

低応力三軸度における鋼材の延性破壊性状に関する実験的研究

名城大学 学生会員 ○厚地 政哉
 名城大学 秋田 智史

名城大学大学院 学生会員 劉 巖
 名城大学 フェロー 葛 漢彬

1. 緒言

1995年1月に発生した兵庫県南部地震により、多くの鋼構造物に被害がもたらされた。鋼構造物における特徴の1つとして、鋼製部材は比較的薄肉であることから局部座屈が発生しないように厚肉鋼材やコンクリート充填が用いられているが、極度の負荷によって母材などでの延性き裂の発生が局部座屈の発生より先行することがある。また、二層ラーメン橋脚における梁腹板や隅角部、部分溶け込み溶接断面などといった、せん断力が卓越する箇所でも破壊がみられた。延性き裂の発生により引き起こされる脆性的な破壊は、極度の負荷下における鋼構造物(特に厚肉鋼構造物)の構造性能を評価する重要な破壊現象の1つでもあるため、破壊メカニズムの解明が急務である。

既往の研究では、方らによって中・高応力三軸度における延性破壊性状に関する研究¹⁾が行われている。そこで本研究では、低応力三軸度における延性破壊メカニズムを実験的に明らかにするため、引張応力およびせん断応力の組み合わせによる複合応力下での破壊が生じる試験片を考案する。

2. 実験概要

本研究では、平板試験片にそれぞれ初期状態において純せん断が作用する形状 (shear0)，軸力およびせん断力が作用する形状 (shear+45, shear-45) の計3本の試験片を用いて実験を行った。鋼種はSM490YB、板厚12mmを使用しており、試験片の設計寸法図を図-1に示す。荷重は単調引張荷重を作用させ、荷重および変位(標点間距離200mmの伸びをオーム型変位計によって測定)のデータを破断まで取得した。また、実験中の観察方法としては、試験片の正面に固定カメラおよびビデオカメラを設置することによって行う。実験後に各ひずみゲージから得られた破断時までのひずみを比較して挙動の違いを調べる。

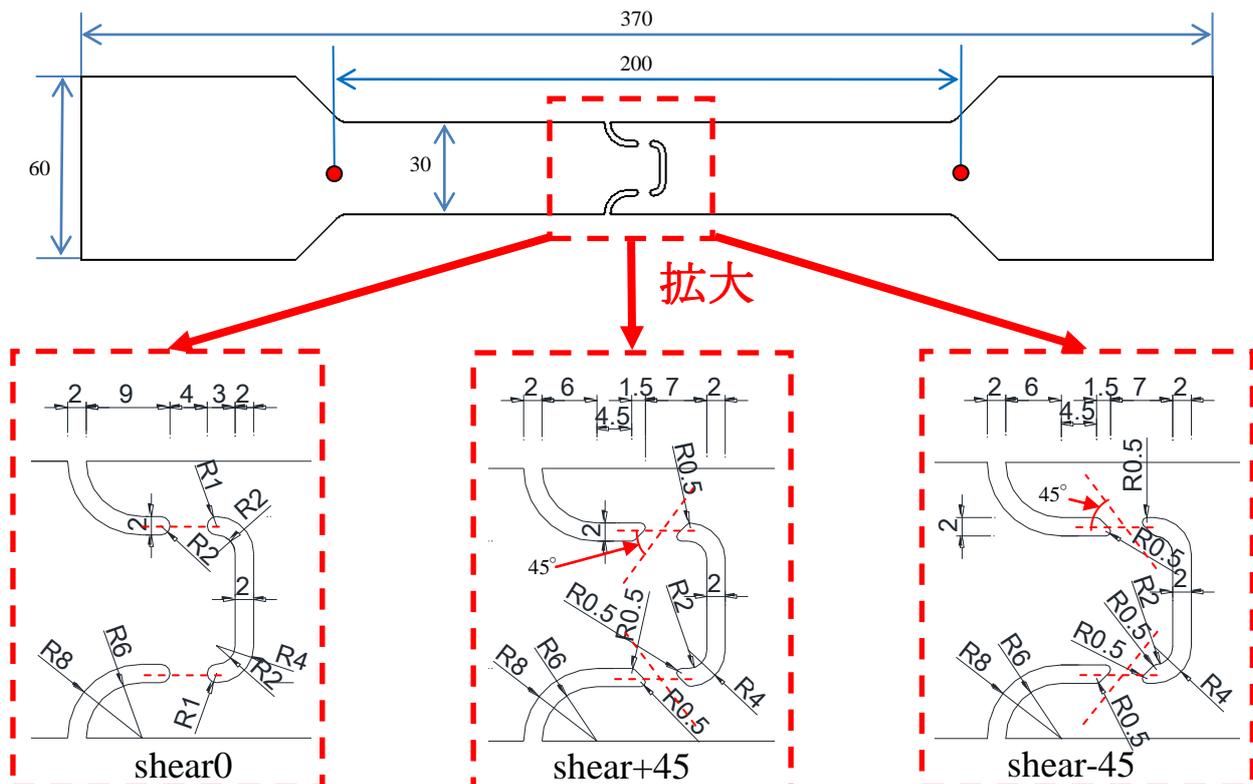


図-1 各試験片の全体および中央拡大部の設計寸法図 (単位:mm)

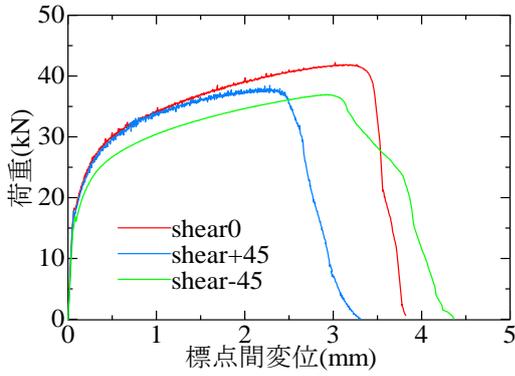


図-2 各試験片の荷重-変位曲線

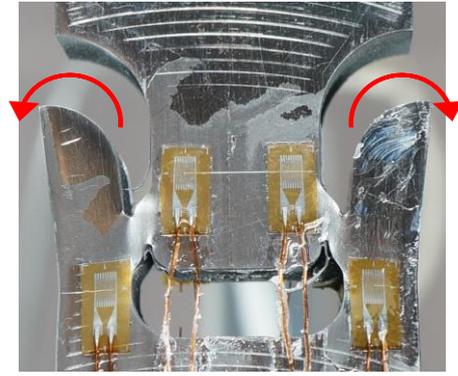


図-3 変形モード (shear-45)

表-1 各せん断試験片の実験結果比較

試験片名	最大荷重 (kN)	最大荷重時の変位 (mm)	95%荷重時変位 (mm)	二次剛性 (kN/mm)	降伏荷重 (kN)	降伏変位 $\times 10^{-2}$ (mm)
shear0	42.2	3.02	3.41	4.40	29.3	8.99
shear+45	38.5	2.28	2.47	5.14	27.7	8.17
shear-45	37.0	2.92	3.14	3.77	26.4	10.2

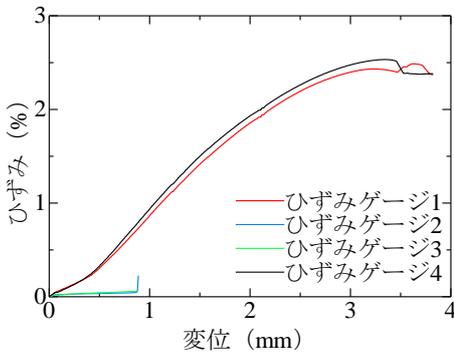


図-4 ひずみ-変位曲線 (shear0)

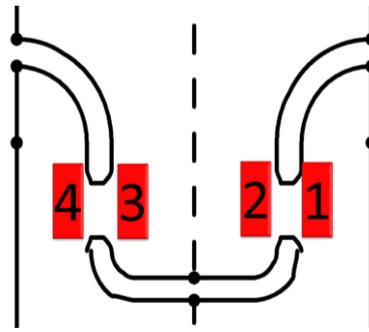


図-5 ひずみゲージ設置箇所 (shear0)

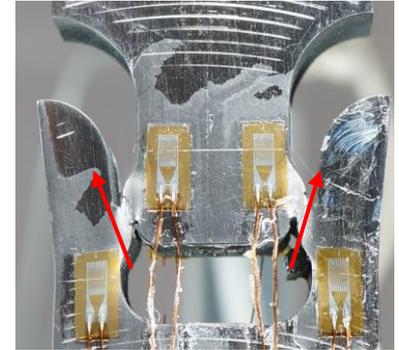


図-6 破断時 (shear-45)

3. 実験結果

3本の試験片から得られた荷重-変位曲線を図-2に示す。また、各試験片の最大荷重、最大荷重時の変位、最大荷重から5%低下時の変位(ここで95%荷重時変位と称する)、二次剛性、降伏荷重および降伏変位についてまとめた結果を表-1に示す。荷重-変位曲線に関して、まず二次剛性に着目する。移動端側に角度を有したshear+45が最も大きく、固定端側に角度を有したshear-45が最も小さい結果が得られた。ここでの二次剛性は、エネルギー吸収量が等価なバイリニアモデルより求めた。

図-3に示す変形モードに関しては、曲げが作用したことによって外側が左右に開く変形が目視でもわかる。また、図-4に示したひずみ-変位曲線から、外側のひずみゲージ1と4からは大きな値が得られたが、内側のひずみゲージ2と3の値は極めて小さな値であったため、外側の変形が大きかったことがわかる。ここで、図-5にひずみゲージ設置箇所を示しておく。変形破断形状に関しては全ての試験片において引張側である図-6で示した形状で破断した。き裂は内側の固定端側から外側の移動端側にかけて斜め方向に進展した。

4. 結言

今回の実験において、破断箇所の断面が非常に小さいため、き裂の発生箇所を確認することが困難であった。しかし、荷重-変位曲線などが得られたため、今後は数値解析により低応力三軸度における延性き裂発生メカニズムを解明していく。

参考文献

- 1) 方星, 葛漢彬: 高応力三軸度の影響を考慮した鋼材の延性破壊性状に関する実験的研究, 土木学会第71回年次学術講演会概要集, I-285, pp.569-570, 2016.9.