

羽田線モノレール通信設備

Communication Facilities for Haneda Monorail Line

奥野 裕*
Yutaka Okuno

大塚 芳男*
Yoshio Ôtsuka

内藤 達郎**
Tatsurô Naitô

内 容 梗 概

東京モノレール株式会社羽田線に施設された列車無線用極超短波無線電話設備はモノレールの車上と地上統制局間の業務連絡および運転指令用無線電話回線に使用されている。この設備は極超短波空間波による無線回線と、列車無線トンネル対策用に開発された漏えい導波ケーブルおよび明かり区間用同軸ケーブルを結合させて構成した新しい無線システムであるが、全装置はいずれも所期の性能を十分満足している。特に心配されたトンネル対策についても安定な性能が得られ実用上の問題のないことが確認された。

1. 緒 言

近年鉄道において列車無線電話の使用が急速に普及しつつあるが、今般開業された羽田線モノレールにおいても運転司令、業務連絡、保安を目的とする極超短波(400 Mc 帯) FM 無線電話回線が施設された。羽田線モノレールは第1図に示すように羽田空港と浜松町駅を結ぶ全長約13 km のほぼ直線コースをとっており、電波伝播上比較的有利な条件と考えられたが、他方羽田空港付近の2箇所にトンネルがあり、電波はトンネル内には侵入しにくいのでこの区間約2.4 km をどのような方法で対策するかが一つの問題として検討された。このような形の通信は国鉄新幹線の列車無線トンネル対策にて平行2線を用いて行なった実績があり、また各種の導波方式が近年学会その他で発表されているが羽田線モノレールは海岸、海上を通るため特に塩害の恐れがあり、塩水の付着などに対して性能の変化の少ない導波方式が必要となった。羽田線にはこれらの条件を考え合わせて非共振スロットアレイ形同軸ケーブルが最適と考えて実用化された。

また有線設備についても昭和島基地、羽田空港駅、浜松町駅および本社の各間に必要な専用線を設備して、無線設備とならんで業務通信手段として活用され、トンネル区間を含めて全線の99%以上のサービス範囲が確保され、所期の目的を達成することができた。

本文は設備の概要およびとくに新しく実用化に成功したトンネル対策について報告する。

2. 無線設備

2.1 構 成

第2図は無線設備の総合構成を示すものである。

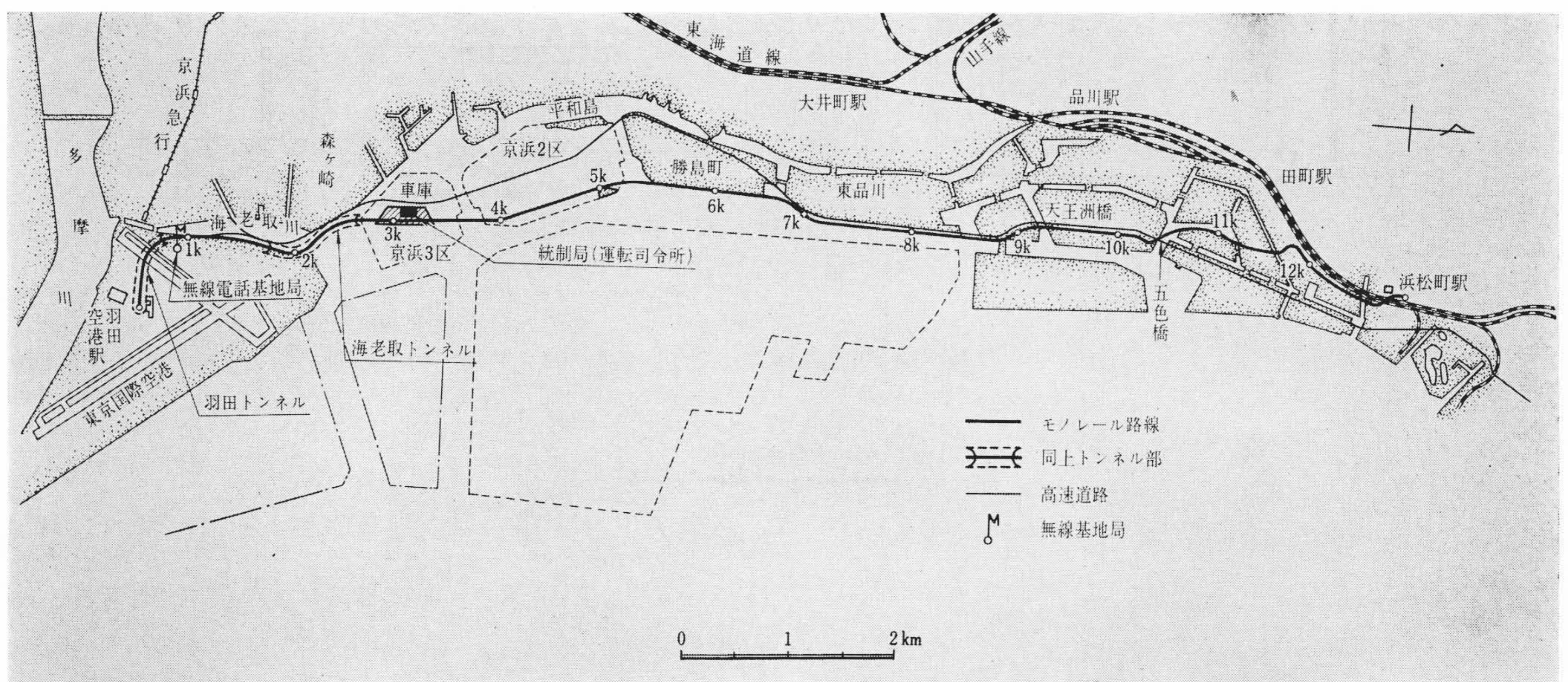
まず基地局装置としては400 Mc 20 W の FM 送受信機が現用予備の2基配置され、送受信機出力は2個の分配器を経てそれぞれ8素子八木空中線および羽田、海老取両トンネルの漏えい導波ケーブルに結合されている。

基地局は通常無人局として運用されるため自動切替警報装置によって現用予備無線機の定時切替や故障の検出警報を行なわしめている。なお基地局の制御は約3 km 離れた昭和島基地において行なわれるのでこの間は遠隔制御器によって必要な操作が行なわれる。また予備電源設備としては3 kVA ディーゼル発電機が設置され停電時の対策として準備されている。

移動局は400 Mc 10 W の FM 無線機と定電圧電源装置および列車の最前部もしくは最後部から制御するための遠隔制御器から構成される。空中線には移動用スリーブアンテナが使用されている。

2.2 回 線 設 計

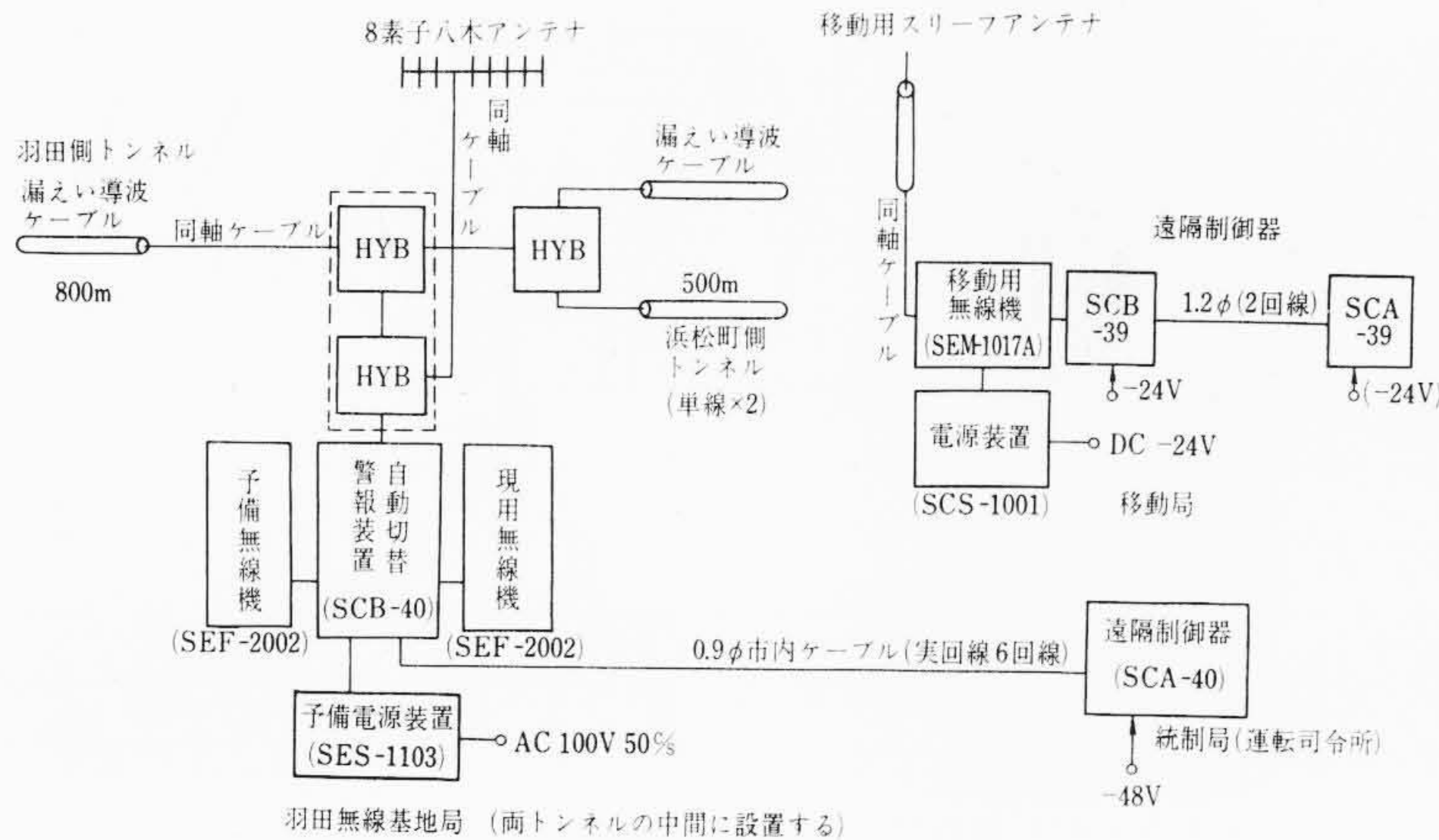
地上区間の回線設計に当たっては一般的な回線設計および野外実験により空中線出力約10 W の基地局を羽田付近に設置し浜松町方向に高利得アンテナ(利得約13 dB)を建てればよいことが容易に判明したが、他方トンネル区間に対しては技術および経済性の両面から種々検討され以下に説明するとおりの非共振スロットアレイ形漏



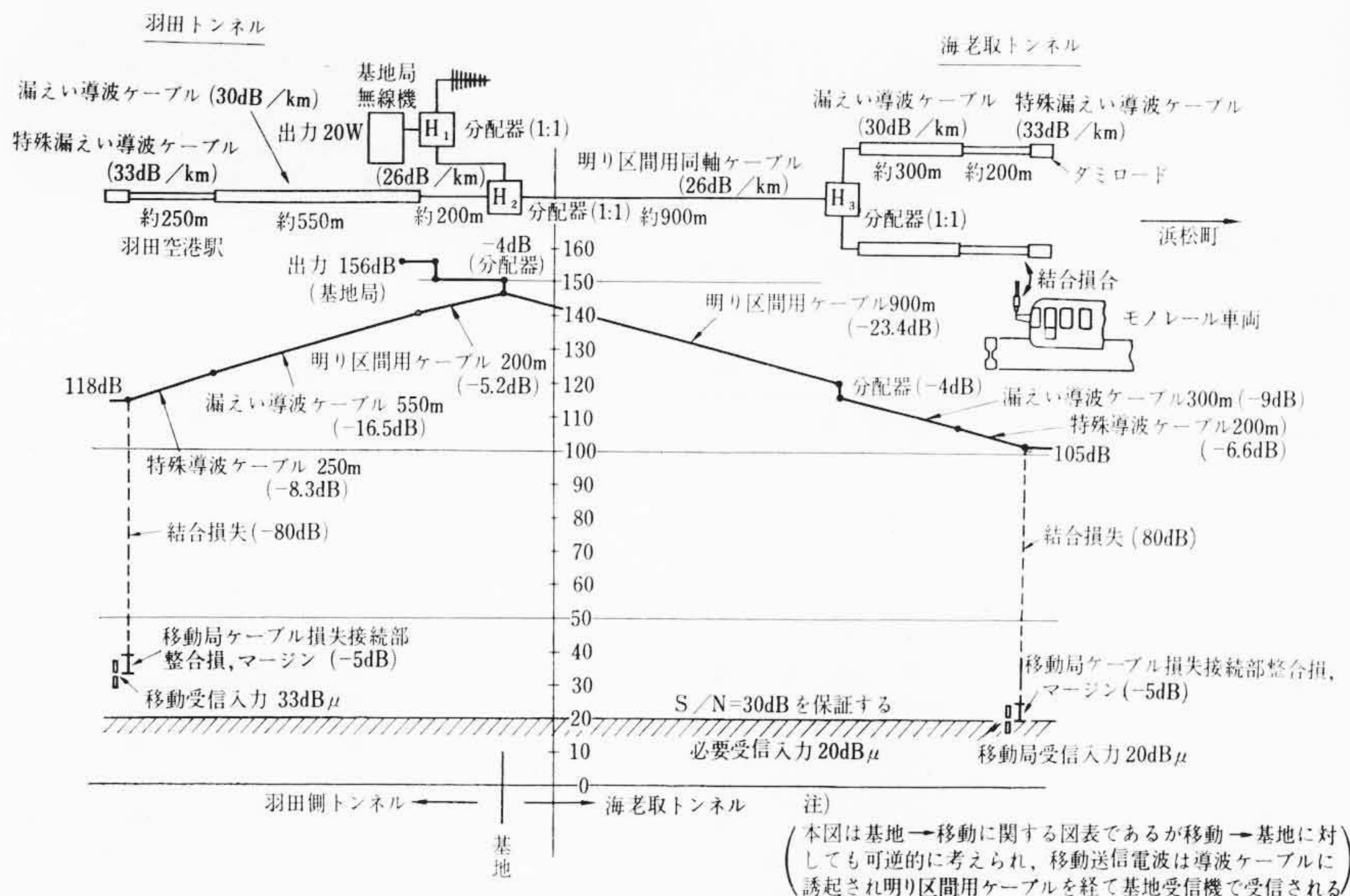
第1図 羽田モノレール線路図

* 日立製作所戸塚工場

** 日立電線株式会社日高工場



第2図 羽田線モノレール系統図



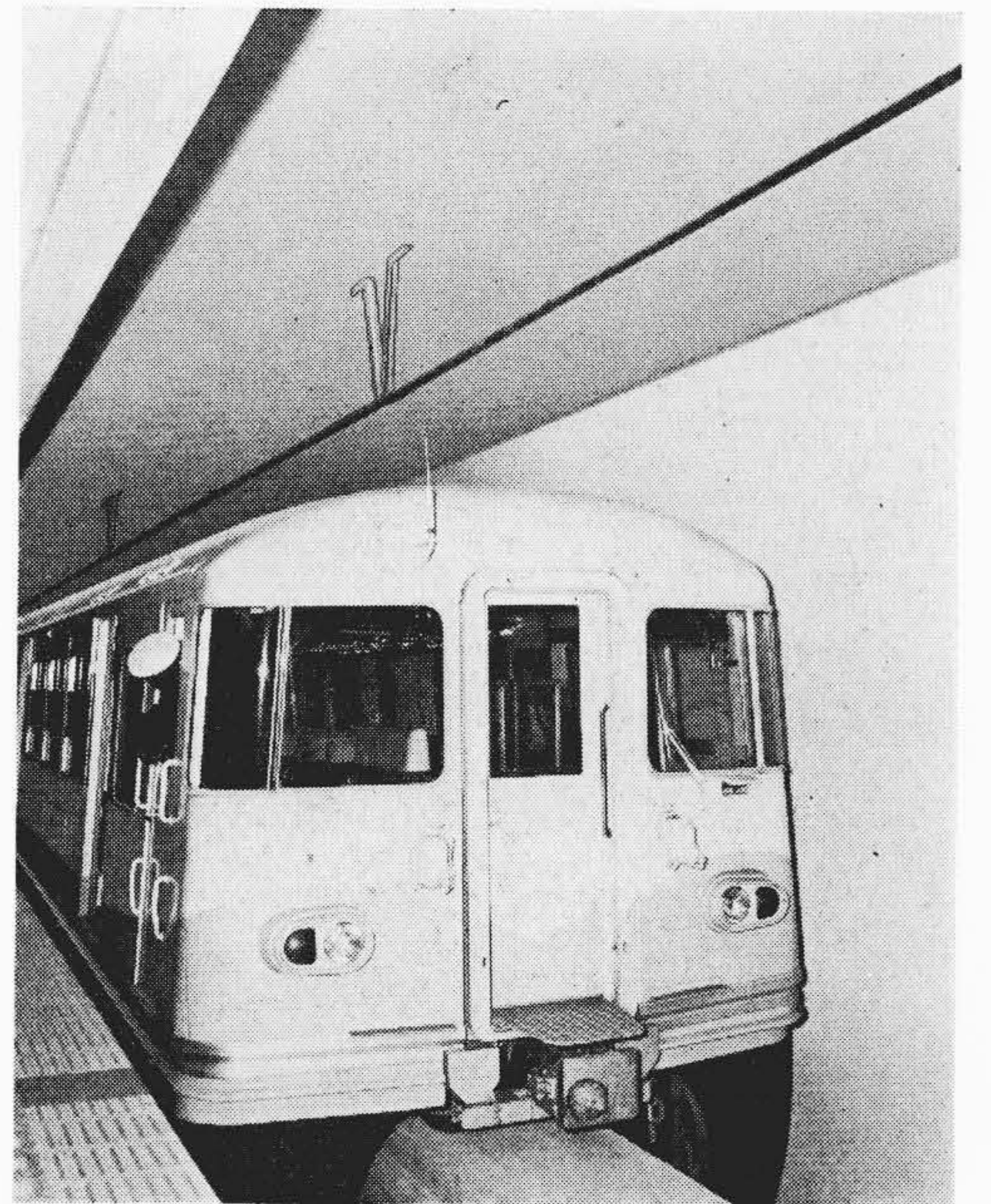
第3図 羽田モノレール基地局出力分配図

えい導波ケーブル方式を採用することになった。

第3図は羽田、海老取両トンネルの回線設計出力分配図であり、基地局の送信出力 (20 W) を4方向に分配し、おのおのの分配出力が移動局に受信された場合の受信入力設計値を図示してある。

すなわち基地局の送信出力 20 W は次のとおりの割合で分配してある。

- (1) 8素子2段スタック八木アンテナにより浜松町方向に空間ふく射..... 10 W



第4図 羽田モノレールトンネル内状況

- (2) 羽田トンネルの漏えい導波ケーブルに送出..... 5 W
- (3) 海老取トンネル(上り)の漏えい導波ケーブルに送出..... 2.5 W
- (4) 海老取トンネル(下り)の漏えい導波ケーブルに送出..... 2.5 W

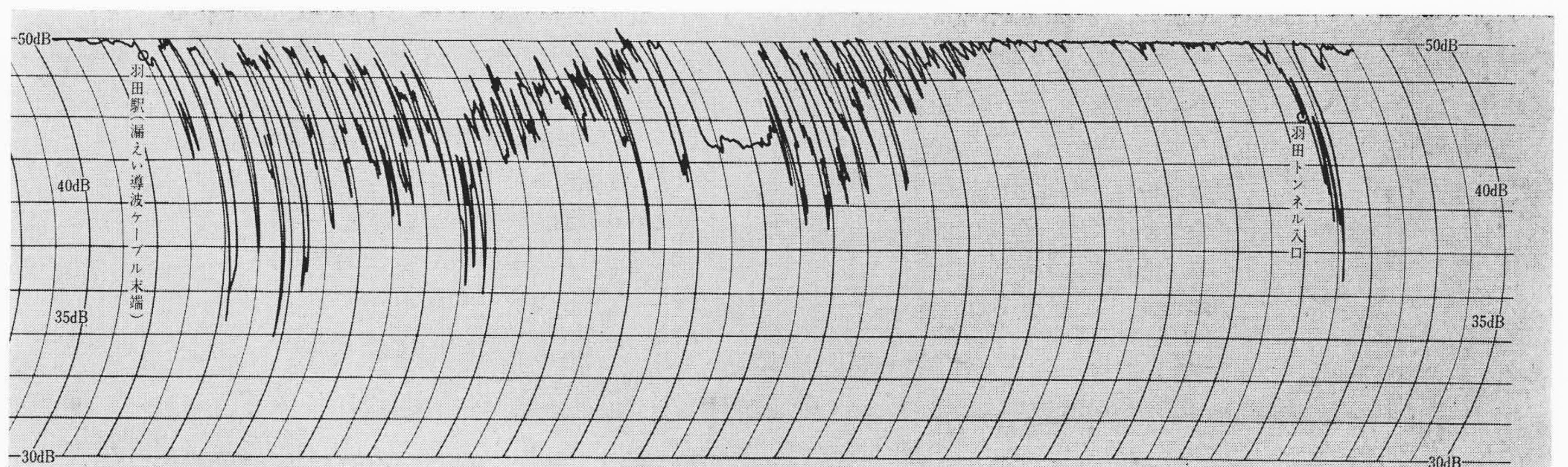
図中の結合損失とは漏えい導波ケーブルと車両の正面に取り付けられたスリーブアンテナの結合度を示す値である。

なお漏えい導波ケーブルと移動局アンテナの実装状態を第4図に示す。

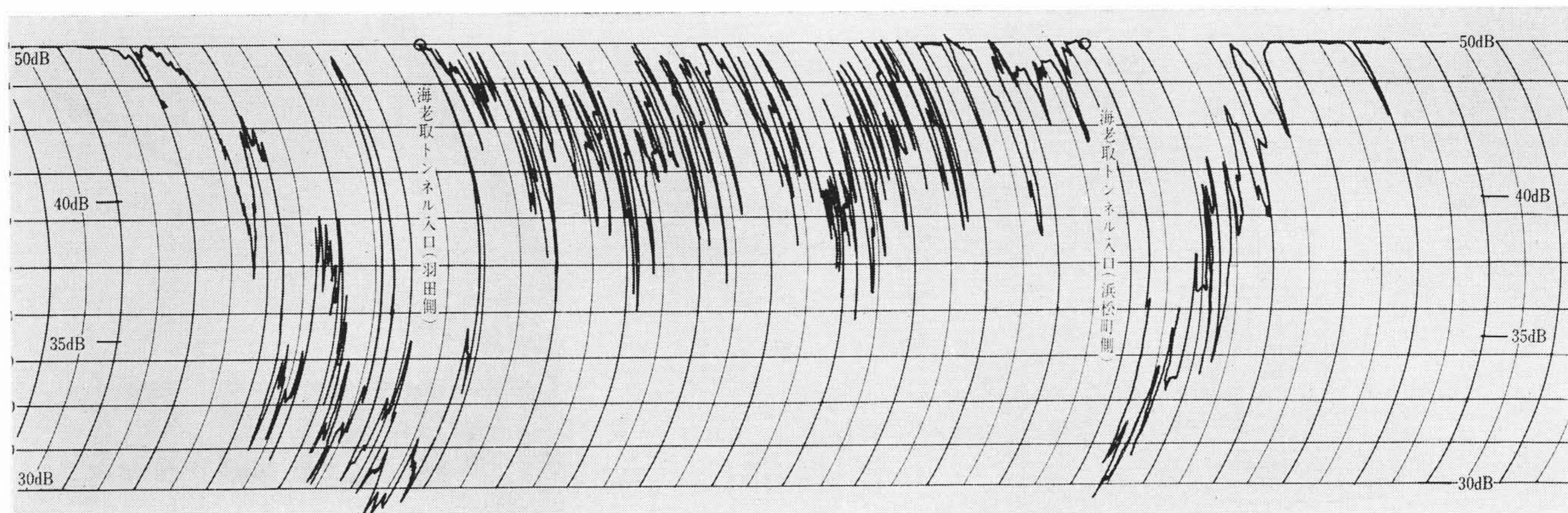
トンネル内電界強度の実測結果は第5図および第6図に示すように両トンネルとも必要受信入力 (20 dB μ) に対して十分な余裕があり、トンネル内通話を完全に確保することができた。

第7図は漏えい導波ケーブルによるトンネル対策の効果を羽田トンネルについて測定したデータであり、トンネル対策を施さない場合の電界強度と比較してみると漏えい導波ケーブルの効果が大きいことがわかる。

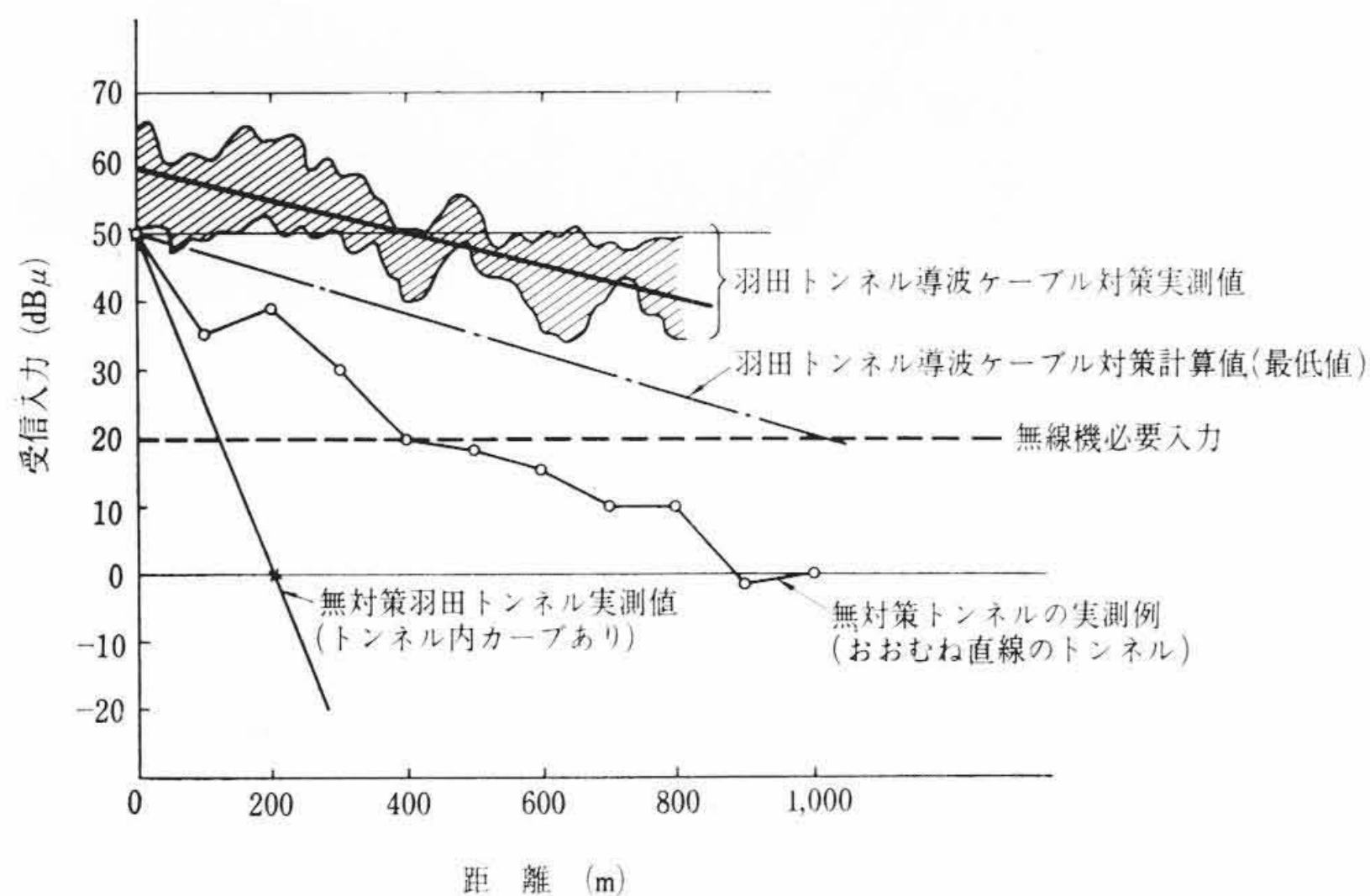
第1表は地上も含めて通話試験時に記録したテスト結果の一覧表であるが、データに示すように全線良好な通話品質を得ている。



第5図 羽田トンネル内電界強度 (ただし移動局で測定した受信入力値)



第 6 図 海老取トンネル内電界強度（ただし移動局で測定した受信入力値）



第 7 図 羽田トンネル導波ケーブル対策の効果

2.3 トンネル対策用ケーブル

漏えい導波ケーブルとは、高周波を伝送しつつその一部を外部にふく射する特性をもったケーブルのことで、羽田線モノレールに使用したものは第 8 図に示すように同軸ケーブルの外部導体に一定間隔をおいてスロットをあけた構造の非共振形スロットアレイ漏えい導波ケーブルである。スロットから漏えいした電波が列車アンテナと結合し、また列車アンテナからふく射された電波は漏えい導波ケーブルにはいり基地局に伝送されて通信が行なわれることになる。

ケーブルはヒョウタン形自己支持構造で、トンネル上部からつり下げられその直下を列車が走行する。

漏えい導波ケーブルは架設場所に応じて通常的设计条件を満足する特性を持つケーブル（375 Mc における減衰量 30 dB/km 以下，結合損失平均値 75 dB 以下）および減衰量を多少犠牲にして結合損失を改善したケーブル（375 Mc における減衰量 33 dB/km 以下，結合損失地域率 95％ 以上において 80 dB 以下）の 2 種類が用意された。前者はルートの給電側に用いられ，後者はルートの末端部に用いられ，第 5, 6 図に見られるようにレベルマージンの改善にきわめて有効であった。これらケーブルの詳細な性能については別報に報告してあるので参照されたい⁽¹⁾。

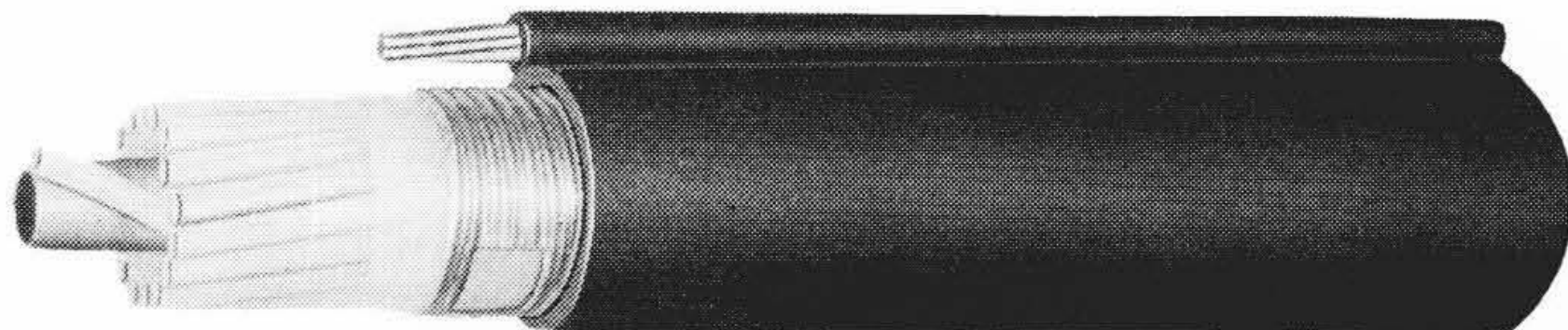
なお漏えい導波ケーブルに給電するため，基地局からトンネル入口までは明かり区間用ケーブルと称せられる低損失同軸ケーブル⁽¹⁾が布設されている。

2.4 無線用機器仕様

(1) SEF-2002 形基地局無線電話装置（第 9 図参照）

主 要 諸 元

- (a) 送信出力 20 W



第 8 図 非共振スロットアレイ形漏えい導波ケーブル

第 1 表 羽田線モノレール 無線回線の通話品質(実測値)

測 定 場 所	受 信 入 力	Q. R. K	備 考
羽 田 駅 ホ ー ム	30 dB/μ	5	ト ン ネ ル 内
基 地 付 近	25	5	トンネル出口そば
昭 和 島	30	5	海 上
平 和 島 付 近	>35	5	海 上
勝 島 変 電 所	>35	5	海 上
品 川 可 動 橋	>35	5	市 街 地
品 川 火 力 発 電 所	30	5	市 街 地
高 速 道 路 横	>35	5	市 街 地
芝 浦 工 大 前	35	5	市 街 地
国 鉄 平 行 部	30	5	市 街 地
浜 松 町 駅 構 内	15	5	構 内 約 10 m

(注) Q. R. K とは電波法で定められた明瞭度の略語で下記の 5 段階に分類される

Q. R. K	内 容	S/N 比
1	わからない	10 dB>
2	時々わかる	10 dB<
3	わかるが困難である	15 dB<
4	わかる	20 dB<
5	完全にわかる	30 dB<

- (b) 受信感度 6 dBμ 以下（周囲温度 −10℃～＋50℃）

- (c) 低周波出力 27 dBm

- (d) 電源消費 送信時 AC 100V 2.2A
受信時 AC 100V 0.3A

(2) SCB-40 形自動切替警報装置（第 9 図参照）

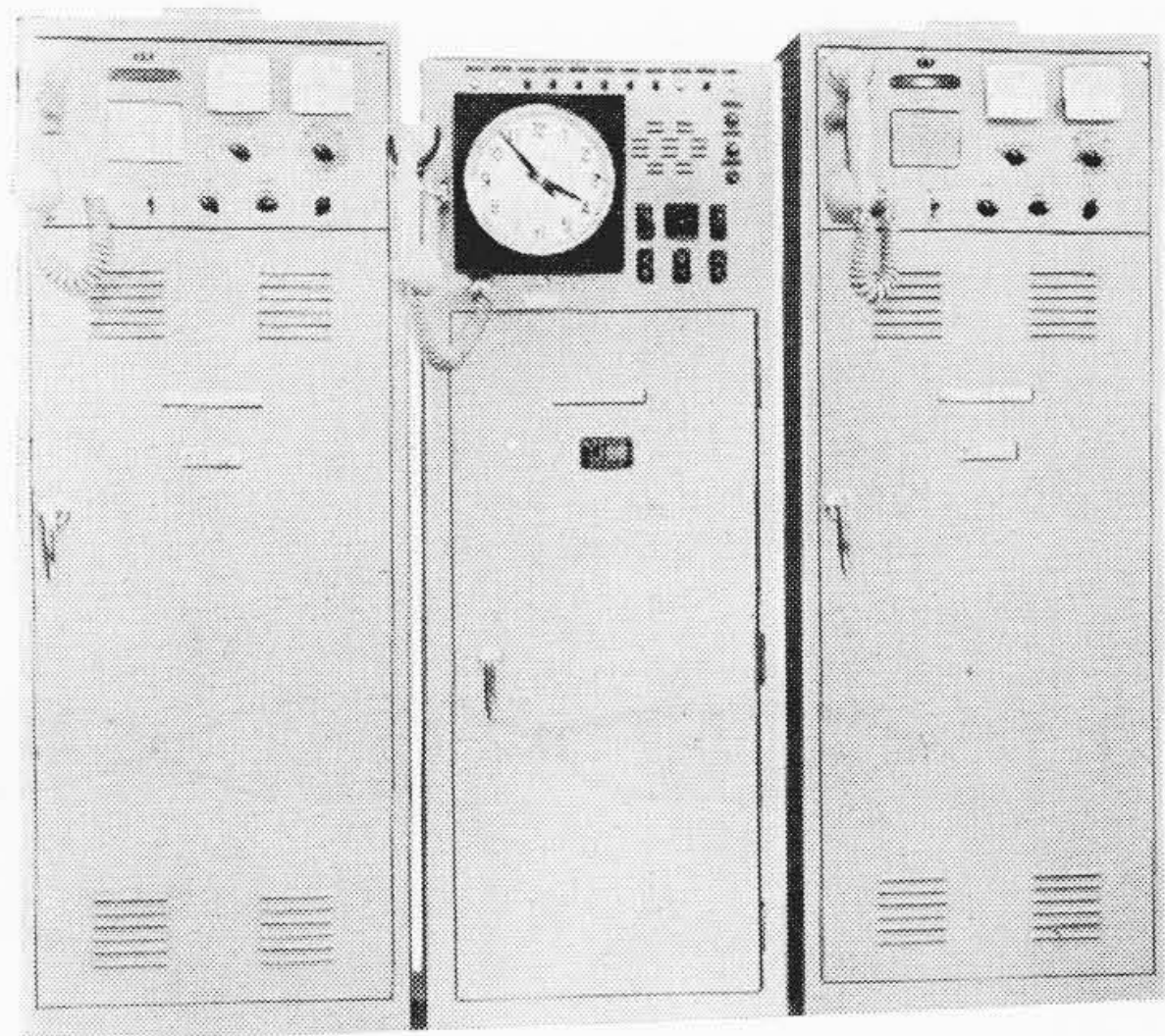
主要制御・表示項目

- (a) 現用予備無線機の定時自動切替
(b) 無線機故障の検出ならびに表示
(c) 無線機故障時定時切替停止
(d) 予備電源の動作表示，故障表示
(e) 室温上昇時の検出ならびに表示
(f) 統制局遠隔制御器との有線通話

(3) 400 Mc 8 素子スタック八木アンテナ

主 要 諸 元

- (a) 利 得 13 dB 以上
(b) S W R 1.5 以下



(左側 SEF-2002 形基地局用無線機現用, 右側予備, 中央は SCB-40 形自動切替警報装置を示す。)

第9図 無線機器外觀

- (c) 指向角 約40度
- (4) 統制局用 SCA-40 形遠隔制御器
- (a) 無線通話

SCB-40 形を通じて下記の制御ができる。

無線機電源接断, プレストーク式無線通話, スケルチ制御, 音量調整

- (b) 無線機故障の表示
- (c) 予備電源運用中の表示
- (d) 予備電源故障の表示
- (e) 局舎非常の表示
- (5) SEM-1017A 形移動局無線電話装置

主要諸元

- (a) 送信出力 10 W
- (b) 受信感度 $6\text{ dB}\mu$ 以下 (周囲温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$)
- (c) 低周波出力 27 dBm
- (d) 電源消費 送信時 12V 約 8A
受信時 12V 約 2A

- (6) SCA-39 形, SCB-39 形移動局用制御器

主要制御・表示項目

- (a) 無線機の電源接断
- (b) プレストーク式無線通話
- (c) スケルチ制御
- (d) 音量調整
- (7) 移動用スリーブアンテナ
- (a) 利得 0 dB
- (b) S W R 1.5 以下
- (c) 指向性 無指向性

3. 有線設備

3.1 構成

羽田線モノレールに施設された有線通信設備は大きく次の4つに分けられる。

- (1) 運転指令用電話

運転指令本部から各駅に設けられた運転室に車両の発着指令を行なう。

- (2) 業務連絡用電話

昭和島基地, 各駅相互間の連絡に用いる。

- (3) 構内連絡用電話

各駅におおの独立して設けた構内連絡用回線。

- (4) 本社業務用 PBX 電話

浜松町本社内に設けられた一般的な PBX 電話装置である。

羽田線モノレールにおいては上記(1)～(4)に示す有線電話回線により異なった通話を輻輳して行なうことができるよう考慮されている。

各種方式の回線系統は第10図に示すとおりである。

3.2 有線機器の仕様, 特長

- (1) 運転指令用電話装置

本装置は昭和島運転指令本部から各駅の電話機(スピーカ付)にいっせい放送を行なうことを主目的とし, いっせい呼出後任意駅との通話, 各駅より本部の呼出通話, 各駅間の通話などにも利用される。

- (a) 指令装置

出力6Wのトランジスタ式増幅器およびリレーグループより構成され増幅器は現用器および予備器より成り現用予備の切替が手動で行なわれる。

- (b) 子装置

受話増幅器付 HST-101 形電話機で, スピーカおよび音量調整器を内蔵している。

- (2) 業務連絡用電話装置

昭和島運転指令室に呼出用の信号器が設置され, 業務用, 電気保安用, 団体指令用, 運転専用の4回線がおおの昭和島基地, 浜松町駅, 羽田空港駅を結んでいる。

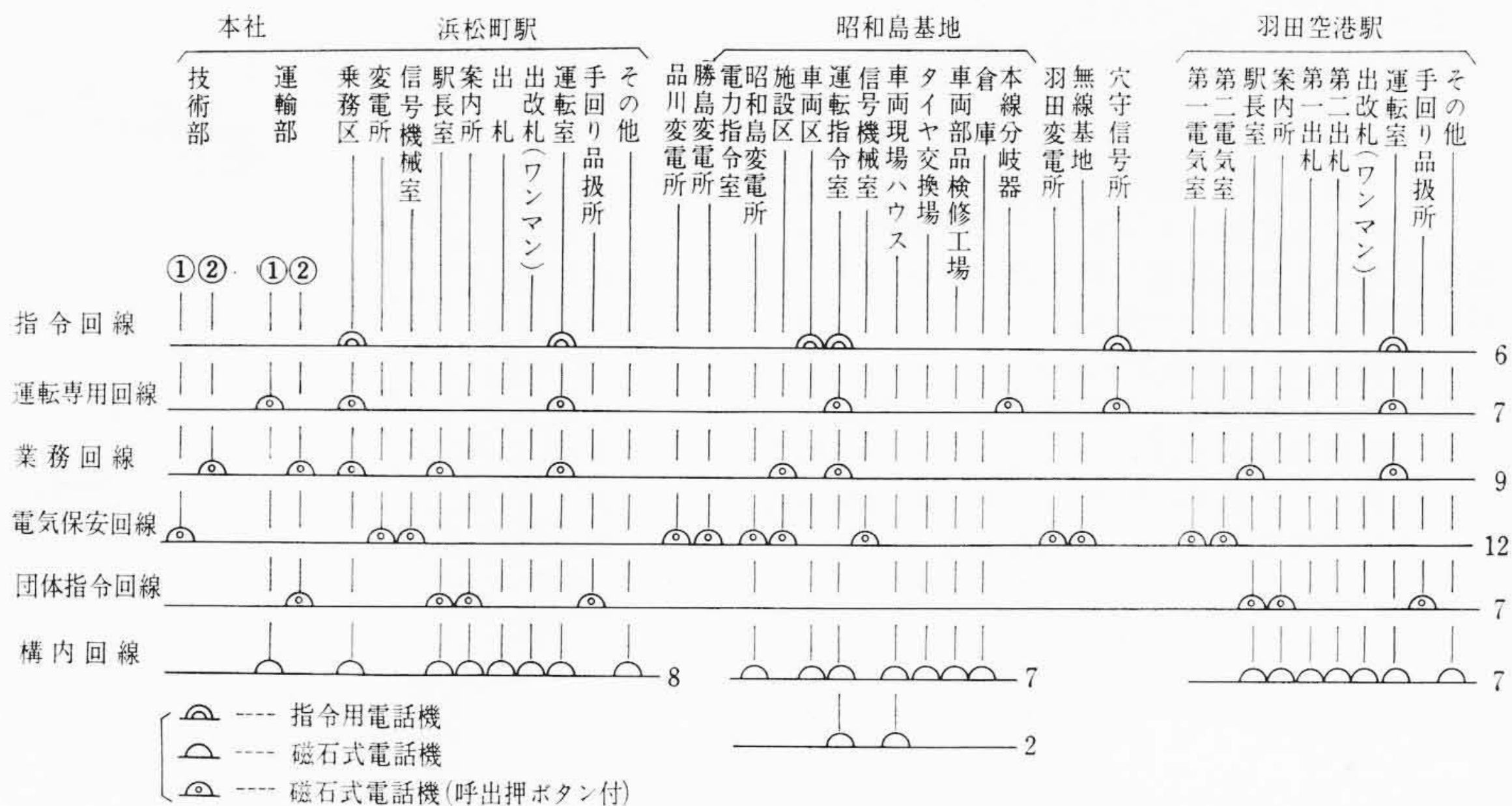
呼出押ボタン付 41 M 形4号磁石式電話機が使用される。常時の呼出は運転指令室の信号器を使って押ボタンで行なわれるが, 停電時には一般磁石式電話機と同様に手回しにより相手電話機のベルを鳴らして呼出することができるよう考慮されている。

- (3) 構内連絡用電話装置

各駅構内に独立して設置される装置で連絡用に使用される。電話機として 41 M 形4号磁石式電話機が使用されている。

4. 結 言

一般に移動無線サービスを計画する際の解決を要する一つの問題としてトンネル対策があげられるが, 今回の羽田線モノレールにおいては新しく開発した非共振スロットアレイ形漏えい導波ケーブルによって問題を解決した。本装置は極超短波無線電話によりトンネ



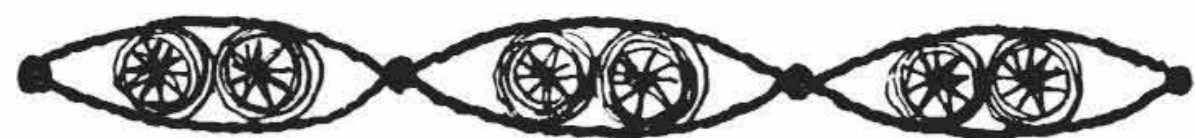
第10図 有線電話回線総合系統図

ル内は漏えい導波方式、他は空間波方式を使用してモノレール車上と地上基地局間を結び、さらに無線回線用遠隔制御器、有線設備などの地上設備を有効に組み合わせて総合システムを構成したものであり、各位のご参考になればはなはだ幸いとする。

終わりに今回の計画、実施にあたり種々ご指導ご協力いただいた東京モノレール株式会社の関係各位に対し厚くお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 内藤，安達，古寺：日立評論 46，1677（昭39-10）



新案の紹介



登録新案 第732327号 (実公昭38-20466号)

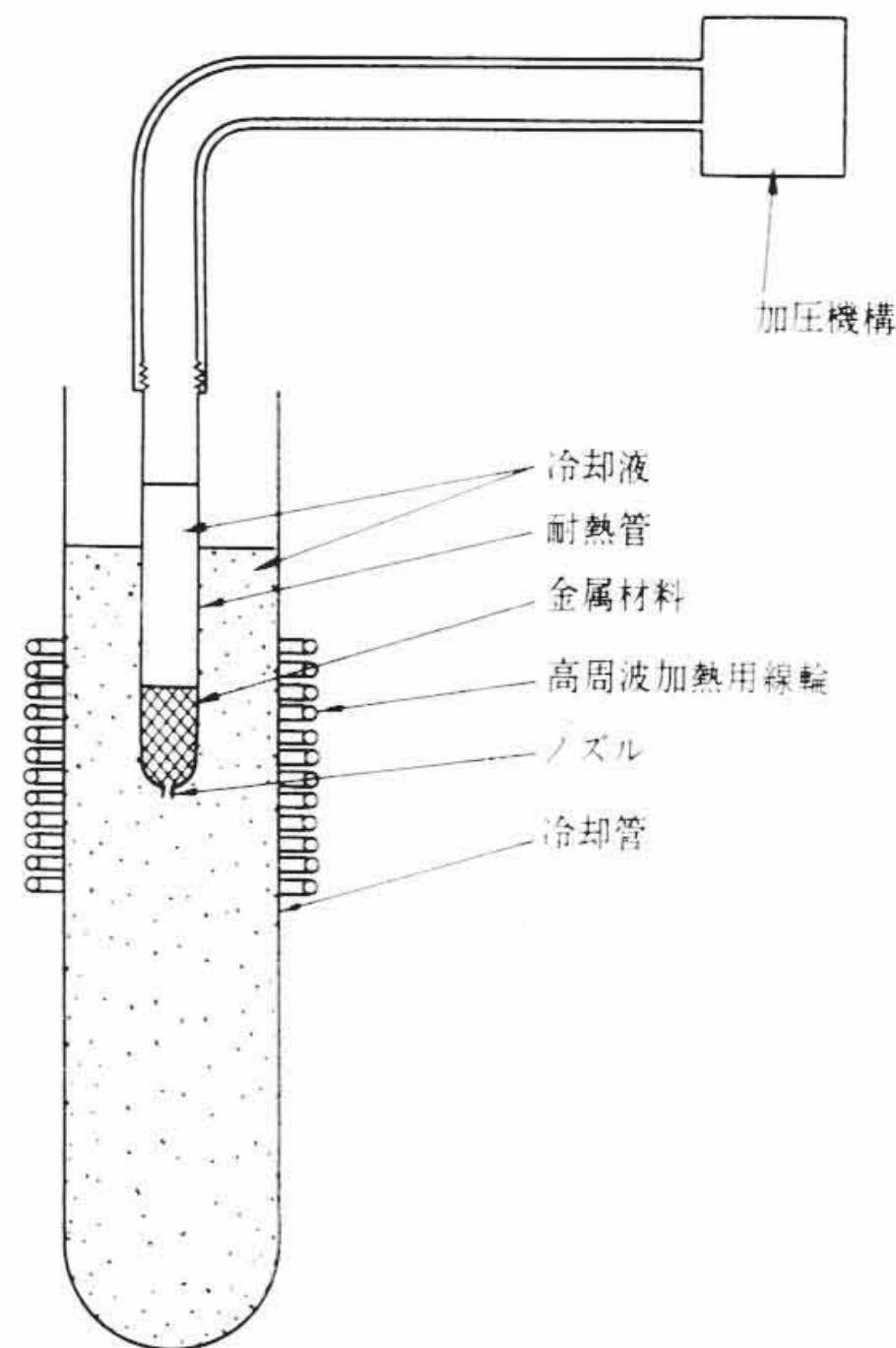
杉田吉充・増村庸之

球状金属塊の製造装置

この考案は半導体素子の電極などに用いる金属の球状粒塊を容易に製造しうる装置の提供を目的としたもので、図のように先端にノズル状の開口を有する石英などからなる耐熱管とこの耐熱管の周囲に冷却液で冷却するための冷却管と、この冷却管の周囲に設けた高周波加熱装置とによって構成したものである。

すなわちまず耐熱管の中に球状粒塊とすべき金属材料を入れ、この金属の上部と、冷却管内にそれぞれシリコンオイル、ジェチレングリコールなどの熱伝導が悪く高沸点で難燃性の液体を入れておく。次いで上記の金属を高周波加熱装置によって冷却管の外部より溶融し、前記耐熱管の一端より適当な圧力を加えるとこの金属はノズルより少量ずつ滴下され、冷却管内の液中で冷却され球状となって落下する。この装置によれば材料金属自体が発熱するために冷却液の沸点、引火点よりも相当高い融点をもつ金属にも適用でき、冷却液があまり加熱されないためにその劣化を防止しうるとともに金属材料自体も高周波加熱時のかくはん作用によって材質が均一となり、また外気と隔離された状態で溶融固化がなされるため表面酸化も防止しうるなどの効果がある。

(塩沢)



特許の紹介



特許 第422002号 (特公昭38-19338号)

金子洋一・佐藤敦

反射型速度変調管

従来の反射型速度変調管においては、周囲温度の変化による発振周波数の変化を補償するために空洞共振器の間げき寸法を自動的に調整する方式があるが、これも温度の急激な変化には追随せずまた電子衝撃による温度上昇、特に始動時に発振周波数が安定するまでに長時間を要する欠点がある。

本発明は以上の欠点を改良したもので図はその構成を示すものである。すなわちこの種速度変調管においては電子銃より射出された電子ビームは、格子電極1を通過した後、格子電極2と3との間で変調され反射空洞で反転して再び格子電極3と2との間を通過するが、この際出力が取りだされるように構成されている。この状態では電子衝撃によって加速円筒が著しく加熱され円筒軸方向に膨張して格子電極2および3の間隔が小なるため発振周波数が変化するが、本発明は、格子電極3を上向きの円錐体形温度補償板で支持し、かつこの補償板の外部への熱膨張をして熱膨張係数の小さい空洞外筒により抑制されるようにし、もって格子電極3を上方に変位させるように構成してある。したがって上記円錐体を適当に選ぶことにより急激な温度変化にも、また真空管の始動時にも迅速正確に反応し発振周波数を常に一定に保持せしめうるものである。

(米田)

