

JFE スチールのハイテン適用部品評価設備

Testing Machines to Evaluate the Performance of Automotive Parts

1. はじめに

効率的な車体軽量化のためには、高強度鋼板を車体へ適用した場合の衝突性能向上効果、疲労特性、剛性への影響などを明らかにし、その効果を最大にする部品設計を行うことが重要である。また、CAE (computer aided engineering) による性能評価技術も進化しているが、その予測結果の精度について検証し、解析精度を向上させる技術開発も必要となる。JFE スチールでは、各種の試験装置を独自に開発し、部品性能評価とともにCAE解析精度向上技術の確立を進めてきた¹⁻³⁾。

2. 自動車衝突変形性能評価装置

2.1 高速張り試験機

自動車の衝突時、材料に発生するひずみ速度は最大 10^3 s^{-1} といわれている¹⁾。この速度は静的材料試験の100万倍の速度となり、ひずみ速度の影響により材料の強度特性は大きく変化することが知られている。JFE スチールでは、各種鋼板の変形挙動に及ぼすひずみ速度の影響を評価するために、各種のホプキンソン法を代表とする高速引張り試験機を導入している。Fig. 1, Photo 1 は、最大速度 14 m/s、最大負荷荷重 20 kN の性能を有する One Bar タイプの高速変形試験機である。Fig. 1 に示すように試験片は直径 15 mm、長さ 4 m の鋼棒の単部に取り付けられ、反対側から高速で発射されるハンマーで引張り変形を受ける。この時、発生する変形荷重が弾性波となって鋼棒を伝わる。この弾性波をひずみゲージで計測して材料に発生する応力を測定する。

測定結果の例として、冷間圧延鋼板 SPC270D1.2 mm と

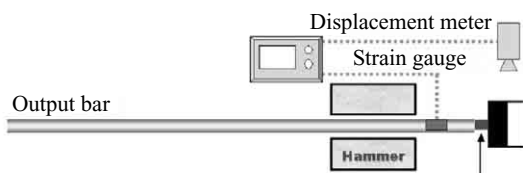


Fig. 1 Principal of One Bar type high speed tensile test machine



Photo 1 One Bar type high speed tensile test machine

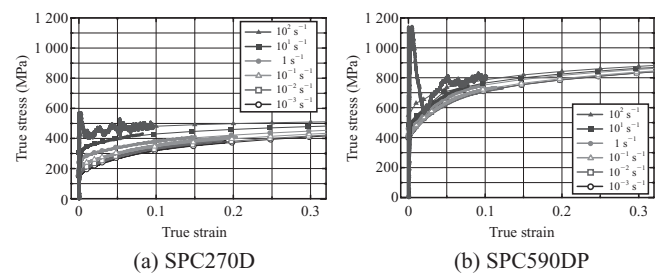


Fig. 2 Stress-strain curves under various strain rates

SPC590DP1.2 mm の応力とひずみの関係を Fig. 2 示す。ひずみ速度の増加とともに流動応力が増加していることが分かる。

この他にも、検力台式試験機、非共軸タイプホプキンソンバー試験機を整備し、必要に応じて試験法を選択し各種高強度鋼板のひずみ速度依存性データベースの整備に活用している。

2.2 大型高速変形試験機

自動車部品の高速変形挙動評価のために大型高速試験機 (Fig. 3) を導入した。変形速度 0.1 m/s~14 m/s、最大負荷ストローク 140 mm、最大負荷荷重 500 kN の能力を有している。本試験機は油圧により変形速度を制御する方式であり、部品変形中の速度をほぼ一定にコントロールすることが特徴となっている。また、変形量も 0~140 mm 間で任意に設定可能である。変形モードは試験治具を変更することで、軸圧壊変形と曲げ変形に対応している。

高速圧壊試験結果の例を Fig. 4 に示す。試験片は、SPC590DP, 1.2 mm でハット型断面 (80 mm × 60 mm),

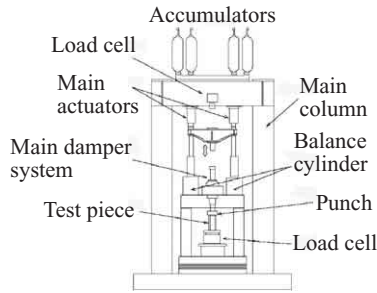


Fig. 3 Apparatus of dynamic testing machine

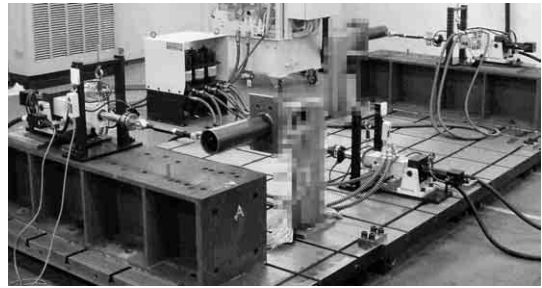


Photo 2 Multi-axial fatigue testing machine

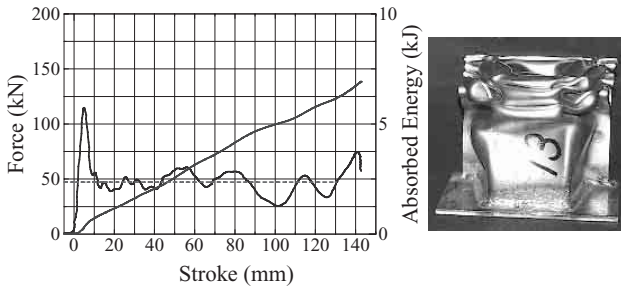


Fig. 4 Result of high speed crash test

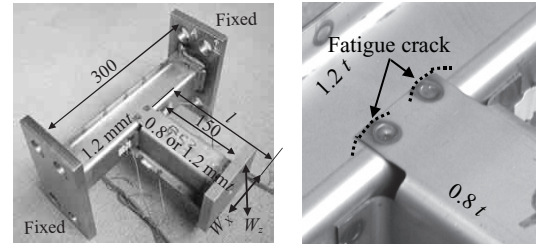


Photo 3 Result of fatigue test for T-joint specimens

長さ 200 mm のモデル部品を用いた。軸圧壊によりアコーディオン様式の変形モードが発生しており、これに対応した変形荷重が精度よく測定される。本装置を活用することで材料の高強度化が吸収エネルギーに及ぼす影響を把握し、部材軽量化検討に寄与している。

3. 自動車疲労寿命評価装置

3.1 大型多軸疲労試験機

車体の軽量化・高性能化において、疲労寿命も重要な評価項目である。JFE スチールでは、単板および継ぎ手ベースの疲労試験を行い、各種材料のデータベースを構築している。しかしながら、疲労寿命は部品の形状、負荷状態の影響が強いため、試験片レベルの試験データから実部品の性能を予測することは難しい。**Photo 2** は 2005 年に導入した多軸タイプの疲労試験機である。最大負荷荷重は 20 kN、最大変位は ±100 mm の能力を有する。実走行時に発生する負荷を再現するために、位相を制御した多軸入力が可能となっている。

Photo 3 は車体骨格のサイドシルとクロスメンバー部を模擬した T 字型モデルの疲労特性を評価した例である。車体垂直方向に負荷が発生した場合のスポット溶接部からの亀裂発生状況を示している。この試験装置を用いて、疲労

寿命向上のための部品構造、接合方法の検討を進めている。

さらに、この試験機は車体剛性を評価する設備としても使用できる。車体剛性を向上させる部位の選別、部材をハイテン化した際の車体剛性への影響を明らかにすることが可能となり、部品設計初期段階における材料選定・構造最適化を支援する EVI (Early Vendor Involvement) 活動の重要な評価設備として活用している。

4. まとめ

JFE スチールが、自動車の衝突特性を維持・向上させつつ軽量化を達成するための EVI 活動を積極的に行い、自動車メーカーでの車体開発期間の短縮と自動車用材料の拡販を行うために整備した各種評価試験装置の紹介を行った。今後はこのような先進設備の整備を充実させると同時に、自動車メーカーとの技術的会話を通じて自動車部品、車体の軽量化に役立てて行く予定である。

参考文献

- 1) Sato, K.; Yoshitake, A. SAE Technical Paper. no.2002-01-0641.
- 2) Sato, K.; Yoshitake, A. SAE Technical Paper. no.980382.
- 3) Shiozaki, T. SAE Technical Paper. 2006-01-0980.

〈問い合わせ先〉

JFE スチール スチール研究所 薄板加工技術研究部
TEL : 043-262-2063 FAX : 043-262-2031