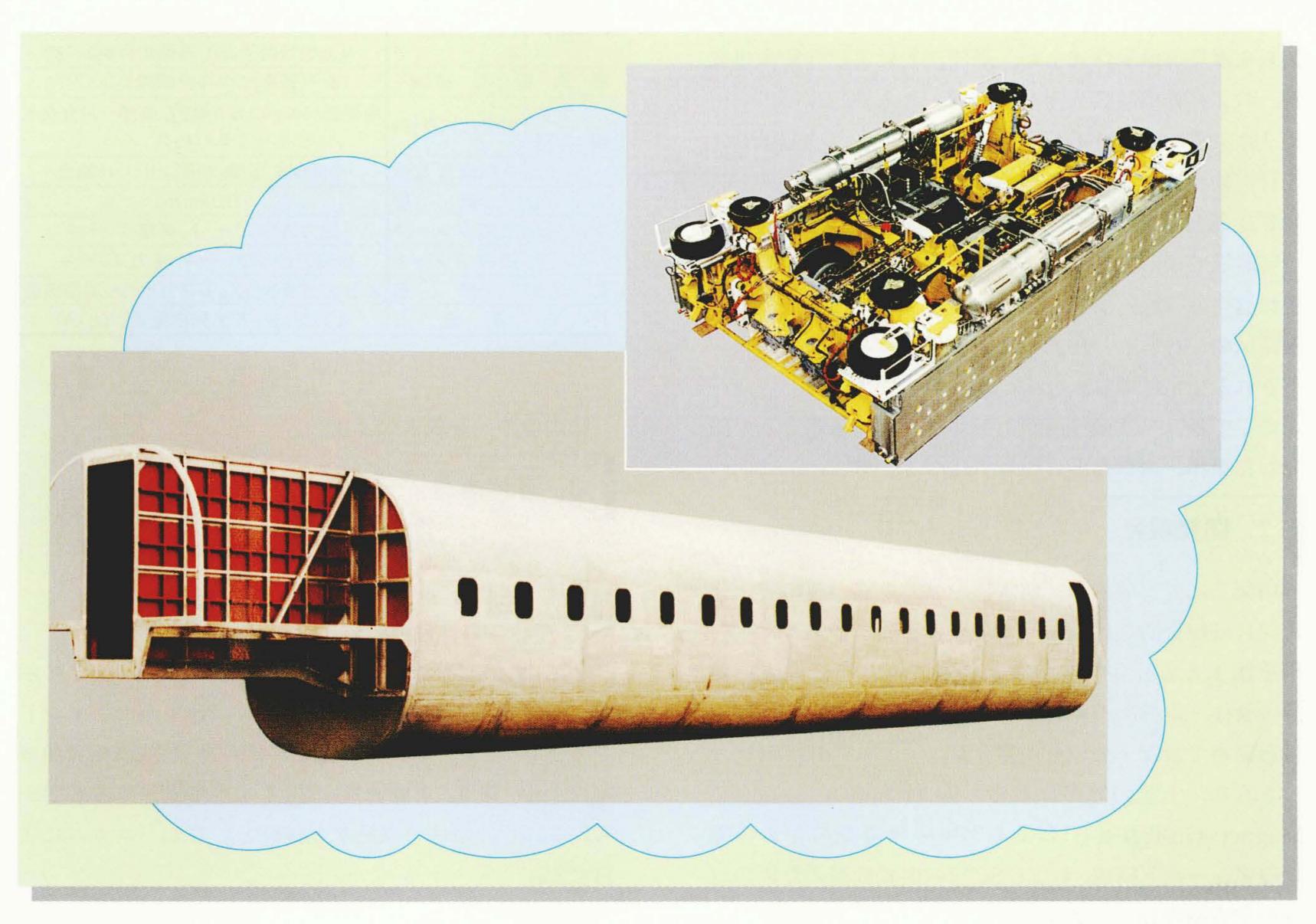
# 超電導磁気浮上式鉄道の超高速車両システム

Super High-Speed Vehicle System for Magnetically Levitated Railway

原 義雄\* Yoshio Hara 大場英資\* Hideshi Ôba 押田正男\* Masao Oshida 渡辺 誠\* Makoto Watanabe



## 山梨リニア実験線で走行する台車(右上)と車体

超電導磁石に関する支持剛性・強度・軽量化の要求にAIの溶接構造で対応した台車を山梨リニア実験線に納入した。試作構体は,高速車両に 必要な低騒音・高耐圧・高剛性を満足するAIハニカムパネル構成とした。

超電導磁気浮上式鉄道の山梨リニア実験線では,1997年の春から走行実験が予定されている。現在は第1編成用の車体と台車が納入され,編成調整試験が終了状況にあり,さらに,第2編成用の車体と台車の設計・製作が開始されている。

日立製作所は、宮崎実験線の試験車(ML-500, MLU001, MLU002など)の製作実績を基に、山梨リニア 実験線の第1編成用台車の納入を完了し、第2編成用台車と車体の設計・製作に参加している。 台車は車体やSCM(超電導磁石)の支持部であるため、 剛性・強度・軽量化が要求され、台車枠はAlの溶接構造 で要求を満足する構成とした。

さらに、車体は高速車両に必要な低騒音化、高耐圧化、および高剛性化とともに、客室磁界を低減するための磁気シールドの設置と軽量化が要求されている。そこで、構体では従来試作を実施していたAlハニカムパネルを主に構成することとし、磁気シールドでは磁界計算を行って軽量化を図るとともに最適設計を進めている。

# 1. はじめに

将来の超高速輸送交通機関として1962年から超電導磁気浮上式鉄道の開発が始まり、宮崎実験センターでのML-500の517 km/h走行、3両のMLU001の有人走行、および44人乗りのMLU002の開発成果を踏まえ、1990年から東海旅客鉄道株式会社、財団法人鉄道総合技術研究所、および鉄道建設公団のプロジェクトチームによる山梨リニア実験線の計画が開始された。現在、1997年春の走行実験開始に向けて各種の工事が進められており、試験では最大編成5両で550 km/hの走行を目指している。

実験線では、高速での走行安定性、空力的特性、高速 すれ違いの特性、高速でのトンネル突入時の特性などの 確認試験が行われ、1999年に実用化のめど立ての判断が 下される予定である。

ここでは、日立製作所が山梨リニア実験線用として開 発した車体、台車などについて述べる。

# 2. 開発項目

山梨リニア実験線は、超電導磁気浮上式鉄道の実用化 に向けて総合的な評価を行う最後の実験線である。この 事を踏まえて日立製作所は、車体については過去の設 計・製作・走行実績結果を考慮して、図1に示す開発項 目を定めて設計・製作を実施した。

さらに、上記内容のほかに、SCM (Superconducting Magnet:超電導磁石)による客室磁界低減のための軽量磁気シールド構成、およびSCMの振動低減のための台車の左右剛性向上も開発項目に加えた。

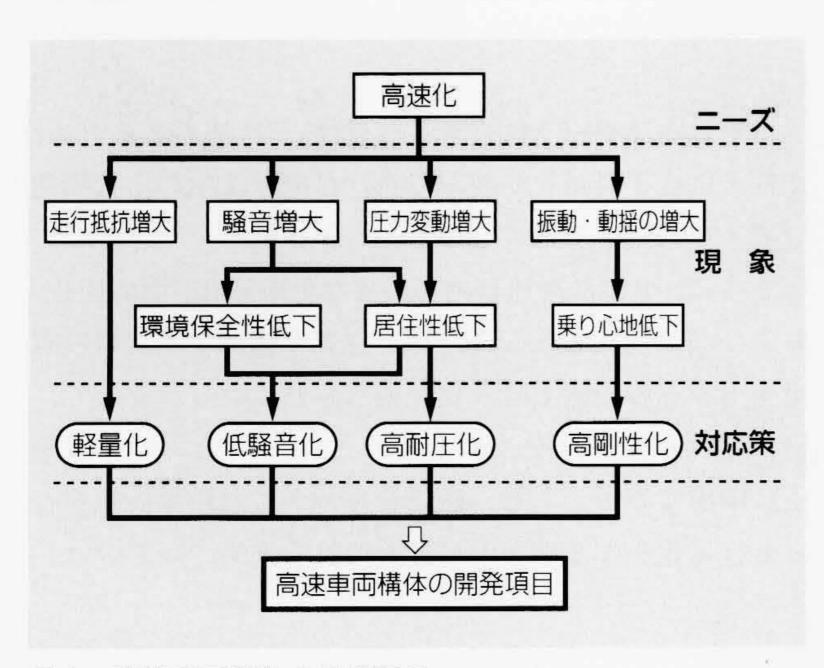


図1 高速車両構体の開発項目 高速化する車両に要求される項目を示す。

表1 車両の諸元

山梨リニア実験線に納入する台車と車体の諸元を示す。

	項	E	1	内容
定			員	64人
積	車	質	量(t)	20.0
		長	さ	21,600
19983000	大寸法	幅		車体部2,900,台車部3,220
(1	mm)	高	さ	浮上走行時3,280,車輪走行時3,320
車	両	断 面	積(m²)	8.9(列車トンネル断面積比0.12)
構	体	構造お	よび材料	中間部一AIハニカム構造,端部一AI合金セミモノコック
		主な接	合方法	中間部:溶接,端部:リベット結合
試	験	速	度	550 km/h
ブレ	ノーキ	電気フ	ブレーキ	電力回生ブレーキ,発電ブレーキ
方	式	機械フ	ブレーキ	車輪ディスクブレーキ,空力ブレーキ,
台	車	構	造	非弾性支持ボルスタレス台車のAI溶接構造
超	電	導	磁 石	4 極, 片側·左右同極配置(700 kA)

車両の諸元を表1に示す。

# 3. 車体構造

2章で述べた開発項目を考慮した設計および試作について以下に述べる。

#### 3.1 AIハニカム材料の採用

高速車両の比耐圧・比剛性一速度グラフを図2に示す。同図からわかるように、従来の高速車両のトレンドも考慮して、地上での走行体として必要な定数(相当曲げ剛性、耐圧強度、車両質量など)をすべて満足する必要から、これらの条件を満足する材料としてAlハニカムに注目した。

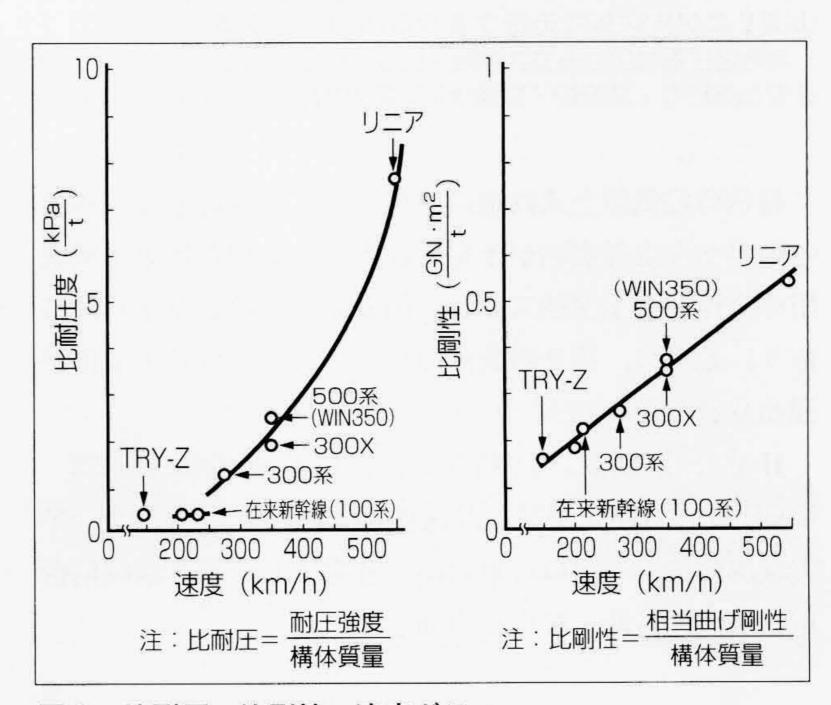


図 2 比耐圧・比剛性―速度グラフ

リニア車両では、比耐圧および比剛性が非常に厳しい条件下にある。

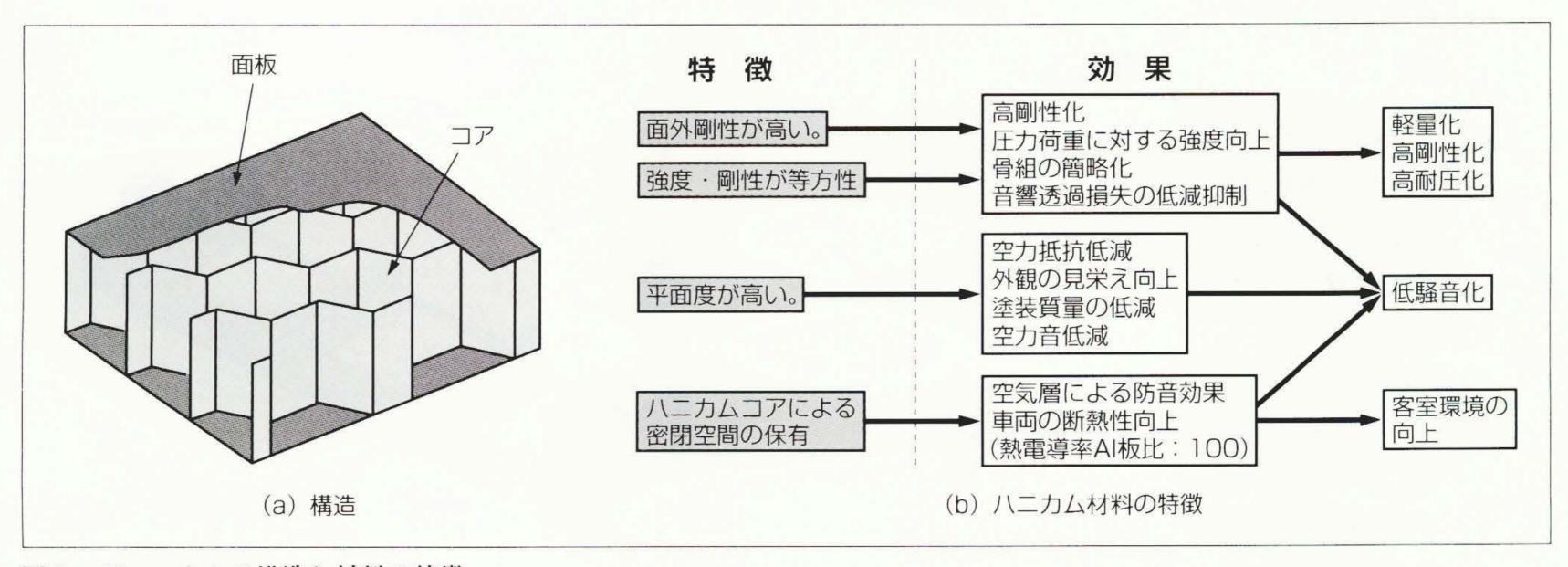


図3 AIハニカムの構造と材料の特徴 AIハニカムパネルの構造と材料の特徴を示す。

Alハニカムの構造と材料の特徴を図3示す。

2章で述べた高速車両のニーズに対する開発項目は, 図3に示した構造と材料の特徴と合致する。そのため、 今回の山梨リニア実験線の構体には新材料のAlハニカ ムを採用することとした。

#### 3.2 AIハニカム構体の妥当性の確認

Alハニカムの部分試作構体を製作し、開発項目を満足 するかどうかを確認した。開発項目についての目標値と 試験結果を表2に示す。

高耐圧化での試作構体の計算解析値と試験応力がよく 一致することを確認した。なお低騒音化については、今 回は試作構体であるため、実車での走行確認とすること とした。軽量化については、構体だけではなくトータル の軽量化を目指しているため、実車の設計時に把握する こととした。

#### 3.3 山梨リニア実験線向けの車体設計

日立製作所は、山梨リニア実験線の第2編成の設計・ 製作の検討を進めている。基本的には、第1編成車両の 考え方を踏襲することを前提で進めることにしている。 なお、以下では設計時での重要項目について述べる。

#### . 3.3.1 磁気シールド

客室でのSCMの磁界を低減させる磁気シールドにつ

#### 表 2 開発項目についての目標値と試験結果

試験結果は目標値をクリアしている。

開発項目	試験結果(部分試作構体)	目 標 値
高剛性化	1.4 GNm <sup>2</sup> (計算值)	1.4 GNm <sup>2</sup>
高耐圧化	耐圧疲労試験で10 <sup>5</sup> 回 (II~-I7 kPa)を満足した。	○耐圧強度   13~-20 kPa ○耐圧疲労強度   11~-17 kPa(10 <sup>5</sup> 回)

いては、磁界計算を行うことによって許容磁界値を満足 させながら、軽量化も同時に図ることができる。計算例 を図4に示す。

# 3.3.2 空力ブレーキ

非常ブレーキである空力ブレーキを取り付けるため, 空力ブレーキ力をスムーズに荷重伝達でき, かつ軽量な 構体をA1の板と骨で構成した。

## 4. 台車構造

#### 4.1 台車枠

下記の点に留意して台車枠を設計、製作した。

- (1) 強度上で問題となる溶接部を極力少なくするため
- に、A1の形材や機械による削り出しを採用した。
- (2) 2章で述べた左右の剛性向上のため、荷重伝達が部

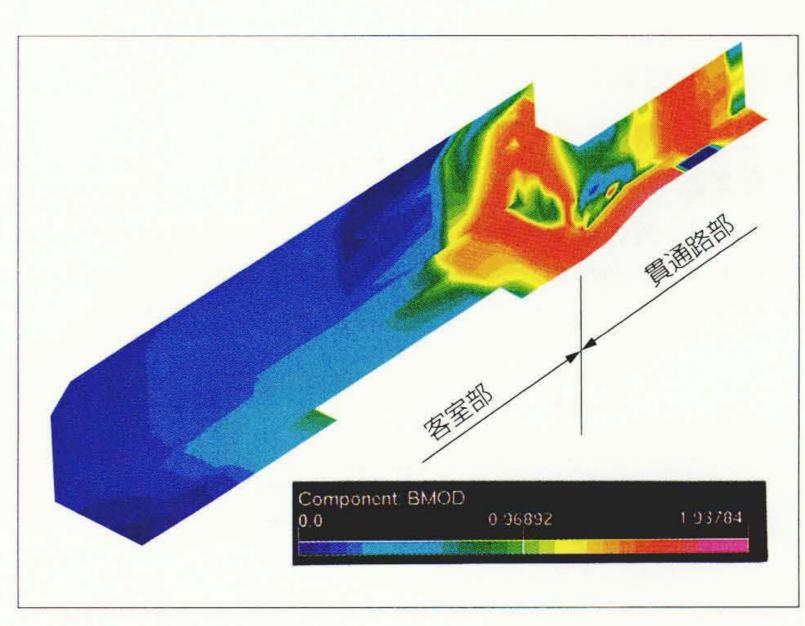


図 4 磁気シールドの磁束分布

磁気シールドの磁束分布で客室端部に飽和に近い磁束を流すこ とにより、客室内での許容磁界を守りつつ軽量化を図っている。

材の軸力で伝達できるように、側ばりと横ばりの配置を 考慮した。

(3) 疲労強度については繰返し荷重として,走行中の振動荷重や車輪から浮上の切換を考慮した。累積損傷則の考え方で,営業線10年間の耐久設計とした。

強度計算の一例として車輪走行時の応力全体解析結果 を図5に示す。

# 4.2 台 車

台車はボルスタレス構造とし、台車の4隅端部に空気 ばねと上下・左右のオイルダンパ、および左右力を押さ えるための回転可能な左右ストッパ装置を設けている。 空気ばねのばね定数は、乗り心地や左右変位を考慮した ものとし、先頭車用と中間車では定数が異なったものに している。

また、推力とブレーキ力を車体に伝達するため、台車 端の中央部にアンカー装置を1か所設けた。

電磁力の小さい低速時に車両を支持,案内するため, ゴムタイヤの付いた補助支持・案内装置を台車の4隅に 設けている。補助支持装置には異常対応用や停留用のブ レーキとしてのディスクブレーキを設け,油圧システム によって浮上時にタイヤを完全に格納できる構造として いる。

補助支持車輪がパンクするなど異常時の対策として、 車両を支持する金属製の緊急着地輪を設けている。

SCMや冷却システムは1冷凍機4超電導コイルを1組として,台車の側ばり左右にボルト接合で取り付けた。台車の外観を53ページの図に示す。

# 5. おわりに

ここでは,超電導磁気浮上式鉄道における日立製作所 が開発した車体,台車について述べた。

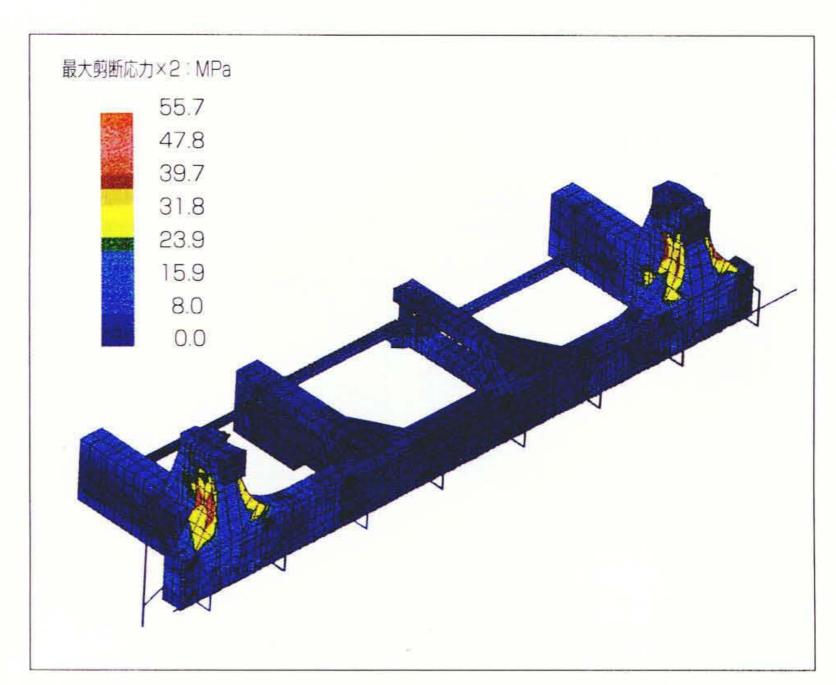


図 5 車輪走行時の応力解析( っモデル)

車輪走行時では4隅に高い応力が発生しているが,静的な疲労強度を満足している。

山梨リニア実験線用車両は、従来の宮崎実験線での走行 実験や技術課題での開発成果を踏まえて開発され、営業線 に向けての最後の走行実験を実施する実験車である。

車体の開発にあたっては、高速走行に適したAIハニカムパネルを用いた車体構体や磁気シールドの軽量化への対応、台車についてはSCMの振動低減を図る台車枠構成などを盛り込んでいる。

今後は、最高速度550 km/hでの乗り心地・空力・電磁力・騒音などの各特性を把握し、耐久性・信頼性・安全性などの浮上式鉄道としてのトータルシステム確立を支援していく考えである。

終わりに、この台車・試作構体の設計・製作にあたっては(車体は設計中)、東海旅客鉄道株式会社、財団法人 鉄道総合技術研究所の関係各位から多大なご指導をいた だいた。ここに、深謝の意を表す次第である。

# 参考文献

- 1) 高尾,外:超電導磁気浮上式鉄道山梨実験線(山梨リニア実験線)MLX01形車両,車両技術,209号(1996-2)
- 2) 日立製作所における新しい車両構体の開発,電気車の科学, Vol. 46(1993-6)