

ヨーロッパ向け鉄道車両の衝突構造の開発

1. はじめに

(株)日立製作所は、イギリス・ロンドンとドーバー海峡トンネルを結ぶ海峡連絡線を走行する高速車両を受注した。これは、日本の車両メーカーとしてイギリスを含めたヨーロッパにおける初めての高速車両となる。この車両の開発に当たり課題となったのは、現地規格への対応である。とくに衝突安全性に対しては、ヨーロッパでは事故が起こった場合でも乗員・乗客の保護を考慮して規定されている。そのため、本案件の車両には、車体を積極的に変形させて衝突時のエネルギーを吸収する衝撃吸収構造を開発する必要があった。車両制御や信号システムにより事故を未然に防止する対応を基本としている日本も、衝突安全性に関する配慮が高まりつつある。本稿では、今回開発した衝撃吸収構造について報告する。

2. 編成車両の構成

図1に編成車両の構成を示す。編成車両〔図1(a)〕は、先頭車両〔図1(b)〕と中間車両〔図1(c)〕を組み合わせた6両編成が基本構成となる。各車両の端部には衝突時の衝撃を吸収して運転席や客室のダメージを低減させる衝撃吸収構造が配置されている。衝撃吸収構造は、編成車両の両端に位置する先頭部衝撃吸収構造〔図1(d)〕と各車両間の端部に位置する中間部衝撃吸収構造〔図1(e)〕から構成される。また、各衝撃吸収構造には、衝突時のエネルギーを吸収する主要部品であるエネルギー吸収材が配置されている。

3. 衝撃吸収構造の衝突特性

衝撃吸収構造の開発に当たり、衝突時の特性を予測・評価するために、試験と解析を実施した。図2に実物大の先頭部衝撃吸収構造の試験体をゆっくり潰す準静的圧潰試験と有限要素解析の結果を示す。図2(a)および(b)に示す衝撃吸収構造の圧潰状態は試験と解析でよく一致しており、エネルギー吸収材を配置した先端部で潰れ、運転席の生存空間は確保されている。また、図2(c)に示す圧潰量と圧潰荷重についても試験と解析で一致している。衝撃吸収構造のエネルギー吸収

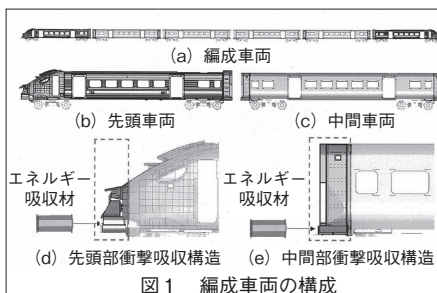


図1 編成車両の構成

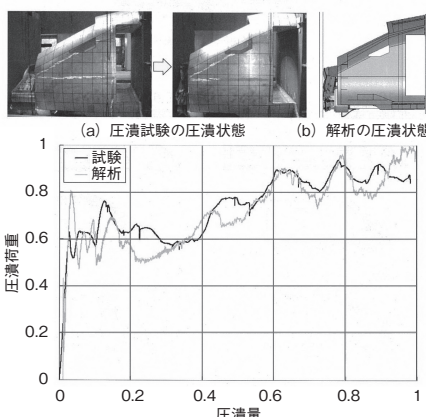
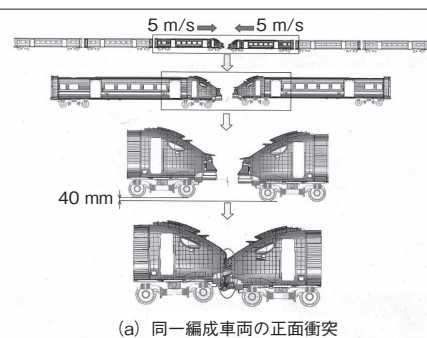


図2 衝撃吸収構造の圧潰試験と解析

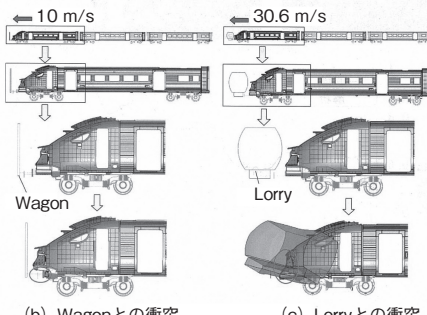
量は、図2に示すグラフの面積 (=「圧潰荷重×圧潰量」)に対応する。よって、圧潰荷重が高く、圧潰量が長ければ大きなエネルギーを吸収することができる。しかし、圧潰荷重が高すぎると運転席が先に潰れる可能性があり、また、圧潰量を大きくすると運転席の空間が確保できなくなる。よって、圧潰荷重と圧潰量には上限値があり、これらの制約条件のもとで最低限確保すべきエネルギー吸収量が得られるように構造を設計する必要がある。イギリスの鉄道全般にかかわる規格RGS (Railway Group Standards) では、圧潰荷重3000kN以下、および圧潰量1m以内と規定されており、本衝撃吸収構造の設計条件として採用した。

4. 編成車両の衝突安全性

3章に示す試験と解析の比較によって、モデル化の妥当性が保証された衝撃吸収構造を組み込んだ編成車両に対して衝突解析を実施し、衝突安全性を評価した。衝突条件は、ヨーロッパの各国間の相互乗り入れにかかわる基準 (Technical Specification for Interoperability: TSI) に規定されている3



(a) 同一編成車両の正面衝突



(b) Wagonとの衝突 (c) Lorryとの衝突

図3 編成車両の衝突解析

種類の衝突シナリオを採用した。一つ目の衝突条件である同一編成車両の正面衝突解析を図3(a)に示す。左右に編成車両を配置し、初速度5m/sで衝突させた。ここでは、左側の編成車両を右側の編成車両よりも上に40mm並行移動したオフセット条件も追加した。二つ目の衝突条件であるWagonとの正面衝突解析を図3(b)に示す。左側にWagon、右側に編成車両を配置し、編成車両を初速度10m/sでWagonに衝突させた。三つ目の衝突条件であるLorryとの衝突解析を図3(c)に示す。左側にLorry、右側に編成車両を配置し、編成車両を初速度30.6m/sでLorryに衝突させた。

3種類の衝突条件に対する解析結果より、車両は、車両端部の衝撃吸収構造で潰れており、運転席の生存空間は確保されていることがわかる。

5. おわりに

本開発車両は、2009年の運行に向けて、現地で走行試験を実施している。(原稿受付 2008年9月29日)

〔山口貴吏 (株)日立製作所〕