

新幹線電車車体切断設備

Dismembering Equipment for Disused Shinkansen Train

新幹線は、開業以来既に13年を経過し、電車各部の老朽化が見られるようになり、逐次新車に置き換えられようとしている。このために生ずる廃車を、効率的かつ合理的にクリーンスクラップ化する設備が要求され、このほど日本国有鉄道浜松工場に、新幹線電車車体切断設備が設置された。

この設備は稼動開始後1年を経過し、既に約140両の解体を終わり、所定の機能を発揮している。以下、解体方法の選択経緯や解体諸元の把握のための事前確認試験、及び設備の概要などについて述べる。

石井一淑* *Ishii Kazuyoshi*
水野重美** *Mizuno Shigemi*
鍋島康夫*** *Nabeshima Yasuo*
古宿英輝*** *Furuyado Hideki*
柿沼武博**** *Kakinuma Takehiro*

1 緒 言

新幹線も、昭和39年10月開業以来既に13年を経過し、初期に製作された電車は、500万km以上走行している。このため、車体をはじめ各部に老朽化の傾向が見られるようになり、安全やサービスの確保、車体保守の経済性からみて、逐次新車に置き換える必要が生じてきた。当面、開業時に使用した1次、2次車360両を昭和51年度から廃車とすることが決定され、日本国有鉄道浜松工場で処理することになり、廃車解体設備計画の検討が開始された。

廃車の解体は、能率的かつ周辺環境を損うことなく行なわなければならない。このため、従来在来線車両で実施されている酸素-アセチレンガスによる手作業解体では、新幹線車両の場合多くの問題があるので車両の特殊性やクリーンスクラップ化などを考慮し、超硬チップソー方式を採用することとした。

以下、本設備に至るまでの検討経緯、及び設備概要について紹介する。

2 解体方法

2.1 解体方法の選択

従来実施してきた在来線車両の廃車解体は、全くの手作業であり、酸素-アセチレンガス切断で細断し、資源別分類の上、クリーンスクラップとしていた。この場合でも、塗料や木片類など可燃物が燃焼し、公害対策上多くの問題があるのが現状である。

新幹線電車の場合、軽量化、防音、断熱及び気密保持構造とするため、軽合金や高分子材料を多く用いているので、新しい観点から見直しをする必要が生じた。

更に、車両は極めて粗大であって、在来線車両のようにクリーンスクラップ化するためには、多くの作業面積を必要とし、用地確保が不可能であるとともに、自動車などの廃車方法であるプレスする方法では膨大な投資の割に稼働率の低いものとなるため得策でない。したがって、本設備では、車体切断処理が一般的に可能である中割(3,500mm×2,000mm)程度までとし、以後は専門の会社に任せることとした。

中割切断したものは、プレスしてしまうと、鋼板、アルミ、電線、断熱材などが圧縮ブロック化され、専門処理会社での選別分離が困難となるため、プレスせずに切断する方式を採用することとした。

車体を中割程度まで切断する方法として、次に述べる方法がある。

- (1) 酸素-アセチレンガス切断法
- (2) プラズマアーク切断法
- (3) 高速砥石切断法
- (4) メタルソー切断法

(1)、(2)については、車体の自動切断が難しく、機械化ができないばかりでなく、切断熱や火花によって防音材や塗料が燃焼し、有毒ガスを発生する欠点がある。(3)の高速切断は、砥石の損耗がはなはだしく、摩滅砥石の粉塵が環境条件を悪くし、かつ砥石径の変化に追随する機構が難しいなど、機械化が困難である。

以上の結果、自動切断など機械化が可能で、かつ環境条件を損なわない、メタルソー方式を採用することとした。

2.2 確認試験

メタルソー方式で切断するに際し、カッタの形状、切断諸元、駆動パワー、切断補助装置、騒音、粉塵など、不明の点を解明するために試作機を製作し、テストピース、新幹線試験車で試験を行なった。これを表1に示す。

これらの試験結果を踏まえ、なおかつ車体仕様の違いなどを考慮し、設備としては自由度のある設計とした。

図1に大割切断での代表的な車体外板構体断面図と、中割切断での代表的な床構体断面図を示す。

3 解体設備

3.1 解体処理システム

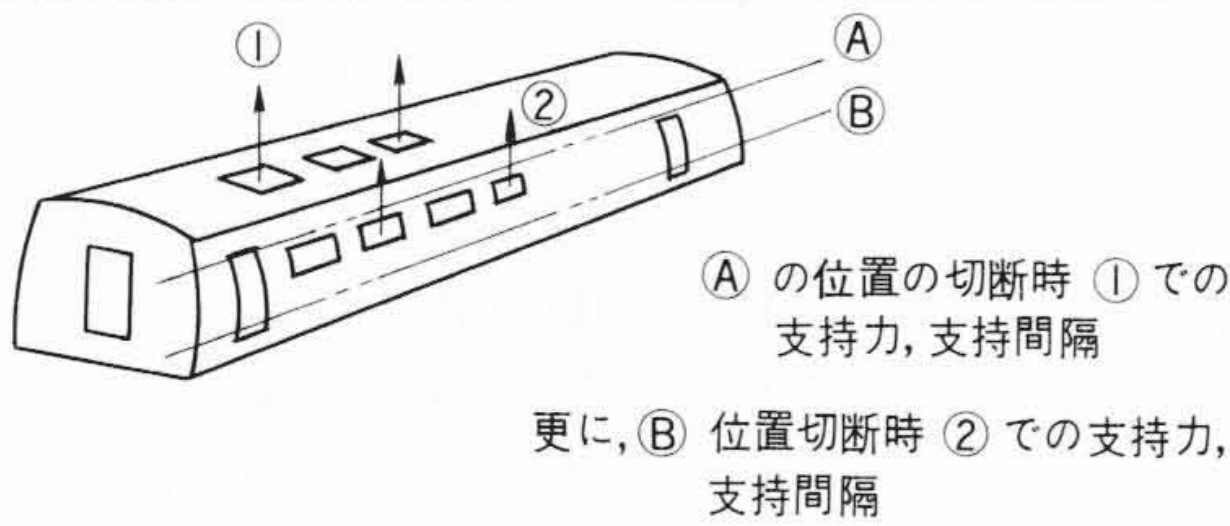
解体処理設備は、大別すると次の4作業となり、一日一工程の能力で流れ作業となり進められる。

- (1) 第1解装…スカート、台車、床下機器などの取外し作業
- (2) 第2解装…上屋根、窓ガラス、腰掛、室内装備品などの取外し作業
- (3) 車体大割…屋根構体(1面)、側構体(2面)、台わく(1面)、妻構体(2面)合計6面体に、切断分割する作業
- (4) 車体中割…大割後の6面体を、更に、トラックに積める寸法(3,500mm×2,000mm)に切断分割する作業

次に、上記(3)、(4)項の車体大割、中割に関する設備に関して述べる。なおこれらには、切断中に発生する騒音や粉塵を防止するための防音設備、集塵装置が併設されている。

* 日本国有鉄道工作局工場課 ** 日本国有鉄道浜松工場設備課 *** 日立製作所笠戸工場 **** 日立製作所機電事業本部産業技術本部

表 1 事前確認試験と結果 テストピース 5 枚、試験車 2 両の切断実験の結果を示す。

大項目	小項目	試 験	結 果
1. 切断機	(1) カッタの大きさと歯数	$\phi 510$ 歯数 145枚 $\phi 510$ 歯数 160枚 $\phi 610$ 歯数 180枚	超硬チップソーで切断することは、適切な支持装置で補助することにより十分可能である。
	(2) 回転速度と送り速度	回転速度 100~400 rpm 送り速度 150~600 mm/min	超硬チップ径610mm, 歯数 180で回転数250 rpm
	(3) 回転方向	アップカットかダウンカットか	ダウンカットが構体内張りも含めた切断に対し良好である。
	(4) 駆動パワー	切断中の油圧圧力を測定	平常時100N・m {10kgf・m} のトルク
	(5) 騒音	機側1mで、騒音計により測定	100~110dB(A) 周波数1,000~2,000Hz
	(6) 粉塵	目視・写真	構体中のグラスウールが周囲 2m 付近に長時間浮遊
2. 支持装置	(1) 支持間隔 (2) 支持力 (3) 支持方法	 ① の位置の切断時 ① での支持力, 支持間隔 更に, ② 位置切断時 ② での支持力, 支持間隔	支持間隔4~5m, 支持力7,000N {713kgf} 程度が切り口が広がって切断状況は良好である。

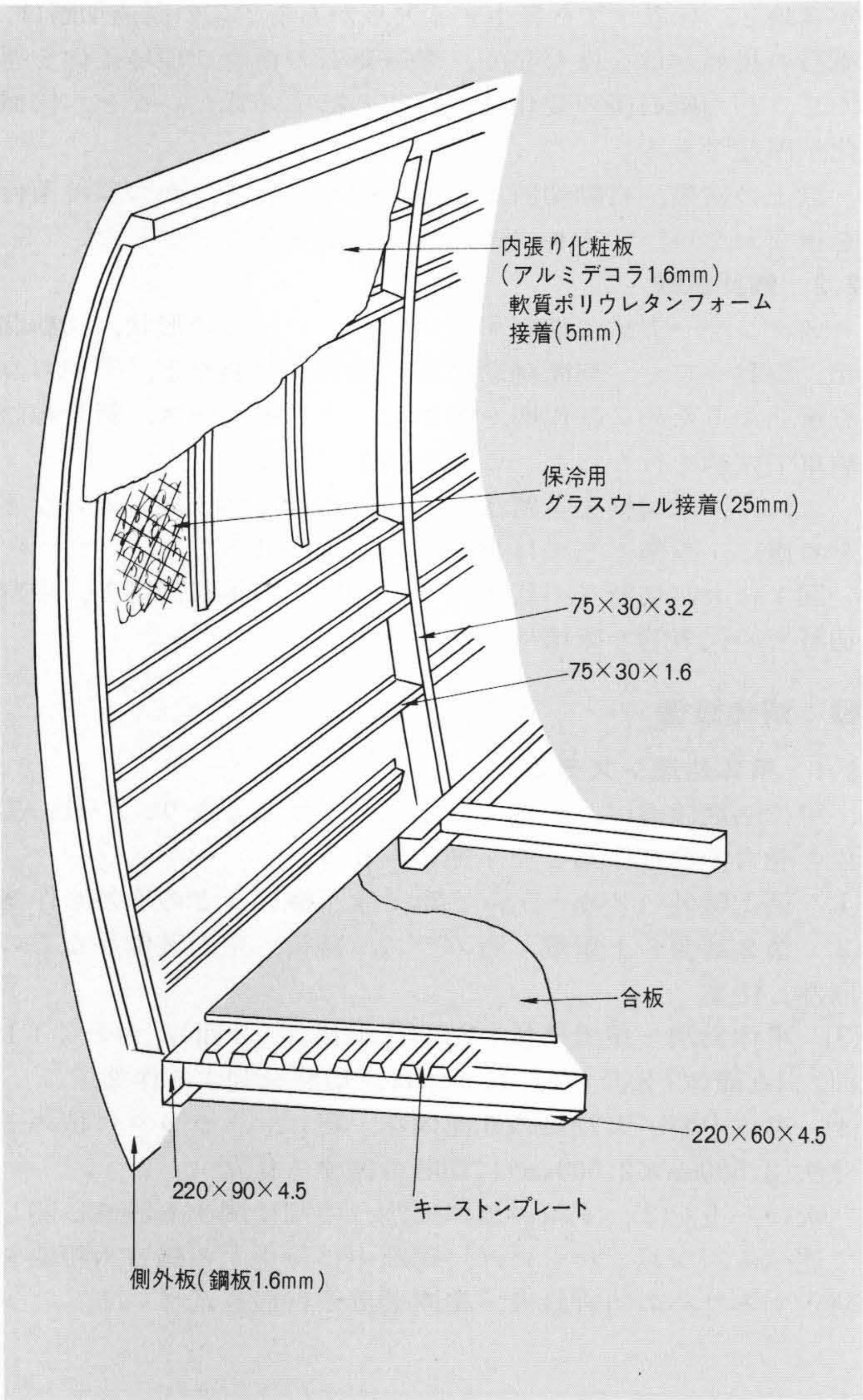


図 1 代表的構体断面図 車種の違い、車体位置により大幅に異なる。

図 2 に解体処理設備全体図を示す。

3.2 大割設備

3.2.1 概 要

本設備は、解装場で機器の解装、及び間仕切り切断などの前処理を完了した車体構体を、それぞれ 6 面体に切断分割するため、車体の両側面及び両妻部に、各々 1 台ずつの切断機と、更に切断時の屋根、側、妻の各構体を、つり上げ支持、若しくは保持する支持装置より成る。

主要機器の機能と主な仕様を表 2 に、車体の切断箇所と切断順序及び使用機器を図 3 に示す。なおこれらの装置は、すべて防音された操作室より遠隔駆動され、各動作間の確認を、ITV(工業用テレビジョン)モニターにより人間が監視し、切断を進めるものであり、安全性に対する考慮が払われている。図 4 は、大割切断中の状況を示すものである。

3.2.2 油圧駆動の選択

上記設備は、すべて油圧駆動とすることとしたが、主な理由を次に述べる。

- (1) 速度範囲が大きく、また速度変換が容易である。
- (2) 微速で安定した動作が可能である。
- (3) 負荷変動に耐えられ、また異常な負荷がかかった場合ストールし、安全である。
- (4) 力(支持力など)の変換が容易である。

試作機で仕様を決めたわけであるが、切断対象が多種のため、本設備は実稼動に入ってから仕様を変更する必要もあり、油圧駆動とした。

更に、油圧源は移動体への給油の難しさ、バックアップなどを考慮し、各装置ごとに搭載し駆動することとした。

3.2.3 切断作業の効率向上

本設備では、切断作業を効率よく行なうために、いろいろの工夫がなされているが、代表的なものを次に述べる。

- (1) 支持装置の支持力を 2 段切換し、セット時は微力で支持し、切断点はその支持装置位置を通過したときに自動的に支持力を強力にし、切り口を広げ、丸のこでの切断を良好にす

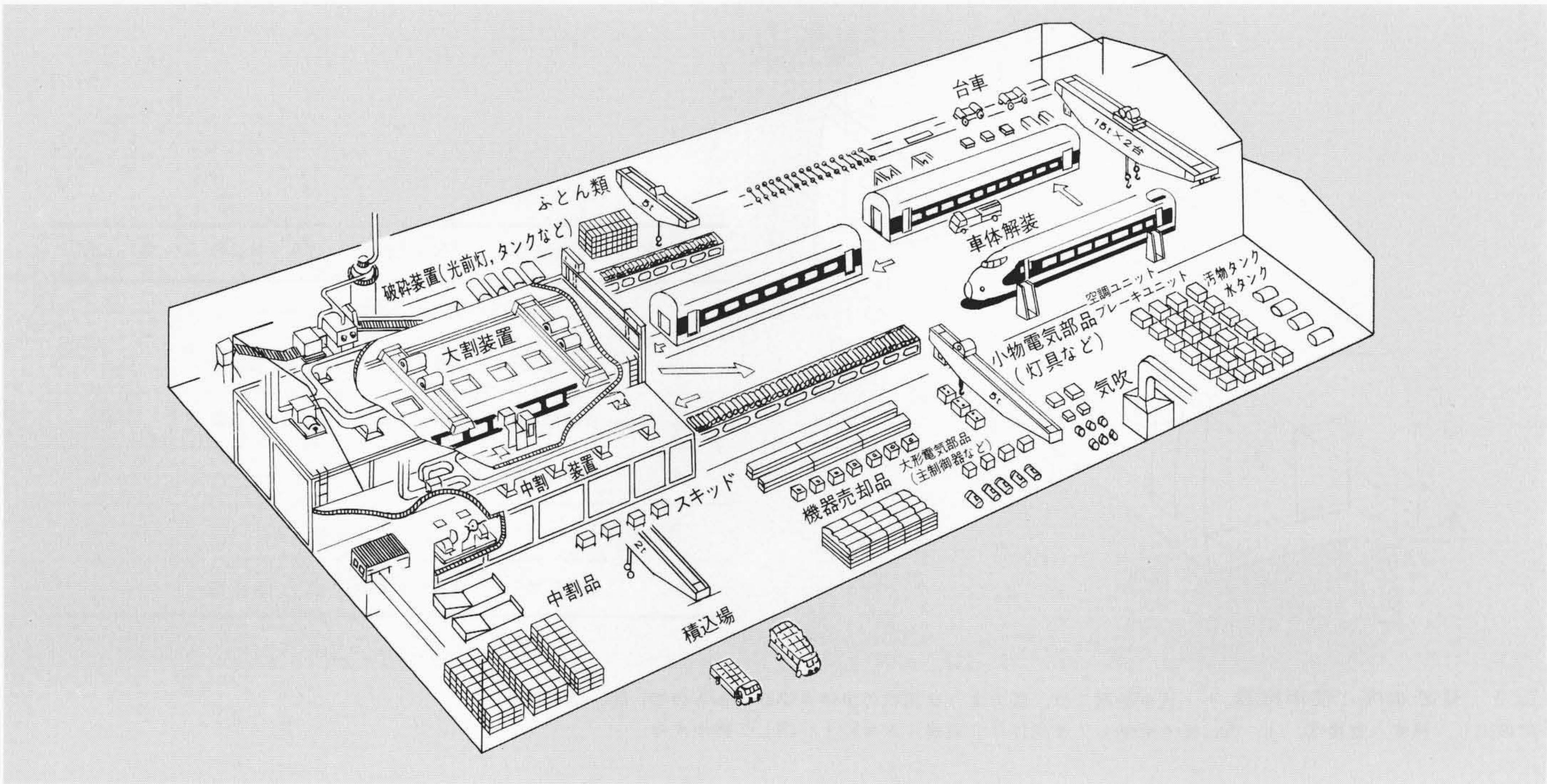


図 2 解体設備全体図 解体作業は、流れ作業で行なわれ、日立製作所は大割及び中割装置を納入した。

表 2 大割設備の主機能と主な仕様 このほかに、車体を下から受ける車体受け装置、車体の位置決め装置がある。

機 器 名 称	台 数	主 機 能	主 仕 様
側構体切断機	2	・側構体の上部下部水平切断	・走行：0.25/5m/min（2段切換）；油圧モータによるラックピニオン駆動 ・昇降：1/5 m/min（2段切換）；油圧モータによるスクリュウ駆動 ・横行：1 m/min；油圧モータによるスクリュウ駆動 ・丸のこ：100～400rpm；油圧モータ直結
妻構体切断機	2	・妻構体の上部下部水平切断 ・妻構体の両側部の垂直切断	・走行：1 m/min；油圧モータによるラックピニオン駆動 ・昇降：0.25/5m/min（2段切換）；油圧モータによるスクリュウ駆動 ・横行：0.25/5m/min（2段切換）；油圧モータによるラックピニオン駆動 ・丸のこ：100～400rpm；油圧モータ直結 ・旋回：3 s/90°；油圧シリンダによる駆動
屋根・側構体支持装置	4	・側構体上部切断時、空調穴を利用した構体の支持又は保持 ・側構体下部切断時、窓用穴を利用した構体の支持又は保持 ・側構体切断後の倒し機能	・走行：3 m/min；油圧モータ駆動 ・屋根支持：昇降…1/5m/min；油圧シリンダ駆動 伸縮…5 m/min；同上 押え…5 m/min；同上 ・側支持：横行……1 m/min；同上 昇降……1/5m/min；同上 押え……5 m/min；同上
妻構体支持装置	2	・妻構体下部及び両側部切断時の妻構体の支持又は保持	・走行：3 m/min；油圧モータ駆動 ・昇降：1/5 m/min；油圧シリンダ駆動 ・押え：5 m/min；同上 ・伸縮：5 m/min；同上

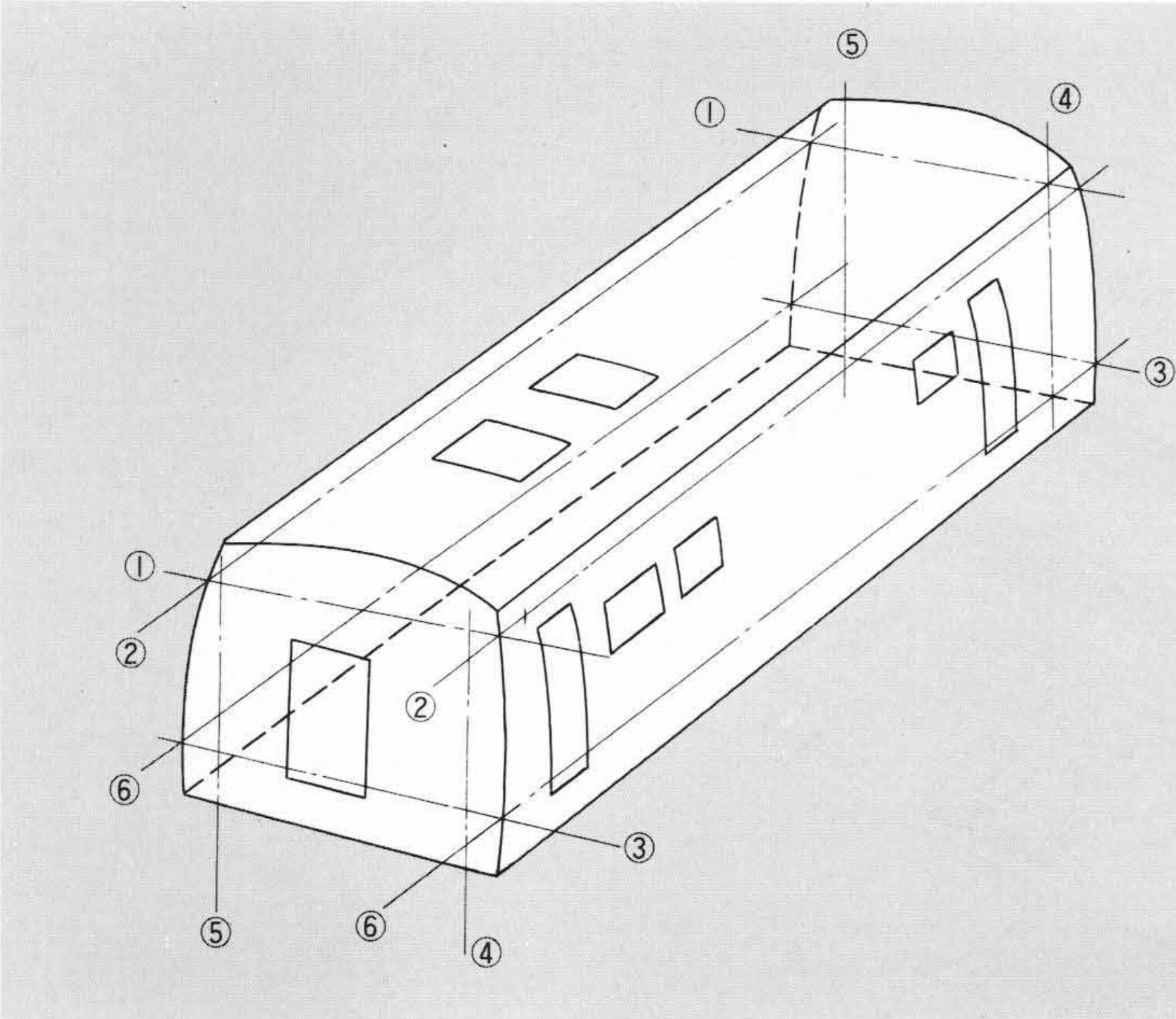
るものである。これは、油圧圧力を切り換えることにより実現している。

(2) 丸のこ回転の低下を検出し、切断中規定回転数以下に下がった場合、送りを止め、一定距離もどし、十分に回転が復帰したのち再切断する。これは、丸のこに異常な負荷がかかったまま切断を続けると、のこぎりの損耗を助長するため、これを防止するものである。すなわち、構体のひずみ応力が切断により解放され、丸のこをはさみつけ異常負荷となり、回転低下を起こすもので、一定距離もどすことによりいったんのこぎりを解放し、その部分を再切断するものである。丸

のこの回転は、近接スイッチにより検出し(パルス)、そのパルス間隔が一定値以上であるかないかにより検出する。

3.3 中割設備

本設備は、大割設備で6面体にされた構体をトラック輸送可能な寸法に切断分割するものであり、クレーンで中割搬入コンベヤに搭載後、中割切断室に搬入され、丸のこ1ヘッド及び2ヘッドの中割切断機各々1台により、規定寸法に切断分割する。このための搬送コンベヤ及び切断を補助し、切断性能を向上させるための各種クランプ装置より成り、大割室同様ITVモニタ監視のもとに遠隔駆動される。中割設備での



切断順序	切断場所	使用切断機	使用支持装置	備 考
①	妻上部水平	妻構体切断機	—	—
②	側上部水平	側構体切断機	屋根支持装置	完了後大割室外へ搬出
③	妻下部水平	妻構体切断機	妻支持装置	—
④	妻側部垂直	〃	〃	—
⑤	〃	〃	〃	—
⑥	側下部水平	側構体切断機	側支持装置	—

図3 切断順序と使用機器 大割装置では、図のような箱状の車体を切断するもので、①、②切断後一度搬出し、再度入室後③、④、⑤、⑥を切断して側構体及び妻構体を台枠上へ倒して搬出する。

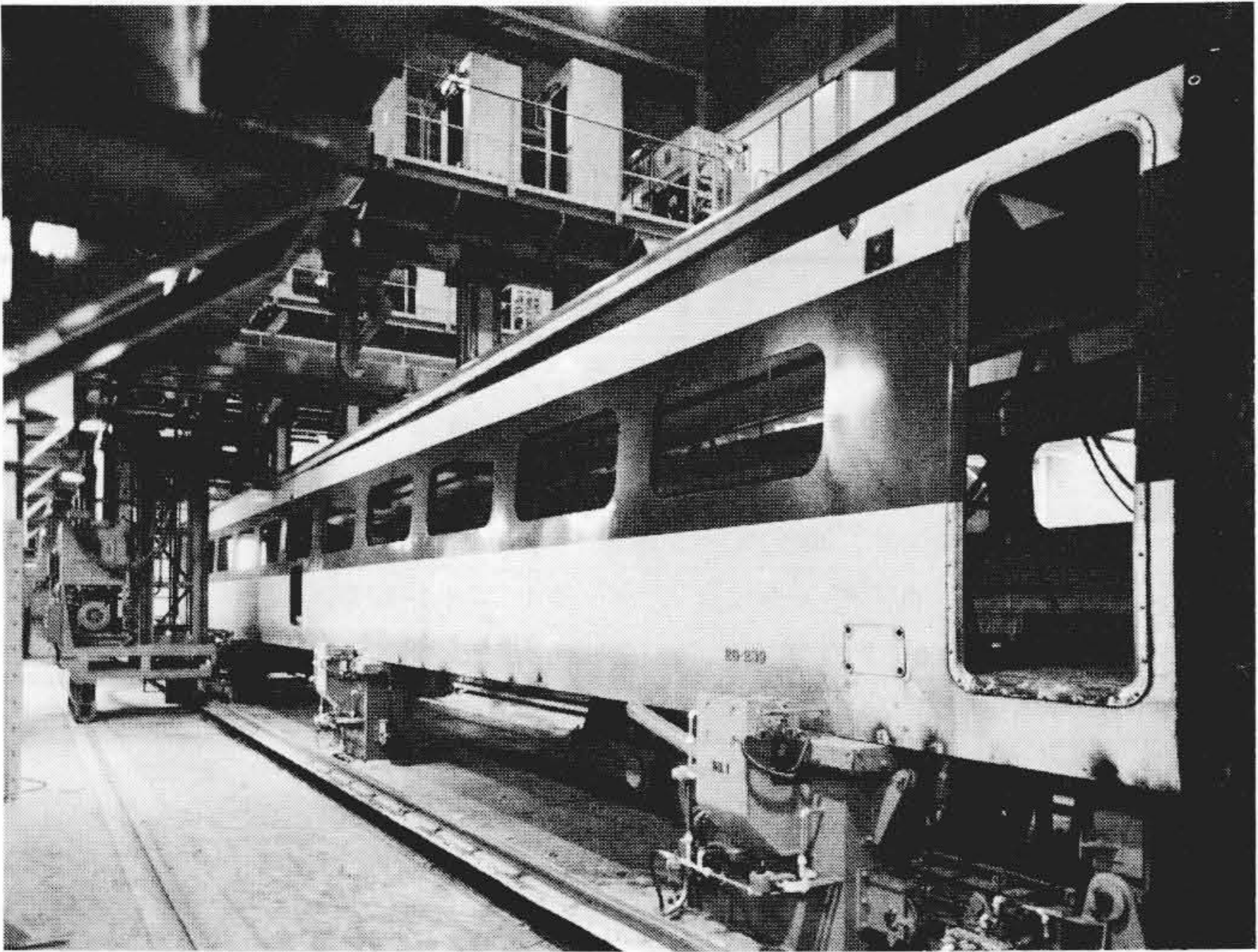


図4 大割切断 側構体上部を、側構体切断機で切断中のもので、支持装置により切り口が広がっているのがよく分かる。

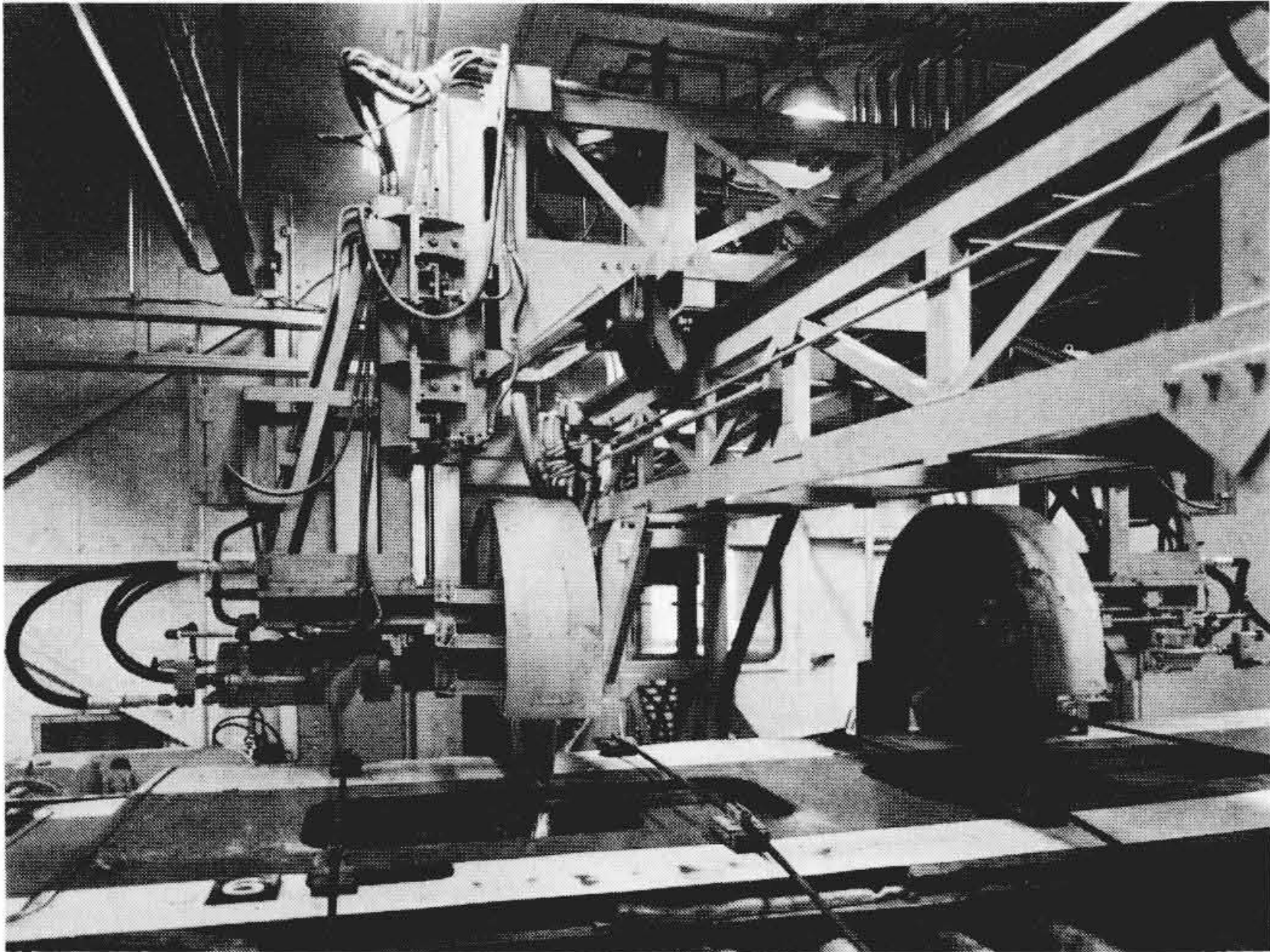


図5 中割切断 側構体を中割切断中の状況を示す。

主な問題は、各種形状のクランプ方法と、大割以上に切断対象が変わるということである。前者に対しては、ロープによるクランプを考慮し、更に切り口を広げるための装置を設けた。後者に対しては、切断速度を3段切換えし、処理能力、カッタ寿命の向上を図っている。図5に中割切断中の状況を示す。

4 設備の性能確認

今回の設備は、世界的にも初めての試みであったが、既に実稼動後1年以上を経過し、140両以上の解体処理を行なった。

主な性能については、次に述べるようにほぼ所期の目標を達していると考ええる。

- (1) 各装置の単体動作、及び各装置間の複合動作共に所期の機能を発揮し、丸のこ過負荷検出をはじめとして、安全装置の動作も確実である。
- (2) 本設備は大割、中割共に目標値1両/日の処理能力を満足しているが、丸のこの寿命などを考慮し、特に中割設備では、若干改善の余地が残されている。
- (3) 切断中の防音室外1mの地点での騒音は、70dB(A)以下であり、十分満足できる。

5 結 言

以上、日本国有鉄道浜松工場に設置された新幹線車体切断装置の設備概要などについて述べた。新幹線電車車体構体というかつて経験したことのない対象物を切断するに当たり、種々の技術を結集し、各種の試行修正を重ね、目的の機能を発揮する設備を完成することができたが、本設備が車両の置換えを促進し、新幹線電車の安全運行にその役割の一端を果たすことができれば幸いである。また、資源再利用、公害防止の立場から新幹線電車だけでなく、在来線車両、その他大形構造物のクリーンスクラップ化に役立てば幸いである。

終わりに、本設備の計画推進に当たりの確かな御指導をいただいた日本国有鉄道の関係各位及び浜松交通機械株式会社の関係各位に対し、深謝の意を表わす次第である。