

荷重伝達型十字継手の諸要因が疲労強度及び引張強度に及ぼす影響

名古屋大学 学生会員 川本恭朗 名城大学 後藤秀直 水谷達也
名古屋大学 正会員 山田健太郎 正会員 貝沼重信

1. はじめに 鋼橋の疲労損傷の多くは溶接継手部に生じており、その大部分はすみ肉溶接部である。この中でも、荷重伝達型十字すみ肉溶接部については、製作誤差によるルートギャップ（以下、ギャップ）、主板厚の違いや偏心などの諸因子が疲労強度に影響を及ぼす。また、この継手は、引張場での繰返し応力のみではなく、圧縮場での繰返し応力も受ける場合がある。したがって、これらの諸因子の相互の影響及び両振りの繰返し応力を受けた場合の疲労強度について検討する必要がある。本研究では、ギャップを有する荷重伝達型十字継手の主板厚の違い、中板厚、脚長、偏心量が引張強度及び疲労強度に与える影響を定量的に明らかにするため、試験体モデルのFEM解析及び解析引張試験及び疲労試験及びを行う。

2. 試験体 試験体の形状・寸法を図-1に示す。試験体は上主板厚 t_{mu} を14 mm、板幅を25 mm、下主板側のギャップを0 mmとし、下主板厚 t_{ml} を9,14 mm、中板厚 t_c を6,14 mm、

主板側脚長 h_m 、中板側脚長 h_c を6-6 mm,9-9 mm,12-6 mm、偏心量 e を0.7 mm、ギャップ g を0.3 mmに変化させた。

3. FEM解析の方法及び解析結果 解析モデルは、

表-1に示すような試験体

の形状・寸法に基づいた計28種類のモデルである。また、ギャップが3 mmの場合については、その形状を図-2に示すように4種類仮定した。解析結果は、ギャップが無いモデルでは上主板の未溶着部先端、有るモデルでは、上主板の未溶着部のコーナーの等価応力について整理することとした。ここでは、上側及び下側の主板厚が14 mm、中板厚が14 mm、ギャップ0 mmのモデルを基本モデルとして、その未溶着部での等価応力 σ_e で各モデルの等価応力を無次元化する。

3.1 板厚の影響 図-3に下主板厚を変化させた場合の解析結果を示す。 $t_c=14$ の場合、下主板厚が14 mmから9 mmに変化しても応力はほとんど変化していない。 $t_c=6$ の場合については、下主板厚が変化することにより約10~20%増加している。これらの傾向は、ギャップの有無及びその形状によらず同様である。

中板厚を変化させた場合の解析結果を図-4に示す。 $t_{ml}=14$ のモデルでは、14 mmの中板厚が6 mmになっても

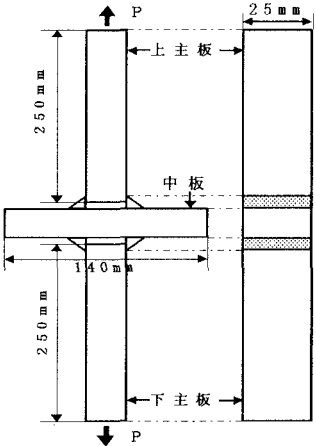


表-1 解析モデル

解析モデル 番号	中板厚 t_c (mm)	下側主板厚 t_{ml} (mm)	脚長		偏心幅 e (mm)	ギャップ-溶込み形状 g (mm)
			h_m (mm)	h_c (mm)		
0~3	14	14	6	6	0	0, 3, 3-□, 3-△
4~7	6	14	6	6	0	0, 3, 3-□, 3-△
8~11	6	9	6	6	0	0, 3, 3-□, 3-△
12~15	14	9	6	6	0	0, 3, 3-□, 3-△
16~19	14	14	12	6	0	0, 3, 3-□, 3-△
20~23	14	14	9	9	0	0, 3, 3-□, 3-△
24~27	14	14	6	6	7	0, 3, 3-□, 3-△

図-1 試験体

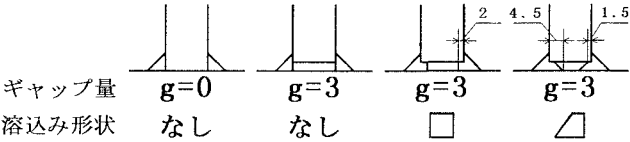


図-2 解析モデルのギャップ形状

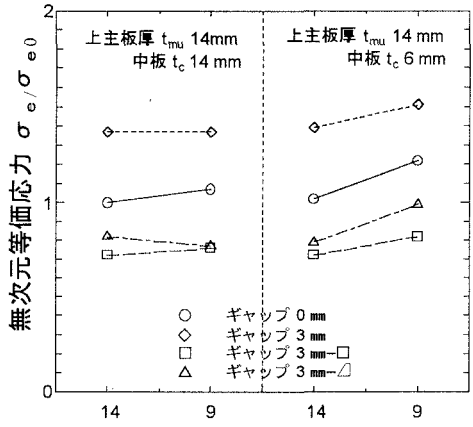


図-3 下主板厚の影響

ほとんど応力の変化は無い。一方、 $t_{ml}=9$ の場合には約 10~20%増加している。これらは、ギャップの有無及びその形状によらず同様の傾向を示している。

板厚が応力集中に及ぼす影響は、 $t_{mu}=14$ の場合、中板厚が下主板厚より小さく、主板厚が上下で異なる場合に大きくなる。

3.2 脚長の影響 図-5 に $t_{ml}=14$ mm, $t_c=14$ mm で脚長を変化させた場合の解析結果を示す。ギャップが無い場合、脚長を 6 mm から 9 mm に増すことで応力は 20% 程度減少する。さらに、脚長 6 mm の等脚溶接を主板方向に脚長を 6 mm 増し不等脚とすることで、約 10% 減少している。これは、脚長を増したことにより、ど厚の増加したこと、および応力が流れやすくなったことにより応力集中が緩和されたためと考えられる。また、不等脚溶接の場合については、脚長 9 mm の等脚溶接より溶接サイズは小さいが、主板側脚長が長くなったことで、未溶着部先端の応力の流れが緩和され、応力集中が低減したと考えられる。

ギャップ 3 mm で溶込みが無い場合、脚長を 6 mm から 9 mm に増すことによる応力集中の低減は他のギャップ形状と比べ大きい。溶込みが無い場合は、有る場合と比べ、実のど厚が小さく、未溶着長さが主板厚と等しいため、未溶着部の先端近傍での応力の流れの変化が著しくなる。そのため、脚長を増したことによるど厚の増加及び応力集中の緩和が溶込みありの場合より相対的に大きくなり、応力が大きく減少したものと考えられる。

3.3 偏心の影響 図-6 に $t_{ml}=14$ mm, $t_c=14$ mm で、 $e=7$ mm とした場合の解析結果を示す。偏心量を 0 mm から 7 mm としたことにより応力が 20% 程度増加している。下主板を左側に偏心させた場合、未溶着部には左上コーナーに高い応力が発生した。下主板の右側の未溶着部先端及び主板側溶接止端については、左上コーナーよりもさらに高い応力が発生した。各ギャップ形状において、同程度の偏心の影響による応力の増加が見られた。

4. まとめ 本報告では、ルートギャップを有する荷重伝達型十字すみ肉溶接継手の試験体について主板厚の違い、中板厚、脚長、偏心量が引張強度及び疲労強度に与える影響を定量的に明らかにした。今後は、引張試験及び疲労試験を行い解析結果と比較検討する予定である。

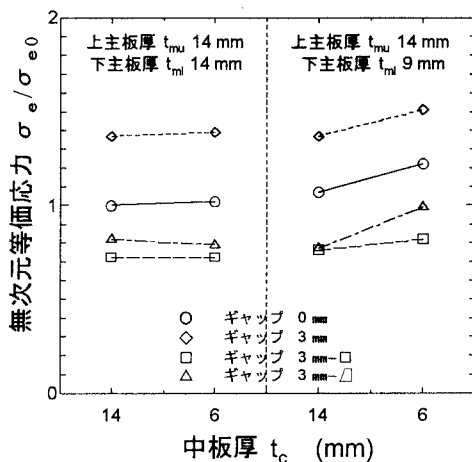


図-4 中板厚の影響

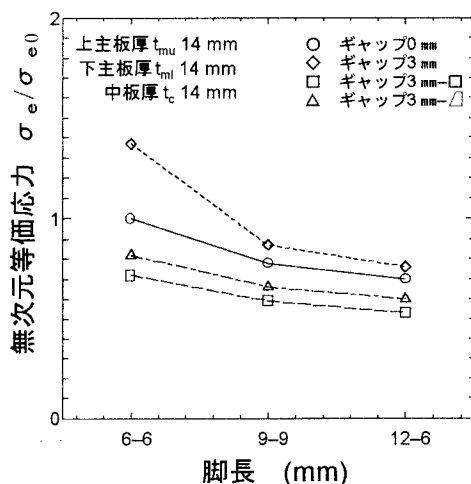


図-5 脚長の影響

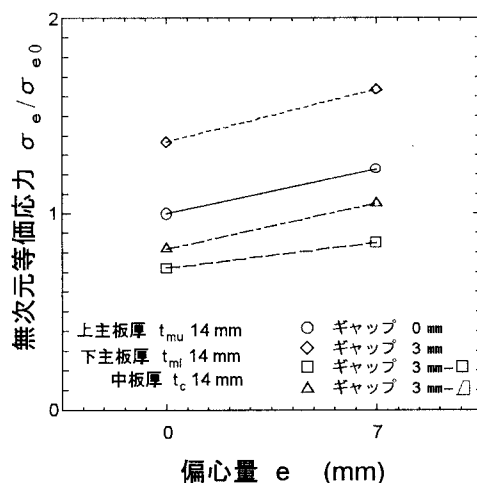


図-6 偏心の影響