低い z が内在した荷重伝達型十字溶接継手の疲労強度特性

琉球大学	学生会員	許田千晶
琉球大学	正会員	有住康則

1.はじめに

1960~1970 年代に多数の鋼橋が建設されている. その年代の鋼材は非金属介在物の硫黄などを多く含 有している関係で,板厚方向特性(絞り値 Φz)が 著しく低い¹⁾. そのような鋼材で製作された隅角部 などに用いる荷重伝達型十字溶接継手には, ラメラ テア, ラミネーションなどを内在する場合がある¹⁾. その鋼材の板厚方向引張強度特性は,現代の鋼材に 比べて,伸び性能が著しく低い2).本研究では,低 い z を内在した十字溶接継手の疲労強度特性の検 証を目的に実施した疲労試験結果について報告する.

2.試験方法

2.1 試験体

実橋から採取された 1960~1970 年代の古い鋼材 を用いて,荷重伝達型十字溶接継手を製作した.試 験体の製作は、研究対象の古材を十字溶接継手の挟 まれ板に用いて,その両側は現代の鋼材を FP 接合

琉球大学 正会員 下里哲弘 三木千尋 東京工業大学(フェロー)

した後,約7mm厚に切断し作製した.写真-1に試 験体で検出された非金属成分 MnS による MT 指示 模様,ラミネーション,ラメラテアの例を示す.疲 労試験には, 平板状の試験片, 低 z による熱 影響部(HAZ)部の影響を検討する目的で円孔ノッチ (=2mm)を設けた孔有りの平板状試験片 , 十字 溶接継手試験体の3種類について疲労特性を調べた. 2.2 試験パラメータ

表-1 に本研究で使用する試験片の z,鋼材の機 械的性質,化学成分等を示す.板厚方向絞り値の区 分として,現行基準³⁾の耐ラメ鋼の z最低保証ラ ンク 15%を基準として ,5%未満を低ランク ,5%以 上 15%未満を中ランク,15%以上を高ランクとした.



写真-1 挟まれ板の古材(MT 試験)

-ショノ	フメファ
$\sigma \pm t t$ (MT	È╬ ((((()) () () () () () () () ()) () ()) () ()) ()) () ()) ()) ()) ()) ()) ()) ())) ())) ())) ())) ()) ())))

試験鋼材の z、鋼材的特性、化学成分 表-1 鋼材(古材) 鋼材 zの 鋼材成分(%) 竣工年 材質 鋼材 Z 降伏点 引張強度 伸び 番号 区分 Ceq Pcm [N/mm2] [N/mm2] [%] Mn Р Cu Ni Cr R [%] C Si S Mo ΔI 0.01 0.04 457.3 373.0 8.0 0.20 0.45 1.44 0.020 0.010 0.03 0.000 0.02 0.00 0.00 0.47 0.29 1967 SM50E 52 457.3 8.0 0.20 0.45 1.44 0.020 0.010 0.03 0.01 0.04 0.000 0.02 0.004 0.00 0.47 SM50E 3.7 373.0 0.29 1967 496.0 0.15 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 0.030 0.050 0.00 0.41 1980 SM58 531. 5.3 0.02 0.24 5.3 0.15 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 0.030 0.02 0.050 0.00 0.41 1980 SM58 77 496.0 531.7 0.24 低 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 43 496.0 531.7 5.3 0.15 0.030 0.02 0.050 0.00 0.41 0.24 1980 SM58 2.7 5.3 0.15 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 0.030 0.02 0.050 14 27 496.0 531.7 0.00 0.41 0.24 1980 SM58 66 2.7 496.0 531.7 5.3 0.15 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 0.030 0.02 0.050 0.00 0.41 0.24 1980 SM58 18 496.0 5.3 0.15 0.26 1.41 0.026 0.005 0.01 0.02 0.02 0.030 0.02 5317 0.050 0.00 0.41 0.24 1980 SM58 2 10.3 452.3 14.3 0.16 0.38 1.26 0.016 0.022 0.14 0.03 0.06 0.060 0.01 0.003 334.0 0.00 0.41 0.25 1967 SM50E 79 10.3 334.0 452.3 14.3 0.16 0.38 1.26 0.016 0.022 0.14 0.03 0.06 0.060 0.01 0.003 0.00 0.41 0.25 196 SM50E 中 45 334.0 0.00 0.41 10.3 452.3 14.3 0.16 0.38 1.26 0.016 0.022 0.14 0.03 0.06 0.060 0.01 0.003 0.25 1967 SM50E 494.0 1.32 0.020 0.007 0.04 0.02 0.18 0.000 27 10.7 603.7 10.0 0.14 0.48 0.03 0.093 0.00 0.42 0 24 1966 HT60 33 0.02 1.00 0.024 0.011 0.03 0.02 0.02 18.7 397.0 504.7 21.3 0.25 0.00 0.00 0.003 0.00 0.42 0.30 1971 SS41 36 18.7 397.0 504.7 0.25 0.02 1.00 0.024 0.011 0.03 0.02 0.02 0.00 0.00 0.003 0.00 0.42 0.30 1971 SS41 21.3 31 18.7 397.0 504.7 21.3 0.25 0.02 1.00 0.024 0.011 0.03 0.02 0.02 0.00 0.00 0.003 1971 SS41 0.00 0.42 0.30 32 0.02 1.00 0.024 0.011 0.03 0.02 0.02 0.00 0.00 0.003 18.7 397.0 504.7 21.3 0.25 0.00 0.42 0.30 1971 SS41 8 15.3 486.7 0.15 0.41 1.28 0.026 0.005 0.13 0.02 0.17 0.050 0.03 0.045 0.43 0.25 1967 SM60 605. 18.3 0.00 83 486.7 0.00 0.43 SM60 15 0.15 0.41 1.28 0.026 0.005 0.13 0.17 1967 605.7 18.3 0.02 0.050 0.03 0.045 0.2 37 高 15.3 486.7 18.3 0.15 0.41 1.28 0.026 0.005 0.13 0.02 0.17 0.00 0.43 SM60 0.050 0.03 0.045 1967 605.7 0.2 18.3 0.15 19 0.41 1.28 0.026 0.005 0.13 0.02 0.17 0.00 0.43 0.050 0.03 0.045 15.3 486.7 605.7 0.25 1967 SM60 1969 93 22.0 657.3 16.7 0.17 0.24 1.40 0.017 0.008 0.12 0.03 0.04 0.010 0.00 0.085 0.00 0.43 0.27 SM58 90 220 657.3 16.7 0.17 0.24 1.40 0.017 0.008 0.12 0.03 0.04 0.010 0.00 0.085 0.00 0.43 0.27 1969 SM58 85 22.0 526.0 614.7 10.8 0.16 0.11 1.31 0.012 0.007 0.11 0.03 0.04 0.005 SM58 0.075 0.00 0.39 0.25 1971 0.11 86 614. 10.8 0.16 0.11 1.31 0.012 0.007 0.03 0.04 0.005 0.075 0.00 0.39 1971 SM58 526.0 10.8 0.16 0.11 1.31 0.012 0.007 0.11 0.03 0.04 0.005 0.00 0.39 87 22.0 526.0 614.7 0.075 1971 SM58 0.25

キーワード 1960~1970 年代鋼材、板厚方向強度、 z(板厚方向絞り値)、S 量(含有硫黄量)、疲労強度 ·連絡先 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原1番地 TEL098-895-8666

2.3 試験方法

疲労試験には,琉大所有の 200kN サーボ型疲労 試験機(EHF-EA20:島津製作所)を用い,10Hzの片 振り引張載荷で試験を行った.

3.試験結果

図-1 に平板状試験体の疲労強度曲線を示す.破断 位置は挟まれ板の古材部であり,その疲労強度は現 在の鋼材の疲労強度 A 等級より,低くなっており, 特に Z が低ランクの疲労強度は著しく低い.

図-2 に円孔有り平板状試験体の疲労強度曲線を 示す.図より,溶接熱影響部(HAZ)と挟まれ板とな る古材(中央)の疲労強度の違いは見られない.ま た,新材および古材の z 高ランクは JSSC-C 等級 を概ね満足したが, z が中から低ランクとなるに 従い疲労強度が低下している.

図-3 に十字溶接継手状態の疲労強度曲線を示す. 破壊位置は溶接止端部であり,E等級であった.

4.**まとめ**

ー様な応力状態である平板状試験体では, z が 低いほど疲労強度が著しく低下するが,十字溶接継 手状態では,溶接止端破壊の疲労強度 E 等級を満足 した.

なお,今回は非金属成分 MnS による MT 指示模 様が見られた鋼材の試験結果を示しており,ラメラ テア内在などの疲労試験の値は含まれていない.今 後は,挟まれ板にラミネーションやラメラテアなど を内在した十字溶接継手の試験を行い,その疲労強 度特性の検証を行う予定である.

本研究は,科研費基礎盤(S)「重度の疲労損傷を受けた鋼橋の機能回復・機能向上を目的とする橋梁再 生工学の確立」の助成を受けて行ったものである. 参考文献

 1) 三木千尋・冨永知徳・柳沼安俊・下里哲弘:既設鋼製 橋脚の補修溶接におけるラメラティアの発生の可能性検 討、土木学会論文集,No759/I-67, pp69-77,2004.4
2)許田千晶・下里哲弘・有住康則・三木千尋:1960~1970 年代の鋼材で構成された十字溶接継手の板厚方向強度特 性、土木学会第64回年次学術講演会,I-163,2009.9.
3)日本道路協会:鋼道路橋に疲労設計指針,H14年3月











図-3 疲労強度曲線[十字溶接継手状態]