

744 自動車突合せマグ溶接継手の衝撃引張変形強度

Impact Tensile Strength of Butt Welded Joint for Cars

○丹内 克則 (室蘭工大院生) 臺丸谷 政志 (室蘭工大) 小林 秀敏 (大阪大)
津田 紘 (スズキ (株)) 藤木 裕行 (室蘭工大) 塩崎 修 (室蘭工大)
Tannai Katsunori, Graduate Student, Daimaruya Masashi, Muroran Inst. of Tech,
Kobayashi Hidetoshi Osaka Univ., Tsuda Hiroshi, Suzuki Motor Co.,
Fujiki Hiroyuki, Muroran Inst. of Tech., Shiozaki Osamu Muroran Inst. of Tech.

In the automobile industry, it is demanded to lighten the car weight with keeping its strength because of the CO₂ reduction. Recently, in order to satisfy the two conflicting demands, the tailored blanks technique using high tensile strength steels attracts attention. Then it may be important to examine the dynamic characteristics of the impact deformation strength regarding the welded members of the high tensile strength steel sheets for cars. The purpose of the present study is the measurement of impact deformation strength of welded joints by means of the split Hopkinson bar method for tension.

Key Words : Impact test, Impact tensile strength, Split Hopkinson bar, Welded joint, Strip specimen

1. 緒言

自動車産業では地球環境保護の観点から温暖化の原因となる CO₂ を削減するために車体を軽量化し、燃費を向上させることが課題となっている。しかし、軽量化と強度信頼性は相反する関係にある。そこで近年、軽量化を図りながら強度信頼性の向上も図るため、高張力鋼を使用したテーラードブランク技術が注目されている。しかし、テーラードブランク技術を使用することによって自動車部材の溶接部は従来より多くなり、強度信頼性の面から高張力鋼板の溶接継手に関する力学的特性を明らかにすることは重要である。しかし、溶接部材の静的強度および疲労強度に関する研究は数多く報告されているが、高張力鋼板の溶接部材の衝撃引張変形強度に関する研究はほとんどなされていない。

ここでは、270MPa 級普通鋼と 590MPa 級および 780MPa 級高張力鋼の突合せマグ溶接試験材に関して、静的変形強度試験および衝撃変形強度試験を実施した。まず、静的引張試験は万能材料試験機 (INSTRON 5586) を用いて行った。また、衝撃引張試験法の標準化はなされていないため、最も信頼性の高いスプリット・ホプキンソン棒法を応用した落錘式のスプリット・ホプキンソン棒法装置を設計・試作し、衝撃引張試験を行った。

2. 衝撃引張試験

2.1 衝撃引張試験装置 本研究では薄板の試験片が装着できる落錘式スプリット・ホプキンソン棒法試験装置を設計・試作した。試験装置の基本構成を Fig.1 に示す。この装置は自由落下させた衝撃円管 (高圧配管用炭素鋼鋼管: 外径 42.7mm, 内径 35.5mm, 長さ 2000mm) を入力棒の下端に固定されているフランジに衝突させることによって、引張応力波を発生させ、これにより試験片を引張破断させる。入・出力棒には、直径 25mm, 長さ 4000mm のステンレス棒 (SUS304) を使用した。入・出力棒には試験片締結端からそれぞれ 600mm の位置に Gage1 と Gage2 の半導体ひずみゲージをそれぞれ 2 枚軸対称に貼付した。Gage1 では入射応力波 σ_i および反射応力波 σ_r が測定され、Gage2 では透過応力波 σ_t が測定される。測定された応力波に基づ

いて、試験片の応力、ひずみ、ひずみ速度を算定した。
2.2 試験片 試験片として、熱間圧延軟鋼 JSH270, 590MPa 級高張力鋼 JSH590 および 780MPa 級高張力鋼 JSH780 の 3 種類を用いた。各鋼種の母材平滑試験片とマグ溶接による突合せ溶接試験片をそれぞれ用意した。試験片の寸法は肩部の長さ 50mm, 幅 18mm, 平行部の長さ 20mm, 幅 7mm, 厚さ 2.3mm である。薄板試験片を入・出力棒に取り付けるために、ねじを切った短い丸棒にスリットを入れ、アタッチメントとして試験片と接着接合した。このアタッチメントを入・出力棒にねじ締結させ試験片を取り付けた。

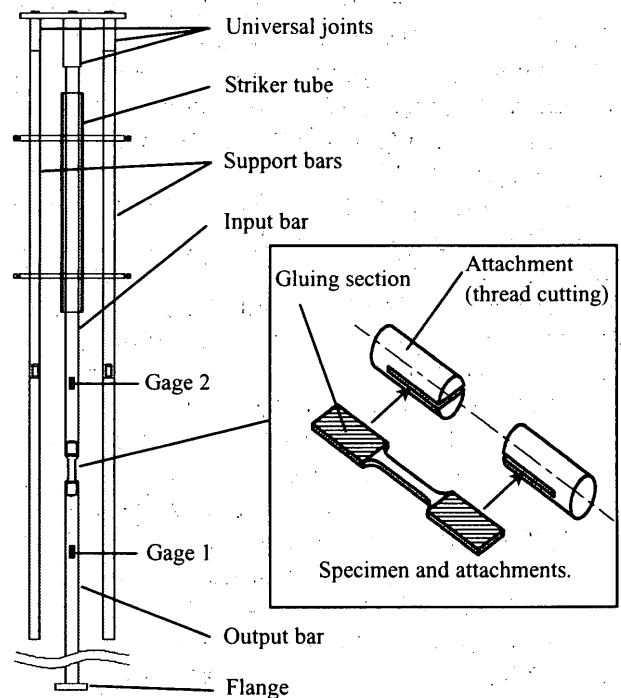


Fig.1 Schematic diagram of Hopkinson bar setup for impact tensile test.

3. 実験結果

3・1 応力波形 3 鋼種, それぞれ平滑母材試験片, 突合せマグ溶接試験片, 計 6 種類の試験片について衝撃円管を高さ 4m から自由落下させて (衝撃速度 $V = 8.85 \text{ m/sec}$) 衝撃引張試験を行った. それぞれ 2~4 本の試験片について試験を行い比較的再現性のよい結果が得られた. 一例として, Fig.2 に高張力鋼板 JSH590 の母材平滑試験片の場合に関して入・出力棒で計測された応力-時間曲線を示す. 他の試験片の場合についても同様な計測波形が測定された.

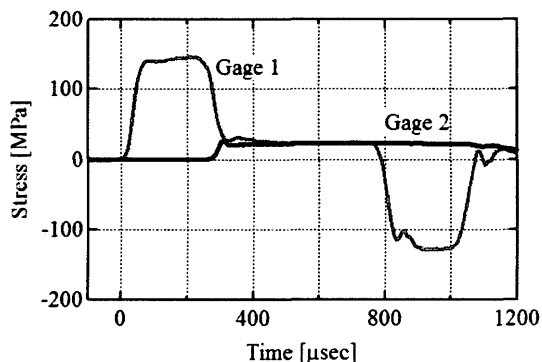


Fig.2 Variation of stresses with time on stress bars.

3・2 衝撃引張変形強度 各試験片について入・出力棒で計測された応力波動より, 応力, ひずみ, ひずみ速度の関係を算出し, 動的引張応力-ひずみ曲線を求めた. 実験条件はすべて同じで, ひずみ速度は $\dot{\epsilon} = 320 \text{ m/sec}$ である. Fig.3 に各種鋼板の平滑母材試験片および突合せ溶接試験片の動的引張応力-ひずみ曲線を静的試験結果と共に示す. ただし, 突合せ溶接試験片に関して溶接部では一様の応力状態になっているとは考え難いが, 母材平滑試験片の場合と同様に最大引張荷重を試験片平行部の断面積で除した値を引張強度と呼ぶことにする.

静的試験結果では, 突合せ溶接試験片は JSH270 と JSH590 において母材強度に達しているが JSH780 では若干達していない. また破断ひずみに関しては突合せ溶接試験片は母材平滑試験片に比べ大きく減少しており, おおむね半分程度になっている. 衝撃試験結果も静的試験結果と同様の傾向を示している.

衝撃試験結果と静的試験結果の比較では, JSH270 はひずみ速度効果が大きく現れており, 静的引張強度に比べ動的引張強度は大きくなるのがわかる. ここで JSH270 および JSH590 の平滑母材試験片の動的応力-ひずみ曲線がひずみ 25 [%]程度で終わっているが, これは破断を示すものではなく時間的な測定限界によるものである. 試験片の破断ひずみは, 破断後の試験片の突合せによる比較により波動測定結果とほぼ一致することが確認され, JSH270 の衝撃試験による破断ひずみは静的試験に比べ若干減少した.

JSH590 は若干ひずみ速度効果が認められ動的引張強度は静的引張強度に比べわずかに上昇している. 衝撃試験の破断ひずみは母材平滑, 突合せ溶接試験片共に静的試験より若干大きくなった.

JSH780 に関して, ひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 320 \text{ m/sec}$ ではひずみ速度効果はほとんど認められず衝撃引張強度は静的結果と同程度の値を示した. 破断ひずみに関して母材平滑試験片は衝撃試験の方が若干大きく, 突合せ溶接試験片は静的試験と同じ値を示した. 破断位置は JSH270 および JSH590 は母材部で破断したが, JSH780 は溶接部で破断した.

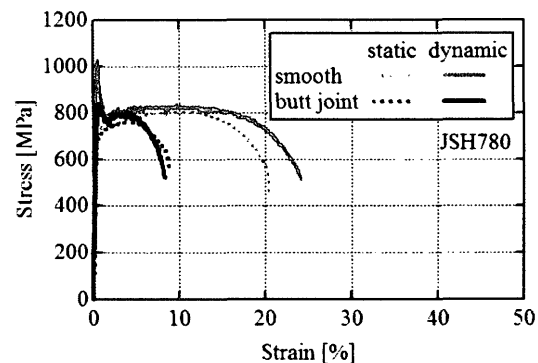
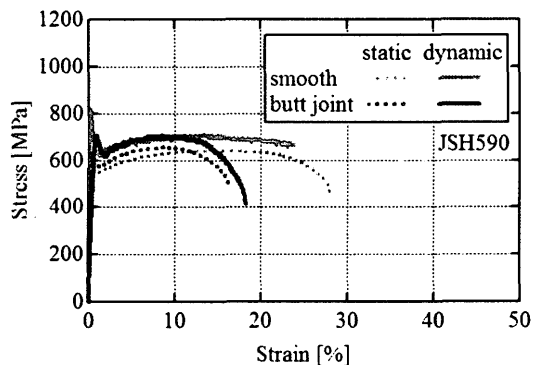
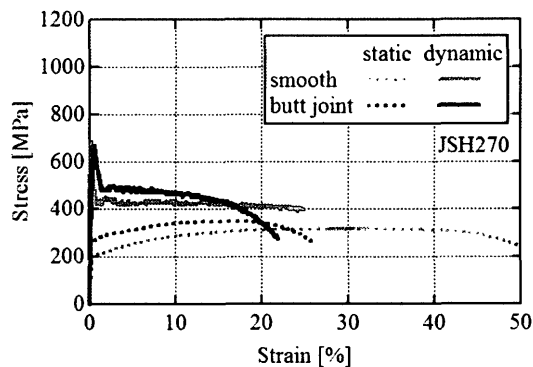


Fig.3 Stress-strain curves in impact and static tests.

4. 結言

本研究では, ホプキンソン棒法を用いて自動車用鋼板 JSH270, JSH590 および JSH780 の突合せマグ溶接試験材の衝撃引張変形強度を調べ, 次の結果を得た.

(1) 試験材の静的引張試験に関して, 突合せマグ溶接試験片は JSH270 および JSH590 の引張強度は母材強度よりわずかに大きくなり, JSH780 では若干小さくなった. 破断ひずみに関しては母材平滑試験片に比べ大きく減少して, おおむね半分になった. また, 衝撃引張試験も同様の傾向になる結果を得た.

(2) 普通鋼板 JSH270 はひずみ速度効果が大きく, 破断ひずみは減少する傾向を示した. 高張力鋼 JSH590 に関してはひずみ速度効果が若干認められ衝撃変形強度は静的変形強度に比べわずかに大きくなった. JSH780 はひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 320 \text{ m/sec}$ ではひずみ速度効果は認められず, 静的試験結果とほぼ同じ値となった.

参考文献

- 1) 林卓夫, 田中吉之助, 衝撃工学, 日刊工業(1988)
- 2) 溶接学会, 溶接技術の基礎(溶接学会編), 産報,(1980)