

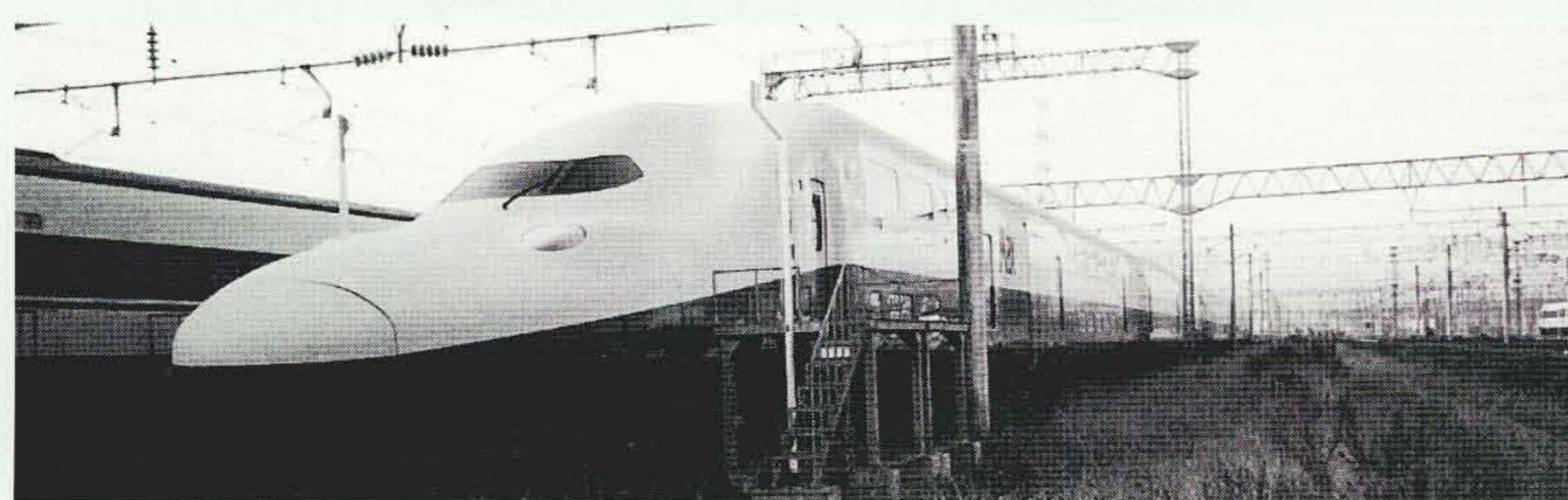
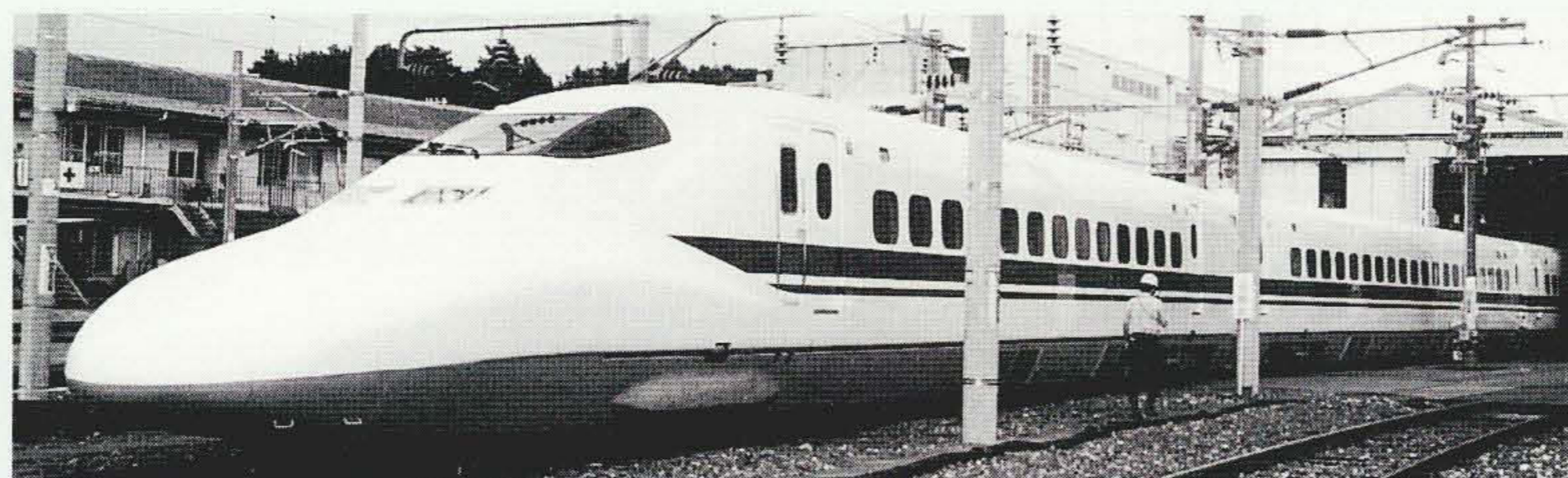
最近の鉄道車両技術

New Technologies for Railway Trains

松本雅一 Masakazu Matsumoto
正井健太郎 Kentarô Masai

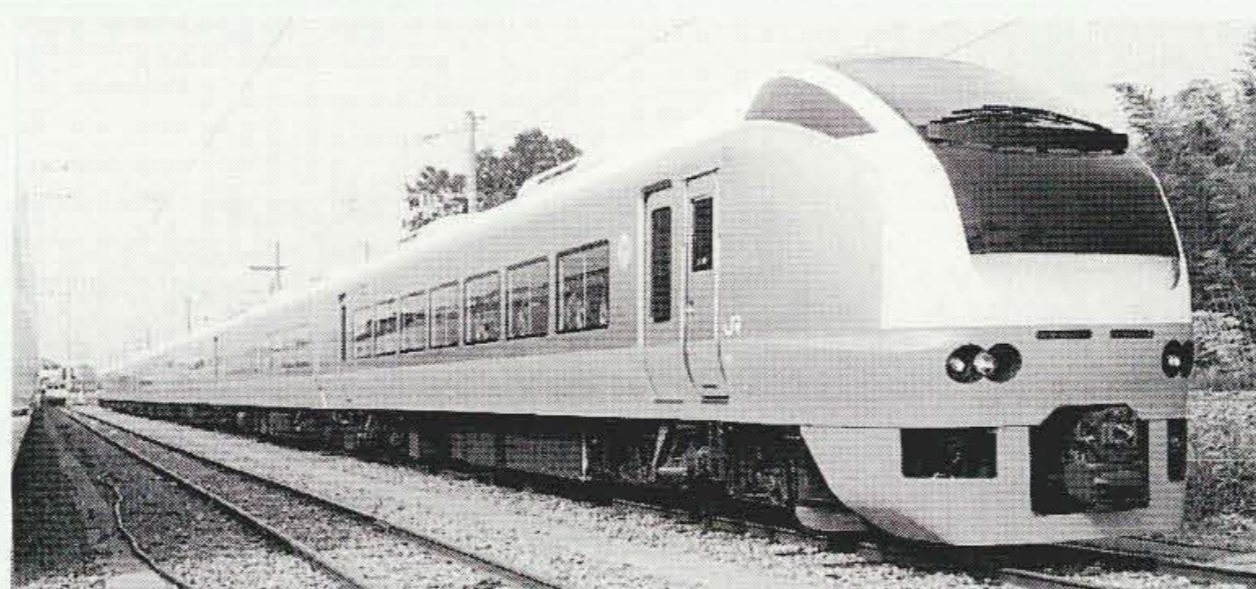
和嶋武典 Takenori Wajima

(a) 700系新幹線車両



(b) E4系新幹線車両

(c) E653系特急電車



最近の新幹線用車両と特急電車

現在試験走行中の700系新幹線量産走行試作車両(a)、1997年12月から営業運転しているE4系新幹線車両(b)、および1997年10月に営業投入されたE653系特急電車(c)を示す。

JR各社はそれぞれのニーズに対応した新型車両の開発を進めている。その基本的なコンセプトは、コストパフォーマンスの追求である。新幹線電車の速度面では、500系「のぞみ」の営業運転最高速度300 km/hによって当面の目標は達成し、一方、これまでに得られた知見を基に、接客性・環境性・信頼性などの質的向上に重点を置いた車両の開発に注力している。在来特急電車でも、高品位な質感を持つ、車体・内装の工法をくふうしている。

上述の例として、東海旅客鉄道株式会社と西日本旅客鉄道株式会社が共同開発した700系新幹線電車、東日本旅客鉄道株式会社が開発したE4系新幹線電車、また、在来特急電車では、東日本旅客鉄道株式会社のE653系にそれぞれ適用している最近の鉄道車両技術を紹介する。

1 はじめに

700系新幹線電車は、東海道・山陽新幹線の300系新幹線電車の後継モデルとして1999年春から営業運転に入る予定である。300系の運用を通じて得られた知見を集大成し、台車と空力特性の改善による乗り心地の向上、主回路機器へのIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)素子採用、低騒音・低振動構体構造の採用による車内騒音の低減、先頭形状の改良などによる車外騒音の低減、トンネル微気圧波の低減、さらには夏季の

著しい車外温度上昇にも対応できる空調による室内快適性の向上を実現している。

E4系新幹線電車は“Max(マックス)”の愛称で親しまれているオール2階建新幹線E1系の後継モデルであり、ボデーを鋼製からアルミ合金製に変更して軽量化を図ったほか、ロングノーズの先頭形状とすることによって微気圧波の低減を図り、車外騒音抑制の改善を施している。東北新幹線の各車種と併結が可能な分割・併合装置を備えており、E4系どうしを併結した場合の16両当たりの定員は1,634人と高速車両では世界一(1999年2月現在)

であるほか、各車両に車内販売用のワゴンまたは車いす用の昇降装置(8号車)を設置したことも初めてである。

E653系特急電車は、常磐線特急電車485系「ひたち」の老朽化に伴う置き換え用車両として開発され、東日本旅客鉄道株式会社の今後の標準特急車両を目指したものである。エクステリアデザインは、編成ごとに沿線の自然や観光名所をテーマにしたカラーリングとシンボルマークを持った特色のあるものとしている。車体構造では、すべてダブルスキン(アルミ中空押出型材)で構成していることと、この型材のカーテンレール状の溝を利用した内装部品の取付方法が特徴である。

ここでは、上記の車両の概要と特徴について述べる。

2 ダブルスキン車体, モジュール式内装方法

2.1 車体構造

700系・E653系の車体構造は、精度の向上や遮音性能の向上などを目的として、ダブルスキンを採用している。特に車体の高精度化は、モジュール式内装への対応を可能とし、車両の高品質化に寄与するものである。このダブルスキンは、質量、強度および歩留りを考慮して、面板やトラスの板厚、トラスピッチが最適になるように設計している。ダブルスキンの適用により、従来のリブ付き大型押出型材(以下、「シングルスキン」と言う。)による「外板+骨部材」の構成に比べて部品点数と溶接量が低減でき、型材自体が高い剛性を持つことから、溶接ひずみも小さく抑えることができる。700系では、一部シングルスキン構造の部分があるが、質量や部品取付けなどトータルで適切な部材配置とすることにより、300系以上の強度を実現している。700系の車体構造を図1に示す。

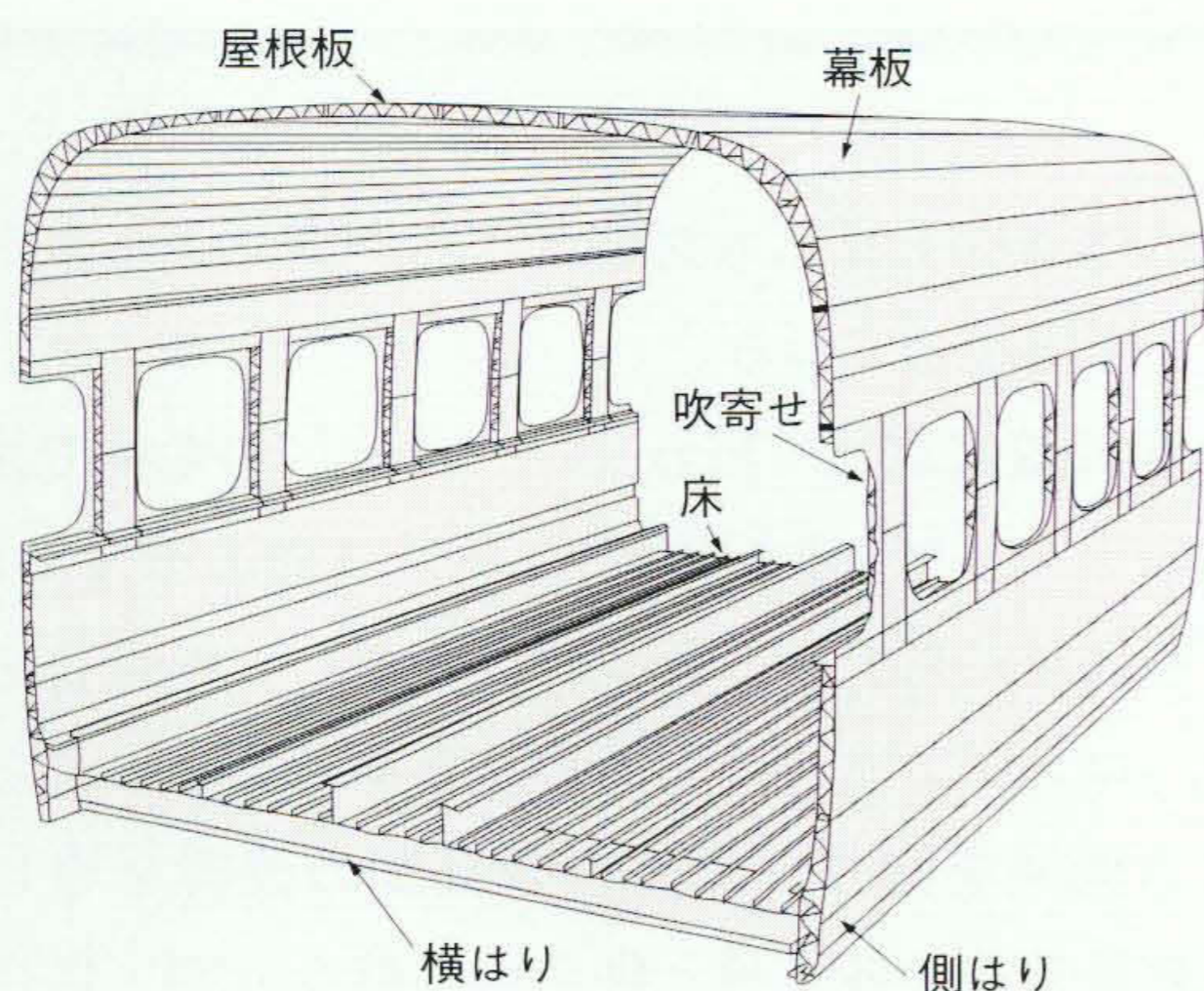
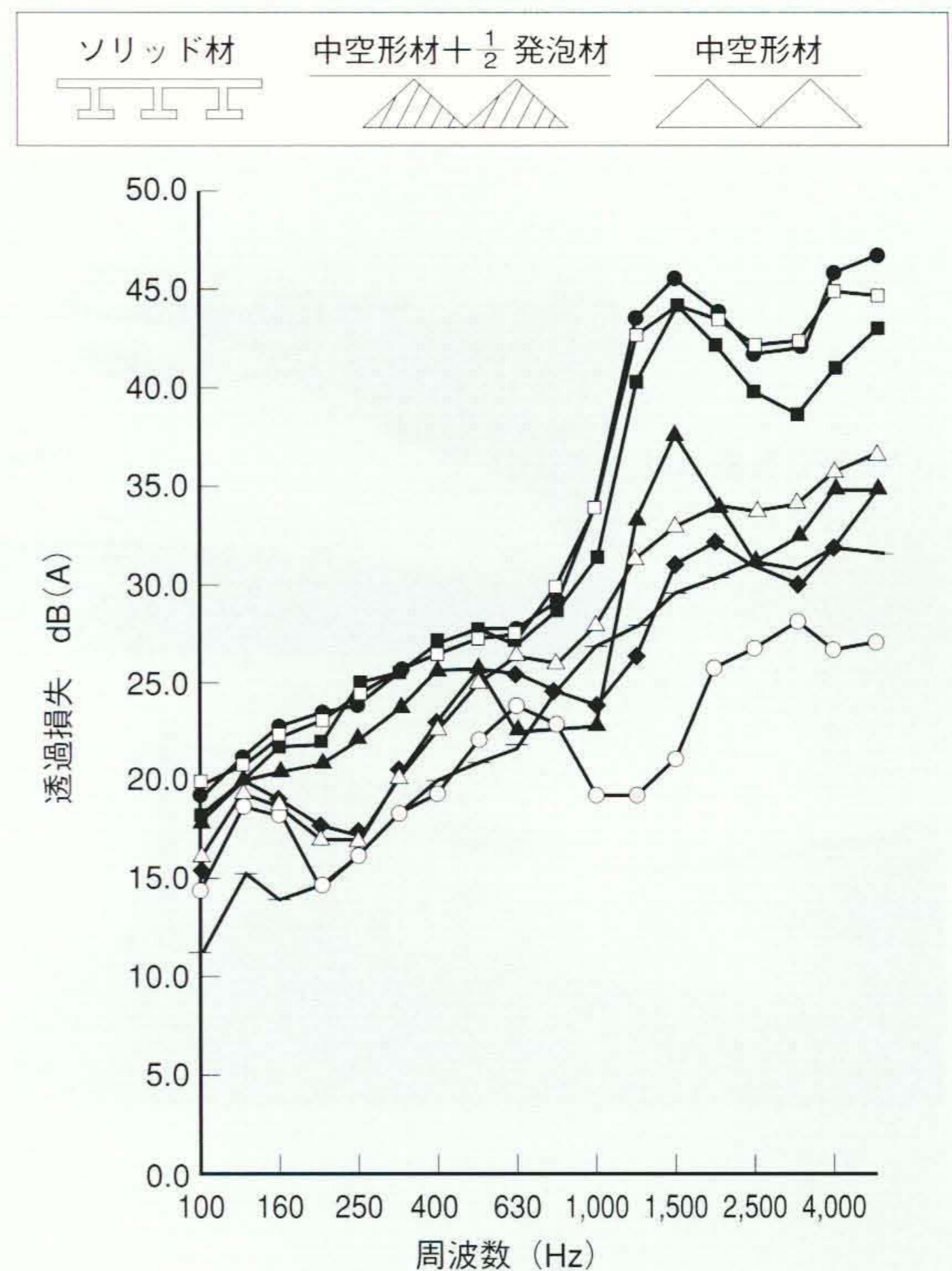


図1 700系の車体構造

700系では、屋根と側にダブルスキンを使用した。



- 注：○ [300系ソリッド材(15.3 kg)]
 ◆ [300系ソリッド材+ダンシェーブ(17.3 kg)]
 ▲ [300系ソリッド材+オロテックス(16.7 kg)]
 ▲ [50mm中空型材(21.0 kg)]
 □ [50mm中空型材+ダンシェーブ(27.2 kg)]
 ● [50mm中空型材+全発泡材(25.6 kg)]
 ■ [50mm中空型材+1/2発泡材(23.1 kg)]
 — [30mmハニカム(9.4 kg)]

図2 音響透過損失要素試験の結果

部材と制振材の組合せによる音響透過損失の違いを試験で確認した。

2.2 低騒音・低振動化技術

ダブルスキン自体は面密度が大きく、音響透過損失に優れている。700系ではさらに制振材を併用することにより、効果を向上させている。まず、屋根・側については、ダブルスキンのトラス内部に発泡形制振材を充てんすることにより、騒音・振動の伝搬を抑制している。制振材の充てん量は、図2に示す要素試験結果に基づいて、車体質量との兼ね合いから、車内側に底辺が広がるトラス部に充てんする50%充てんとした。床については、台車上部の気密床に制振材を施工し、さらに上床を弾性支持することにより、台車からの振動と騒音伝達を低減している。

2.3 モジュール式内装方法

E653系は車体の全断面がダブルスキンで構成しており、このダブルスキンと一体になったカーテンレール状

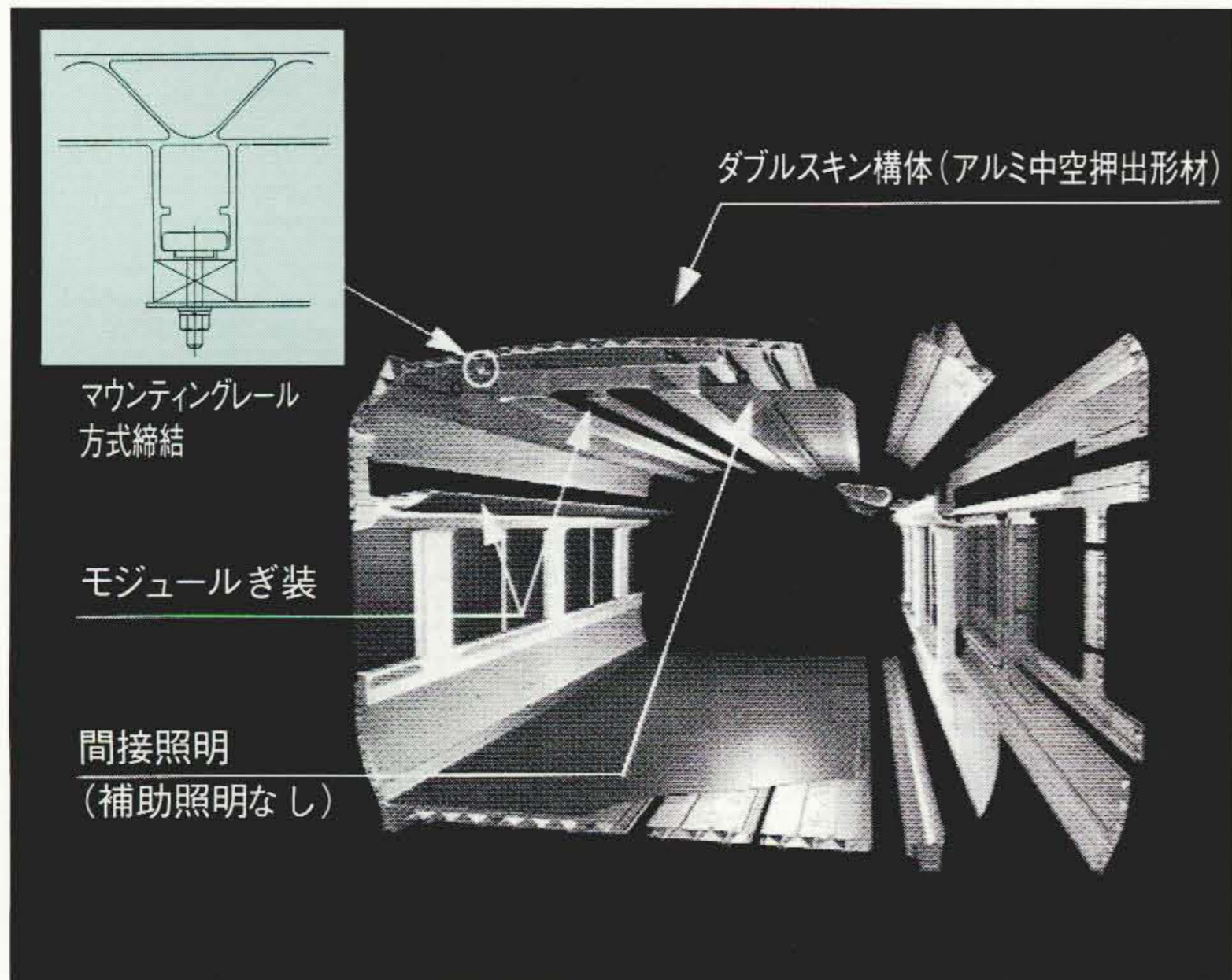


図3 E653系の車体構造

全断面ダブルスキンの車体と、型材の溝を利用した内装部品の締結方法を示す。

の溝に、機器や内装部品などを取り付けるためのねじ座を設けることができる。あらかじめ小ブロックに分けてアウトワークした内装部品をこのねじ座に取り付けることにより、均質化された内装を可能にしている。これは、ダブルスキン車体のひずみが小さく、カーテンレール間の寸法精度が確保できるために可能な内装工法である。この工法によるとコストパフォーマンスの高い車両の提供ができるとともに、リニューアルも容易に行えるというメリットがある。客室内の風道や荷物棚、腰掛けなどをこの工法で取り付けている。E653系の車体構造を図3に示す。

3 車外騒音の低減

新幹線電車では、車外騒音低減の最も重要なファクターの一つが集電系である。集電系はパンタグラフとがいしカバーから成っており、700系では、低騒音に対して効果のあるシングルアーム形のパンタグラフを採用した。がいしカバーは、500系で効果の確認されているものを基に形状の見直しを行い、700系用に適したものとした。具体的には、300系では2両にまたがって取り付けていたものを1両集中とし、風の流れが側面と上面でスムーズになり、かつカバー自体から発生する騒音および微気圧波が小さくなるように、風洞試験、現車試験の結果を基に検討を行ってきた。集電部の外観を図4に示す。

4 新空調システム

700系の空調システムは、外気温が40℃の猛暑時でも車内を快適な温度に維持できるように、300系のシステ

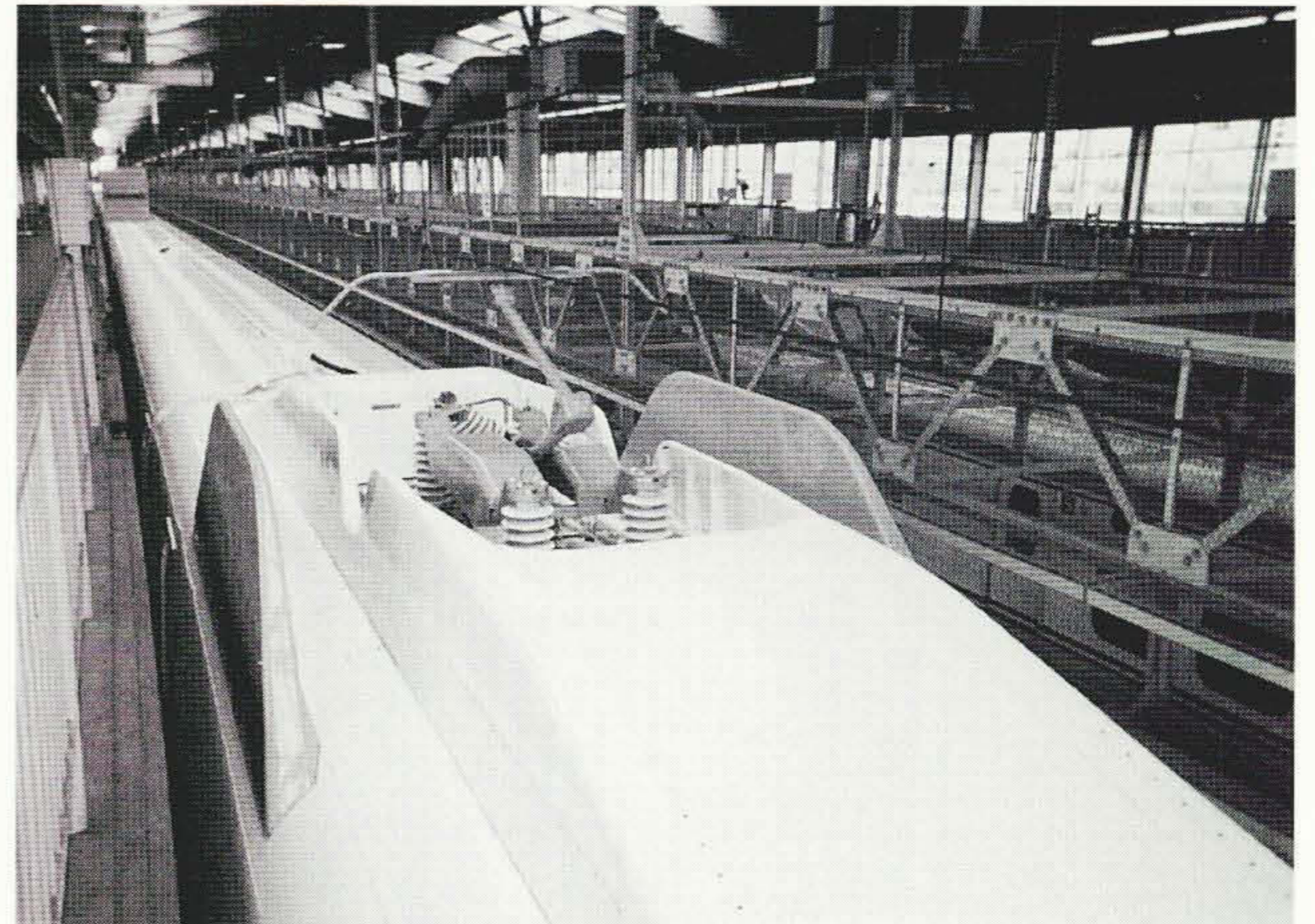


図4 パンタグラフとがいしカバー

1両に集中配置したがいしカバーが車外騒音の低減に寄与している。

ムに対して熱交換をいっそう有効に行うことにより、冷房能力の向上を図った、調和空気を2段階の冷却で作出すシステムである。外気温が高いときには、換気のために車外から取り込む空気の温度が高くなるが、熱交換では空気温度が高いほど交換効率が良くなることを利用して、まず1段目の冷却でこの熱を除去し、さらに車内の循環空気と混合した空気の熱を2段目の熱交換器で除去する。このシステムにより、装置の小型化と省エネルギー

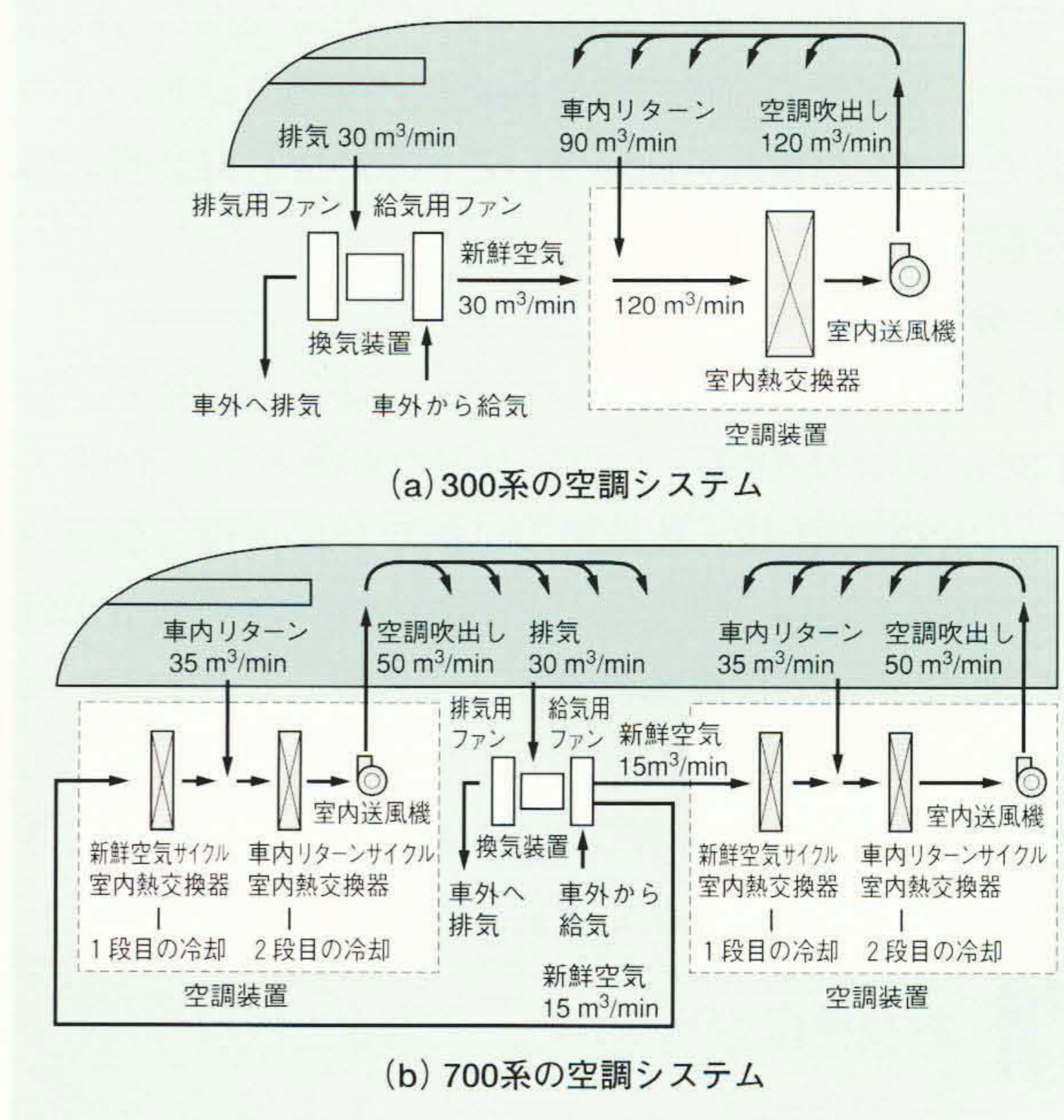


図5 300系と700系の空調システムの比較

猛暑時の外気を専用の熱交換器で冷却する、高効率冷凍サイクルを採用している。

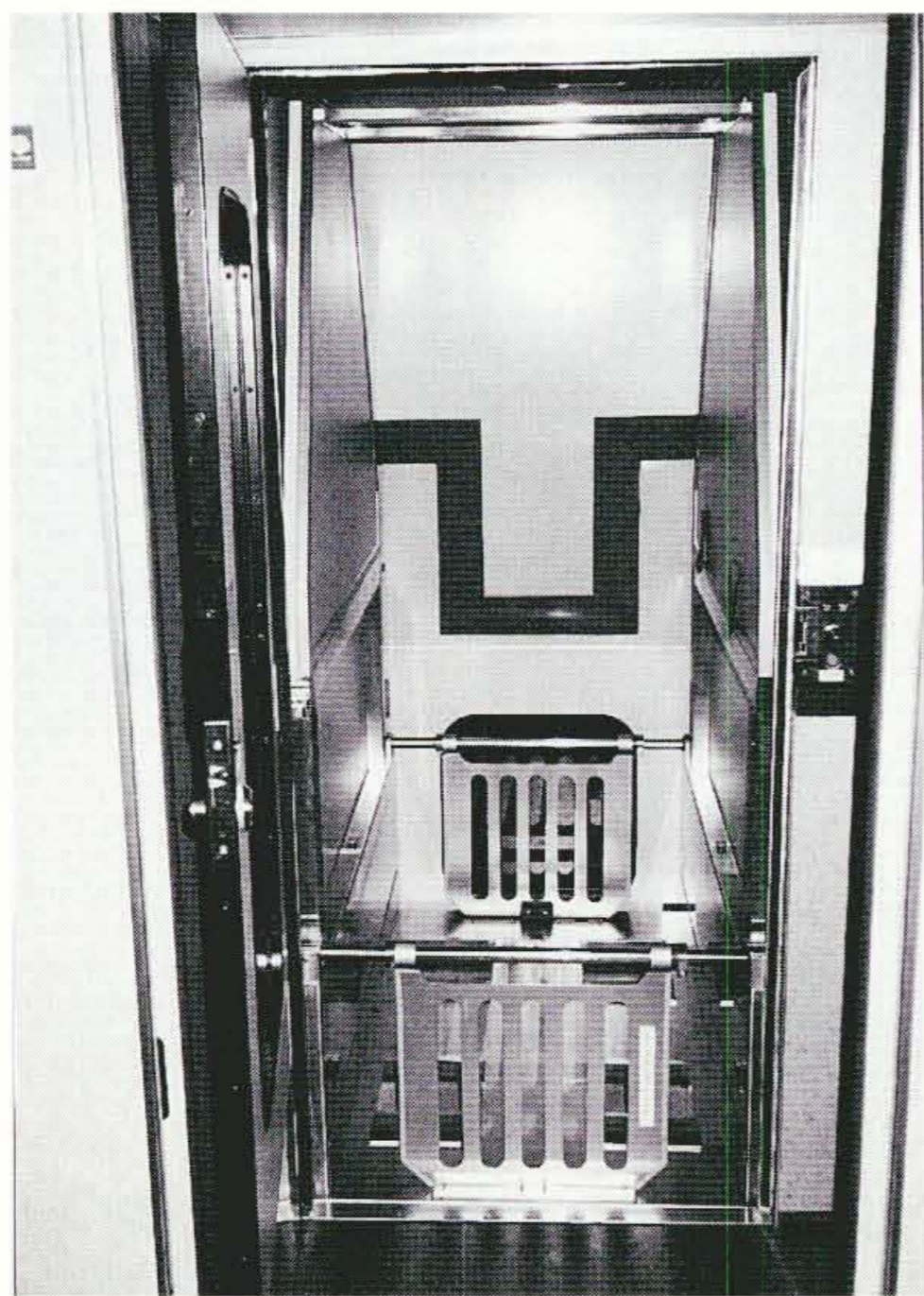


図6 車いす昇降装置

車いす利用者を2階席へ移す昇降装置を示す。車内販売用ワゴンの昇降の役割も兼ねている。

が実現できた。2段冷却システムの概要を図5に示す。

5 多機能化

5.1 車いす，ワゴン昇降装置

E4系は全車2階建車両であるため、8号車東京方には車いす対応の昇降装置を設けており、ワゴンの昇降装置も兼ねている。また、車内販売用ワゴンの昇降装置を各デッキ部に1台ずつ設置した(1号車では盛岡方のみ、8号車にはなし)。ワゴン昇降装置、車いす昇降装置とも内部のテーブル部分の前後に安全棒を設けており、車いすのずれやワゴンの倒れを防いでいる。車いす昇降装置の外観を図6に示す。

5.2 分割・併合装置

E4系では、輸送量の調整のため、E4系・E2系の一部とE3系、および400系との併結運転を可能とし、200系・E1系・E2系と救援・被救援が可能な分割・併合装置を設けている。E4系どうしの併結時の分割・併合装置の外観を図7に示す。併合動作では、赤外線レーザーを用いた距離検知装置で両車間の距離を自動的に測定し、運転士はその距離をモニタ画面で確認しながら速度を調整できるので、スムーズな連結が可能である。

6 おわりに

ここでは、日立製作所が設計にかかわった最近の新幹線電車と在来特急電車に適用している、高品質化、リサイクル性向上、快適性向上、多機能化などに関連する技



図7 分割・併合装置

輸送量調整のため、E4系やE2系などと併結が可能な分割・併合装置を設けている。

術の概要について述べた。

鉄道車両は今後さらに高機能、ライフサイクルコスト低減の道を進むものと予想され、信頼性を確保しながらこれらの課題をクリアしていくことが求められる。日立製作所は、メーカーとして今後もたゆまない研さんを続け、先行開発によるニーズの創出、実現を図る考えである。

終わりに、各種の開発にあたっては、JR各社をはじめ関係各位から多大なご指導をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 伊藤，外：JR東海・JR西日本700系新幹線電車(量産先行試作車)の概要，車両技術，215(1998-2)
- 2) 長谷川：JR東日本E653系特急形交直流電車，車両技術，215(1998-2)

執筆者紹介



松本 雅一

1981年日立製作所入社，笠戸工場 車両設計部 所属
現在，新幹線電車の設計に従事
日本機械学会会員
E-mail: masakazu-matsumoto@kasado.hitachi.co.jp



正井健太郎

1982年日立製作所入社，笠戸工場 車両設計部 所属
現在，新幹線電車，在来線電車の設計に従事
日本機械学会会員
E-mail: masai@kasado.hitachi.co.jp



和嶋 武典

1980年日立製作所入社，交通事業部 車両システム部 所属
現在，JR納め車両のシステム取りまとめに従事
電気学会会員