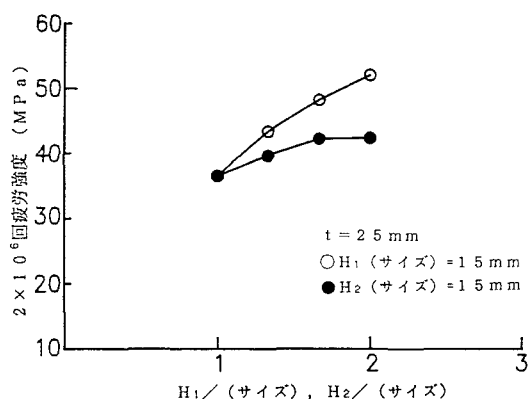
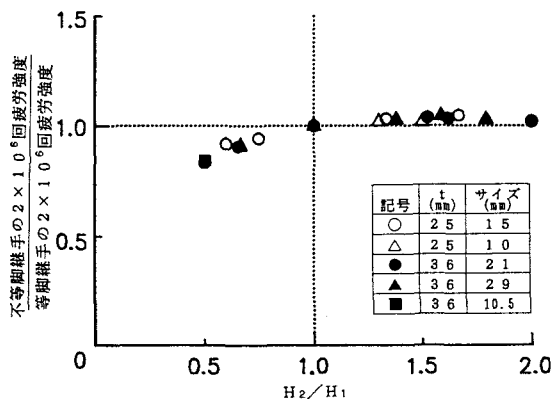


図3 不等脚継手の疲労強度

図4 形状比 (H_2/H_1) が疲労強度に及ぼす影響

同じ溶接断面積とした場合に、すみ肉溶接の形状比 (H_2/H_1) により継手の疲労強度がどのように変化するのかについて検討した結果を図4に示す。図の縦軸は、主板の応力で整理した 2×10^6 回疲労強度を等脚の継手の 2×10^6 回疲労強度で無次元化したものである。主板側の脚長 H_2 に比べ中板側の脚長 H_1 が大きい十字継手の疲労強度は、同じ溶接断面積の等脚継手と比べて低い。また、主板側の脚長 H_2 が大きい十字継手の疲労強度は等脚継手と同程度となっている。

4. まとめ

- (1) 道路橋示方書で規定されるのど断面応力を用いて疲労強度を整理した場合、不等脚すみ肉溶接部を有する十字継手の疲労強度は等脚の継手よりも高い。その疲労強度の増加は主板側の脚長を増した場合に顕著である。
- (2) のど断面の応力で整理した場合、溶接部分の形状が相似形であれば不等脚継手の疲労強度は溶接の大きさによらずほぼ一定である。
- (3) 主板の応力で整理した場合、中板側の脚長を増した不等脚継手の疲労強度は、同じ溶接断面積の等脚継手と比べて低くなる。主板側の脚長を増した場合の疲労強度は等脚継手とほぼ同じである。