

第4章 陸上施設*

1. 海岸中継所

海岸中継所はケーブルの陸揚げ海岸に設置して、下記のような目的の設備と装置を収めた本テレメータシステムの海底部テレメータの受信と陸上テレメータの送信をする中継所である。また、非常の場合陸上テレメータが不通になっても、現地で監視するのに必要な最低のデータ記録が常時モニタされている。

1.1 中継所の主なる機能とその装置

- 海底部装置が稼動するのに必要な高圧（常時約 360 V）定電流直流の給電装置。
- 海底部装置から同軸ケーブルを通して送られて来る高周波電気信号を受信増幅し、地震等のデータ電気信号に復調する受信復調装置。
- 陸上テレメータで中継所から東京中樞へ、36成分のデータ信号を電電公社D-1回線を通して9,600ビット/秒のPCM信号で送り出す陸上テレメータの送信装置。
- 地震、津波、給電の監視用モニタ記録器。
- 非常の場合でも全システムが完全に働くような無停電電源となる発動発電機と蓄電池を持った直流（21 V）給電装置。
- 海底部装置の給電帰線回路に必要な給電用海岸アース。
- 陸揚げされた信号ケーブルと給電用海岸アースケーブルを通す2条の管路。

1.2 工作物設置に関する折衝・申請・許可

1.1項の目的の装置を設備するために局舎とその用地、ケーブルを通す管路とその用地が必要となった。局舎は御前崎測候所の老朽庁舎の一部の建替えを含めて新築することになったが、管路のルート約700 mはすべて部外者の用地を通すことになるため、用地確保の難易とその工事経費等を総合的に検討した。更に、技術的にも海底同軸ケーブルを長い区間陸上ルートを通した例が日本ではほとんどなく、特に用地確保の容易な架空工事については、技術的な保障がないため管路を主体として設計した。気象研究所にはこれ等に関する経験者は皆無であったが、関連の機関とメーカーから種々意見を求めてルートを選定し工事設計は第3研究室（51年まで第2研究室）で行った。

これとは別に、海底と海岸に設備とその工事をするために漁業権に対する了解が必要となり、この問題を解決するため、昭和50年度より企画室が主体となり地元御前崎測候所の協力を得て接触と交渉が行われた。

*執筆担当 飯沼龍門

(1) 漁業権

漁業権に関する了解を受けることが本計画の実施可能かどうかの分かれ目となるため、昭和50年度より所長・企画室が中心となり、静岡气象台・御前崎測候所の強い協力のもとに、まず静岡県庁・御前崎町当局者の支援を受けて本計画の主旨を関係漁業協同組合に説明して協力を依頼した。関係漁業協同組合の特に幹部の方々の理解により、覚書形式の協定が51年7月から8月にかけてケーブル陸揚げ海岸沖に關係ある榛原地区（5漁業協同組合）漁業協同組合・浜名漁業協同組合・福田漁業協同組合の各代表と気象研究所長の間に交わされた。

この協定の内容にある布設工事方法・日程等細部については、事前に漁協に対して詳細説明を行うことになっていた。このため布設工事直前の昭和53年7月11日関係漁協の代表に御前崎漁協に集って戴き、気象研究所長と企画室の関係者と共に印刷した工事概要説明資料を配布して詳細説明を行い、最終的な協力を得た。この協定は、海岸保全域内占用協議と有線電気通信設備本邦外設置許可を受ける前提条件でもあった。

(2) 借地許可と手続

地上のケーブル管路ルートは、海岸の防波堤の貫通とこれに沿った県道の横断が一つの難関であったが、幸い現況では重要でない暗渠があり、これを利用させてもらうことから始めた。このルートはその先が民地の田畑であるが、現況は休耕地で荒地又は湿地である上、公図が不備と現況が合っていないのと、所有者とその筆数が多くその境界の確認には非常な手数を必要とした。まず第3研究室の職員により総体的な測量（平板測量）図を製作し、これに基き、予定ルートを決定して地主に予備交渉と正式な立入調査協定を結び、地元の測量士による境界確認と公式測量が実施され、これに基き管路敷2m幅を地上権は設定しない条件での借地交渉（会計課担当）が成立し、2つ目の峠を越えた。このルートのうち測候所近くの最短コースにある民地は経済価値の非常に高い地域であったが、地主である当時の御前崎測候所長大沢友栄氏（昭和52年11月現職で急逝）の特別な理解と計らいによるものである。

以上の他は町道関連の敷地内で、舗装完成間もない道路を掘りかえすことは経費もかさみ、地元にも迷惑をかけることもあり、大部分は道路に沿ってあった大きな排水溝を利用し、この側壁に沿わせることで町当局者と関係住民の了解を得た上で、道路専用協議書を提出してその許可を得た。

(3) 有線電気通信設備本邦外設置許可

海底地震常時観測システムは、海底ケーブルを日本の領海の外にわたって布設し、それに測器とその有線電気通信設備をすることになる。従来の気象業務用の設備については、特に許可を必要としない（有線電気通信法第三条）が、このシステムは有線電気通信法第八条“本邦外にわたる有線電気通信設備”に該当するため、郵政大臣の許可が必要となった。

この条文に該当する許可申請は郵政省としても初めてのケースで、郵政大臣官房電気通信監理官室の担当官の指導を受けて書類を準備した上で、気象庁長官名で許可申請をした結果、昭和53年3月23

日許可を受けた。

以上で、工事と設備に必要な手続きは完了した。全項目を第4.1表に示す。

表 4.1 許認可・借地等に関すること

件 名	申 請 者 名	管理責任者名	期 間	備 考
漁業権に対する覚書 (沿岸)	研 究 所 長	榛原地区漁協	設定なし	操業制限海域なし、ケーブルルートは標柱2 本で標示 (51. 7. 1.)
"	"	浜 名 漁 協	"	" (51. 7. 13)
"	"	福 田 漁 協	"	" (51. 8. 6)
道路占用協議書	研 究 所 長	静 岡 県 知 事	～昭55.3.31	県道敷の暗渠の専用、御土管第10-38号(52. 11. 12) 無料3年毎更新
海岸保全区域内占用 協議書	"	"	～昭72.3.31	海岸アース・陸揚げケーブル敷、御土管第2- 7号(52. 11. 12), 無料20年間
特別区域内工作物新 築許可書	"	"	設定なし	県立自然公園特別地域、自然第6-117号(52. 9. 2)
道路占用並に土木工 事施行協議書	研 究 所 長	御 前 崎 町 長	～昭62.8.31	測候所南線・芹沢広沢南線・長山線・御建第 352号(52. 9. 8) 管路・マンホール敷、無料10年間
借 地 (民地)	研 究 所 長	森 田 松 一	～昭54.3.31	172.22m ² (有料) 管路敷 1年毎
"	"	沢 入 市 夫	"	136.44m ² (") " "
"	"	大 沢 慧	"	55.20m ² (") " "
"	"	釜 下 藤 吉	"	25.40m ² (") " "
"	"	伊 藤 吉 十	"	8.80m ² (") " "
有線電気通信設備本 邦外設置許可	気 象 庁 長 官	郵 政 大 臣	設定なし	機器4台、ケーブル156km、郵電監第200号 (53. 3. 23)
公社回線専用契約と 用品認定	気 象 庁 長 官	東京電気通信局 長	—	東京-御前崎D ₁ -4W 6回線(内1回線 混合使用) 中枢受信記録装置・海岸中継所送信装置
消 防 法 関 連	御前崎測候所長	相良消防署長	—	自家発と油貯蔵300ℓまで
"	"	"	—	直流電源装置の蓄電池防爆処置

1.3 海岸中継所局舎

海岸中継所局舎のレイアウトは第3研究室が担当した。

局舎の特別仕様

- ・局舎は電磁シールドと避雷効果を高めるため、KDDの指導を受け、二階の機器室を掩う壁とスラブの補強鉄筋を約2m間隔で張りめぐらせた銅線へ銅テルミット溶接をして1点で1種アースに落とす。
- ・天井高は機器の高さが275cmを予定して梁下330cm以上とする。

- ・空調は24時間運用とし、保守の容易と安全を図るため冷暖房はヒートポンプ（熱交換器を切り換える）方式を使用して一式で冷暖房を行い、寒冷時の不足熱量は電熱を使用することにする。
- ・窓は数を少なくして、耐震と電磁シールド効果を高めるため、鋼線入りガラスを使用する。
- ・曲率半径が大きい同軸ケーブルの局舎内引き込み工事を考慮して、引き込み用の管路と配線用の天井ラックを設置する。
- ・既設の磁気テープ式（67）地震計・傾斜計・歪計等を一括して運用するようにする。
- ・屋外からの引き込みをするケーブル・屋内のケーブル等の配線に必要な配管をする。

以上の特別仕様のもとに、昭和52年度の建設省中部地方建設局が設計・監督・管理を行う支出委任工事として進められた。当初は、管路工事については経験がないとの理由で気象研の直営を希望されたが、特に依頼した結果、一括してこれも引き受けて施工してくれることになった。

この計画を実行する段階で、東京管区気象台を含め御前崎測候所として、一般的な要望事項をできるだけ取り入れるため、打ち合せ会と連絡を取りながらレイアウトを固めた。一方、中部地方建設局とは52年3月の時点から予備折衝を始め、4月下旬には御前崎の現地に両者の担当官が集まり、打合せを行った。5月末で基本設計を完了、その後詳細設計は、主として東京—名古屋間の電話連絡と図面等の交換で設計を固めた。9月上旬、中部地方建設局におもむき、最終設計を確認し9月中旬に入札が行われ、直ちに着工となった。

局舎の概要の配置は図4.1に示す。

局舎は、システムの保守運用の面に重点をおき、御前崎測候所の敷地内に建設することになったが、敷地が狭隘のため一部の老朽庁舎の用途廃止（東管）手続きをとり、とりこわしてから始まった。このため現地官署にはこの間多くの不便をかけた。発動発電機室は既設の発電機と増設の2系統を同時に使用すると、ハンドリングミス等によるトラブルが予想されたので、一般気象観測にも必要な容量を含めて発電機容量は15kVAとし、建物はこの装置が収容できる面積とした。概要は表4.2に示す。

表4.2 中継所建物の概要

建 物 名	構造・床荷重等	面 積	備 考
中 継 所	R C - 2	181 m ²	
(1 階)	・ 700 kg / m² ・ 空 調 機 械 - 冷 凍 力 20,000 kcal / h - 暖 房 力 22,000 kcal / h	(90.5 m ²)	電源室・空調機械室・ 暗室・宿直室・浴室・ 便所・湯沸室 200 ルックス
(2 階)	・ 500 kg / m² ・ 室 温 ・ 湿 度 26 ~ 22 °C, 50 % ・ 電 磁 シ ー ル ド	(90.5 m ²)	機械室（一部会議室） 300 ルックス
発動発電機室	C B - 1 コンクリートベッド	21 m ²	油タンクを含む

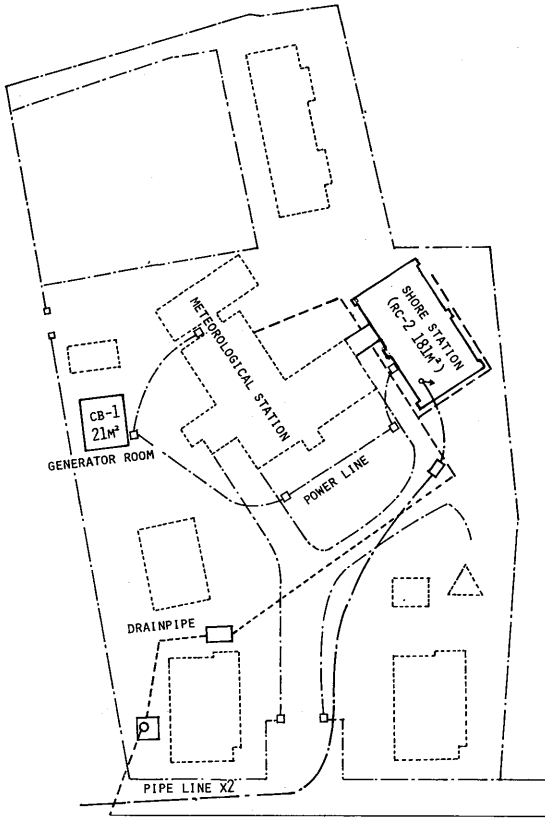


図4.1 御前崎測候所内の海岸中継所の位置
Fig. 4.1 Shore station in the Omaezaki Weather Station.

中継所の平面図および機器の配置図は、1階を図4.2、2階を図4.3に、全景を口絵写真2に示す。

1階の電源室には、単相100V-10kVAの避雷用の遮蔽トランスと21V-60Aのサイリスタ整流器2台（単独又は並列使用）・シリコン自動電圧調整機1台・600Ahの鉛蓄電池11個を組み合わせた無停電電源装置（SID-21-60型）が収容された。また、信号用と海岸アース用の同軸ケーブル2本が屋外より床下を通して立ち上り、天井（2階の床）から2階の天井配線ラックに至る通路にもなっている。

空調機械室にはラジエーター・送風機・ヒーターのみを収容し、エネルギー源となる空気熱源ヒートポンプの主要ユニットは屋外に設置した。この他に写真暗室・便所・宿直室・浴室・湯沸室を取った。旧庁舎との出入口は渡り廊下で接続した。

2階には、海底地震常時観測システムの海岸中継所装置の機械室として、ケーブル終端装置

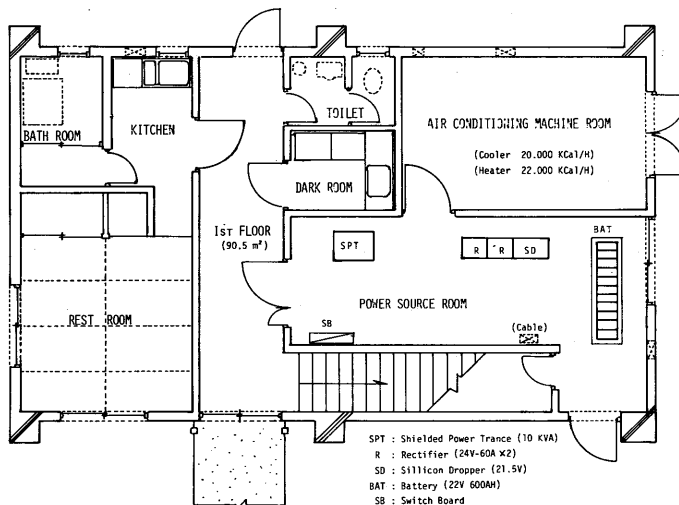


図4.2 海岸中継所（1階）
Fig. 4.2 Shore station (First floor).

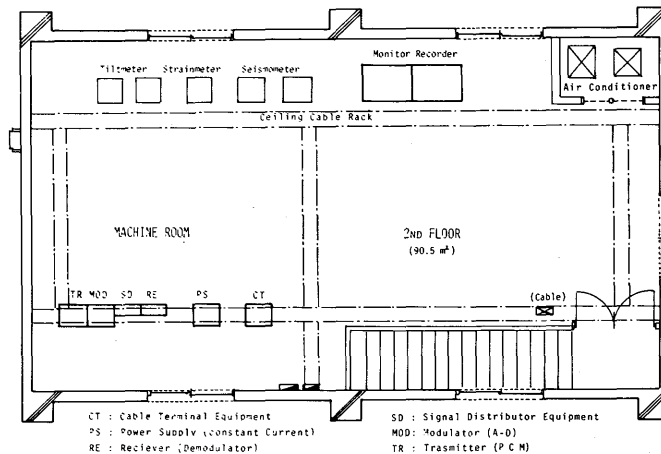


図 4.3 海岸中継所 (2 階)

Fig. 4.3 Shore station (Second floor).

1 架、海底部給電装置 1 架・受信復調装置 1 架・分配制御装置 1 架・陸上送信装置の増幅論理装置 1 架・変復調送信装置 (PCM 9600bit/sec 6 台) 1 架と地震モニタ記録器 (3 成分全自動用紙交換式ドラム型インク書き記録器) 2 台を収容した。この他、旧地震計室に設置してあった歪計およびこの有線テレメータ送信器・67 型電磁地震計・傾斜計・検潮儀の分岐盤を移設し、この 3 式の有線テレメータ送信器を新設収容して、総合的に保守管理が効率よくできるようにした。全面積には余裕を取り、保守管理の作業場と会議室とを兼ねた。

天井高は事務所建物より高く、梁下 330 cm にし、天井には配線用ケーブルを通す天井ラックを図 4.3 (別途工事) に示すように設置した。このシステムの伝送波は低周波 (40 kHz ~ 200 kHz) 帯を使用し、中継所の受信装置の入力レベルは各チャンネルあたり -70 dBm と非常に低いため、外来電波等による混信を極力避けたいと、予定の S/N が取れないので、電磁シールドには最大級の方策をとった。即ち、信号用同軸ケーブルは水深約 50 m になる海底で、長さ 5.2 km と陸上 0.8 km の合計 6 km の間は、鉄片 2 重と鉄片のコルゲート 1 重の電磁シールドをしたケーブルとした。更に管路は鋼管とした。建物のシールドについては、電電公社は伝送波帯が高く (36 MHz) 電磁シールドの必要性が全くなく、その経験も少なかった。そこで前述の通り、KDD のノウハウを受けて施工し、当初電磁シールドのアースに落とす方法 (当初コンデンサーを介したが、後直接落とした) で多少問題が生じたが、結果的には所期の S/N が取れ、この方策が非常に有効であったことが確かめられた。

発動発電機室は図 4.4 に示す。

この建物はコンクリートブロックでスラブは鉄筋コンクリート造りである。建物には、15 kVA のディーゼルエンジンによる発動発電機本体と全自動制御をする制御盤 1 架・自動切換え等の配電盤 1 架と 300 l のオイルタンクが収容された。この建物および装置は所管の消防署 (相良) と連絡を取り、

消防法と関連地方条令に基く設計をすると共に、
完成後は屈出をして検査も受けた。

1.4 電源装置

商用電源は一般用（中部電力としては復旧グレードは高くしてある）の配電系統から単相 100 V で受電している。このシステムは非常の場合でも常時安定して稼動することが前提とされているため、電源装置については経費の許す範囲で万全を期した。概要と系統は図 4.5 に示す。

(1) 自家発電装置

自家発電設備は、全自動方式とし、停電を検知 1 分後にセルモータによる起動がかかる。起動しない場合は 20 秒間隔で合計 3 回起動がかかる。これ以上は故障表示となる。正規の電圧となれば、自動的に商用から自家発電に切り換わる。

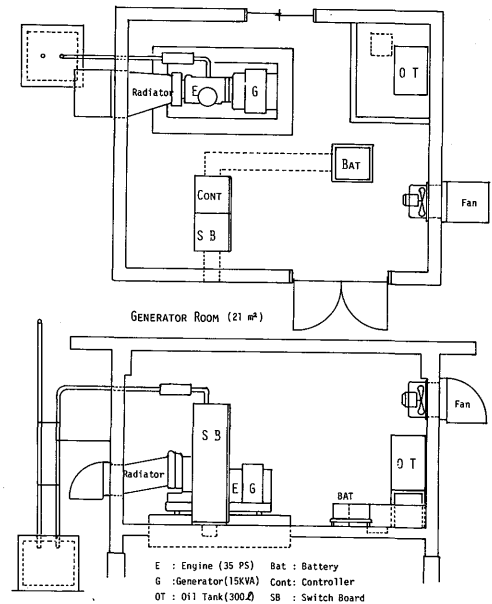


図 4.4 発動発電気室

Fig. 4.4 Generator room.

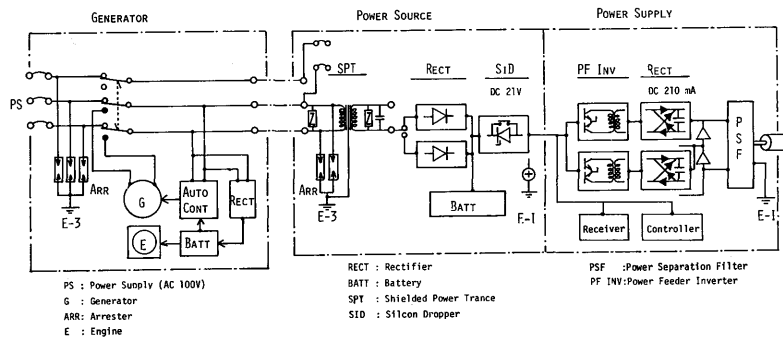


図 4.5 電源供給系統図

Fig. 4.5 Power supplier for the submarine system.

商用が回復した場合は、これを検知して 2 分後に自動的に商用に切り換わり、3 分後にエンジンが止る。冬季も起動が容易になるようエンジンオイルパンにヒーターが入っていて予熱している。また、エンジン起動とモニタ用電源電池はフローティング充電されている。故障および作動の状況は現業室のリモート監視表示盤でモニタができる。定格は表 4.3 に示す。

表 4.3 自家発電設備

名 称	定 格	数 量
ディーゼル エンジン	形 式 水冷4サイクル・4気筒 回 転 数 1800 r. p. m. 出 力 35 PS / 1800 r. p. m. 燃 焼 方 式 予燃焼室式 起 動 DC 24 Vセルモータ	1台
発 電 機	形 式 横軸, 防滴保護 出 力 単相 100 V・15 kVA 周 波 数 60 Hz 励 磁 自 励	1台
配 電 盤 自動制御盤	開 閉 器 商用~自家発は自動, その他はブレーカー付 避 雷 器 PV-TF形 メ ー タ ー 電圧・電流・周波数 手動切り換え 制 御 方 式 時間はタイマーによる, 調整可能	各1台
そ の 他	オイルタンク 300 ℓ 防 振 ゴムクッション4点支持	

(2) 無停電電源装置

発動発電機による電源では、瞬断に対しては対応できないので、電池を介在させた無停電電源装置を必要とした。海底同軸ケーブル通信システムも雷災に対して例外ではない事例があるので、避雷対策にも可能な範囲で対策をした。庁舎の建物自体については、前に述べた通りのシールドとアースを施工した商用電源から入って来る雷サージを減衰させるため図4.5に示すような静電遮蔽形トランスとZNR型のサージアブソーバ・放電型避雷器を組み合わせた10 kVAの耐雷トランスを挿入した。これにより誘導雷のサージを1/100程度に落とすことが期待できた。

直流電源装置は、電電公社が電話局等で使用実績の確かなSIDシリーズのうち電圧と容量の適合したSID-21-60型(21V・60A)を採用することにした。整流器は全自動サイリスタ整流器2台を単独又は並列に使用し、単独使用中でも一方が故障すれば自動的に他の一方に切り換えられる。この直流電源によりCS型(ファイバークラッド式)600 Ahの鉛蓄電池11個1組を浮動充電する。整流器はフィードバック制御回路で最適電圧が保持され、電池の過充電が防止され、更に電槽には触媒栓を取り付けたので、防爆効果があると共に電液の減少を防止しているので補水の必要がほとんどない(使用1.5年で減少が認められていない)等の、電池の長期安定化が図られている。出力電圧の安定化は、図4.5のSIDが機能する。この主体は、大容量シリコンドロップパーと出力電圧を検知して、これが一定になるような制御装置と組み合わせ装置である。AC電源が停電して電池から電力が供給される場合は、ドロップパーの一部を短絡して効率を上げるようにしてある。給電は⊕極をアースした。また平常の負荷は30 A以下である。

この直流電源(21V)で海底部給電装置(詳細は2章)2台を直列駆動し、その定電流電源(210

mA)はPSFを通して海底部全システムに給電されている。陸上テレメータ部の送信装置は耐雷トランスを通した電源を供給しているが、商用電源が停電して発動発電機が作動するまでの間2分程度の停電がある。これは一般の地震テレメータと同じグレードである。

1.5 局舎アース

局舎敷地内に海岸アースとは別に下表に示す局舎アースを合計4式設置した。

表4.4 局舎アース一覧表

アース名	目的	仕様	接地抵抗	図4.6
自家発電機	避雷	5mパラアース 3本	35 Ω	No.1
耐雷トランス	避雷	5mパラアース 3本	18 Ω	No.2
局舎アース(補強)	電磁シールド (海底部用)	5mパラアース 4本	(総合) 1.2 Ω	No.3
通信用アース	陸上テレメータ用	5mパラアース 8本	11.3 Ω	No.4

これらのアースは、避雷用アースは避雷器毎に設置し、信号用とは別にした。局舎アースの設計にあたっては、比抵抗を測定した結果地下10m以浅(地下水位約10m)に比抵抗(160 $\Omega \cdot m$)の比較的低い層があったので、可能な限り長いアース棒を用いることとし、5mのパラアース棒を打ち込み更に低減剤を注入した。

配置図とパラアースの概要は図4.6に、接地抵抗は表4.4に示す。

2. 管路

2.1 管路に対する検討

KDDの海岸中継所は一般に汀近くに建設され、同軸ケーブルを陸上ルートで長い区間を通して、いるところはない。このためKDDからは管路に対する指導は特に受けられなかった。同軸ケーブル

メーカーであるOCCからは、信号用の二重電磁シールド付25mm同軸ケーブルの中心導体の銅棒(8.4mm)の耐抗張力は400kg以内、曲率内径は3m以上を保つこと。架空工事等による繰返し変形はリングカットを起こす危険があり、長い間の特性保証は困難であると提言された。また、架空工事はこの他、台風・火災等の災害にも弱いことと、温度が変化すると同軸ケーブルの高周波伝導特性にも変化をきたす等のデメリットがあるため、前述の通り架空は陸上ルートの工法からは除外した。

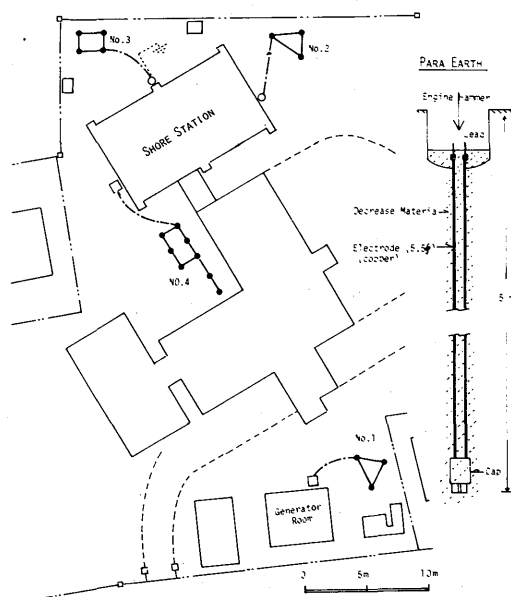


図4.6 局舎アース

Fig. 4.6 Station earths.

使用するパイプについては、鋼管とポリエチレン製のコルゲイト管について検討したが、電磁シールド効果の高い鋼管とすることにした。鋼管のうちでも一般的な亜鉛メッキ鋼管（白ガス管）を使用することにして、上記の条件を参考の上一応の基準を作った。

2.2 管路の設計仕様の基準

- (1) ルートはできるだけ屈曲を避ける。
- (2) ケーブルの1区間は 300 m 以内とする。
- (3) ケーブル接続用マンホールの大きさは、接続用の機器の搬入とその作業を考慮して 4 号型とする。
- (4) 急カーブや屈曲の多い所には中継用として 2 号型マンホールを設置する。
- (5) 舗装道路は可能な限り掘り起こさない。
- (6) 使用パイプは白ガス管としてケーブルの堅さを考慮して、内径はケーブルの外径の 1.5 倍以上とする。
- (7) パイプの曲げ半径は、3 m 以上とする。
- (8) パイプとマンホールの接続部には、ベルマウスを使用してケーブルを保護する。引き込み位置は一定とする。

以上の基準により設計施工した。

管路ルート及びマンホール等の配置図は図 4.7 に、断面図は図 4.8 に示す。マンホールは軽量のレジコン（合成樹脂）コンクリート製を使用した。配置図のロードの部分は道路下に埋設、トレンチの部分は道路横の排水溝の壁面に二段に吊り下げ布設、無印の部分は私有地の畑又は現況原野への埋設である。海岸の M-4 と M-2 の間は湧水地帯で重機械の導入が困難で工事難航した。また、施工の段階でパイプの曲げ角度やマンホールの位置が適当でなく、中部地建を通じて一部手直し工事を実施してもらった。

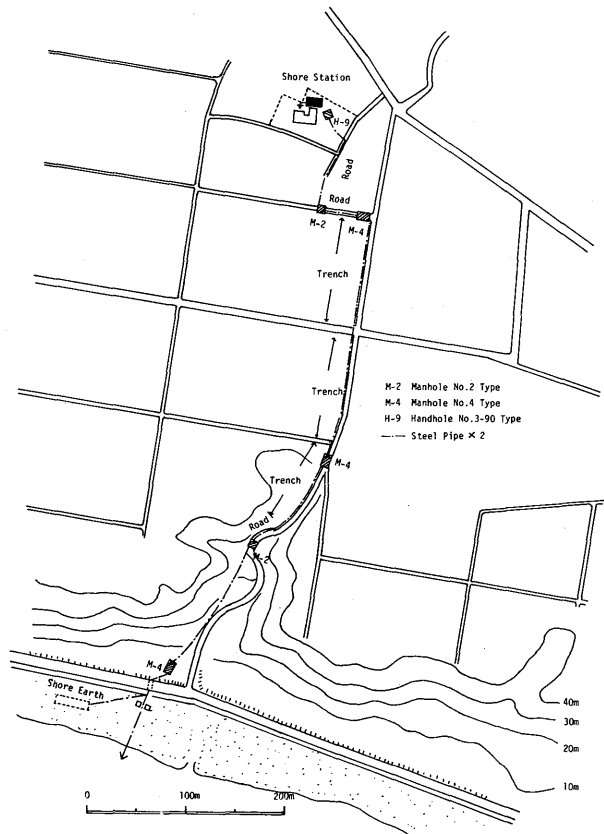


図 4.7 陸上ケーブルのルート
Fig. 4.7 Land cable route.

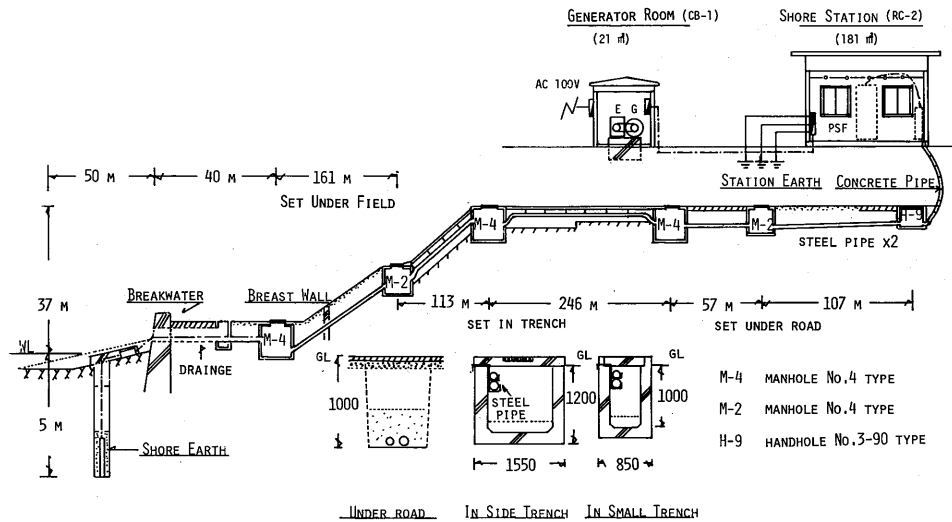


図 4.8 陸上ケーブルルート断面図

Fig. 4.8 Cross section of the land cable route.

2.3 ケーブルの通線と接続

管路完成後ケーブルの通線と4号マンホール内での接続はケーブルメーカーが担当した。海底同軸ケーブルを管路に通線した経験が少ないのと管路の状況を調べるため、まず通線リハーサルを実施した。通線は工事時に挿入した8番鉄線をメッセンジャーとしてワイヤーを1区間通線し、その先にリハーサル用高張力38mm同軸ケーブルを各区間毎に通線試験をして、この時ウインチの張力を調べて問題はないか、また管路の一部手直し等が必要であるかを含めてテストをした。この結果ウインチの荷重が1トンを超える時があったが、途中管路内でのワイヤーの摩擦も加わっているため問題はないと判断された。本番通線工事は、ケーブルは1ピース長約300mの3ピースに分割してリハーサルの結果を活用して実施した。海岸に近い4号マンホールと坂上の4号マンホールの間の湿地帯の区間のパイプに、泥による目詰りがリハーサル時に認められていたが、本ケーブルの通線では特に障害にはならなかった。通線で最も力がかかったのは、局舎に近いピースで張力1トンを超えたがワイヤーを調べた結果、途中の摩擦によるものと推定され、ケーブルには無理な荷重は加えていない。

局舎内への通線は機械力を使用できないため人力のみで行い、研究所の立会者も手伝う一幕もあった。ケーブルの挿入後、4号マンホール内2ヶ所で、電磁シールド付同軸ケーブルの接続(写真4.1, 4.2)を行った。

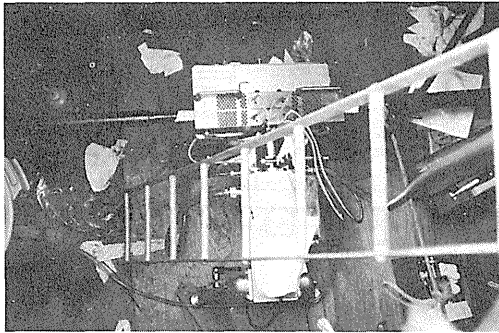


写真 4.1 マンホール内でのケーブルの接続作業
Photo. 4.1 Connection work in the manhole.

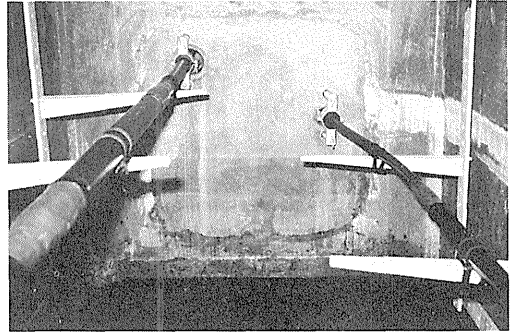


写真 4.2 マンホール内のケーブル
Photo. 4.2 Land cable in the manhole.

3. 海岸アース

3.1 海岸アースの働き

海岸アースは、海底部装置の給電帰線回路と避雷用のアースで接地抵抗を低くし安定化すると共に雷サージに対するインピーダンスを低くするため、局舎からの 800 m のアース線には同軸ケーブルを使用した。

本システムの給電システムの概要は図 4.9 に示す。海岸局の給電装置から同軸ケーブルを通り、海底部装置のツェナーダイオード（白三角）の働きで、必要な電圧の電源が装置に給電される。先端装置からケーブル長で 1 km（電食防止）離れた海底アース（チタン棒白金渡金の電極）から海水中に拡がり、海岸の汀部の海岸アースで集める方法の回路として構成されている。図 4.9 の斜線の入ったダイオードは、振子クランプのコマンドとして逆向の電流（ -150mA ）を流した時の回路と逆流防止用のものである。黒のツェナーダイオードは、常用の白系統のダイオードが断線した場合でも全システムのループが断線状態にならないためのバイパス用の働きをする。伝送波はコンデンサーと高周波トランスで同軸ケーブル

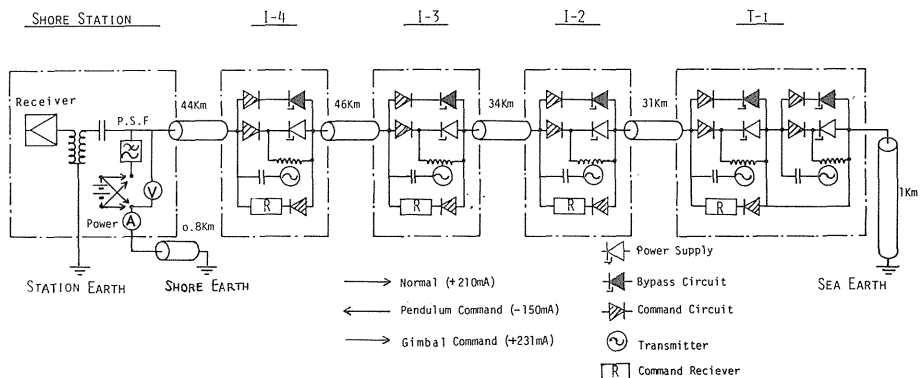


図 4.9 海底部給電の概要

Fig. 4.9 Power supply for the submarine cable.

ルにカップルして海岸局に送られ、P. S. Fにより信号と給電に分離され、信号は受信器に入る。

3.2 海岸アースの基礎調査

海岸アース工事の仕様についても、ノウハウの多いKDDから技術指導を受けた。KDDの海岸アース方法にも表4.5のように、形式はその都度で多少変わっているが、汀部に設置していることは一貫している。本システムのアースは日本の技術のみで開発した日中海底ケーブル通信システムの九州の南端の

表 4.5 海岸アースの比較表

中継所 項目	二 宮	直 江 津	沖 縄	苓 北	御 前 崎
回 線 名	TPC-1	J A S C	TPC-2	日 - 中	O B S
所 属	K D D	K D D	K D D	K D D	J M A
電極の大きさ	60φ×1,500	318φ×7,000	75φ×2,000	50φ×2,000	50φ×2,000
電極の材質	銅 棒	銅 管	シリコンアイアン	銅 棒	銅 棒
電 極 数	6 本	7 本	6 本	6 本	6 本
深 さ	4 m	11 m	10 m	5 m	6 m
地 層	砂 礫	砂	珊 瑚 礁	砂 礫	第3紀頁岩
電極の間隔	4 m	8 m	3 m	5 m	5 m
電 源 極 性	⊕	⊖	⊖	⊖	⊕
電 流 量	370 mA	170 mA	136 mA	100 mA	210 mA
接 地 抵 抗	1 Ω 以下	0.5 Ω 以下	0.4 Ω	0.5 Ω	1.5 Ω

苓北海底線中継所で使用した仕様と業者によって施工した（昭和54年度に日本が受注して製作施工した海外の同様システムも同じ方式のアースを使用している）。

アース抵抗は1Ω以下を目標として、まず昭和52年3月、KDDの技術者による予定海岸内で比抵抗を測定してから始めた。この結果は、図4.10に示す。これによると、塩水の含んでいる表層2～3mの間は2～4Ωm（乾燥地域は高い）と低いが、その下の岩盤の平均測定比抵抗は14Ωmであった。

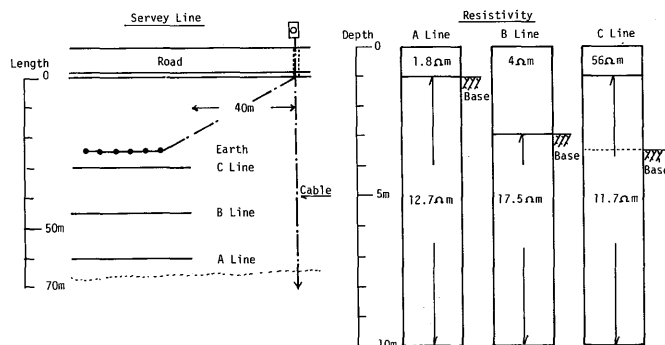


図 4.10 比抵抗の測定結果

Fig. 4.10 Resistivity distribution on shore.

- ・アースの接地抵抗 $R_1(a)$ は,

$$R_1(a) = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

ρ : 大地比抵抗 (Ωm) = $14 \Omega m$

L : アース棒の長さ (m) = $2 m$ ($L \gg a$)

a : アース棒の半径 (m) = $2.5 \times 10^{-2} m$

- ・アース棒直列 n 本の合成接地抵抗 R_n は,

$$R_n = \frac{1}{n} \left[R_1(a) + \frac{\rho}{\pi s} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right) \right]$$

n : アース棒の本数 (本) = 6 本

s : アース間の距離 (m) = 5 m

で与えられる。

上記2式に数値を入れると,

$$R_1 = 5.32 \Omega$$

(直径 5 cm 長さ 2 m の電極体)

$$R_6 = 1.10 \Omega$$

(6本の5m直列の合成)

即ち、この仕様で約 1Ω の接地抵抗が期待される。この他参考までに、電極の電食量を陽極（この場合は陰極である）と考えて20年間 300 mA を流したとすると、最大溶出量 x を試算してみると、

$$x \doteq 60 \text{ kg}$$

電極1本の重さは約 35 kg で6本では 360 kg あり、約 $1/6$ が溶出することになり、直径 5 cm の電極が約 4 cm に細ることになる。しかし、この電極は陰極として使用しているので、溶出は極く少量で問題は起こさないと推定される。

3.3 海岸アース工事

この海岸の砂は 2~4 m の深さで、その下は第3紀の頁岩で、台風等ひと荒れするとこの砂は移動しなくなる恐れがある。また、KDDの技術者より海岸の岩盤内は地下水が陸上から入ってきて、意外に塩水が入らないと注意された。

調査と注意事項を考慮して、アース電極数は6本として電極はできるだけ海水に近づける一方、砂が流失しても損傷を受けない設計とした。アース（ケーブルストッパー）概要とその配置図は図 4.11 に示す。

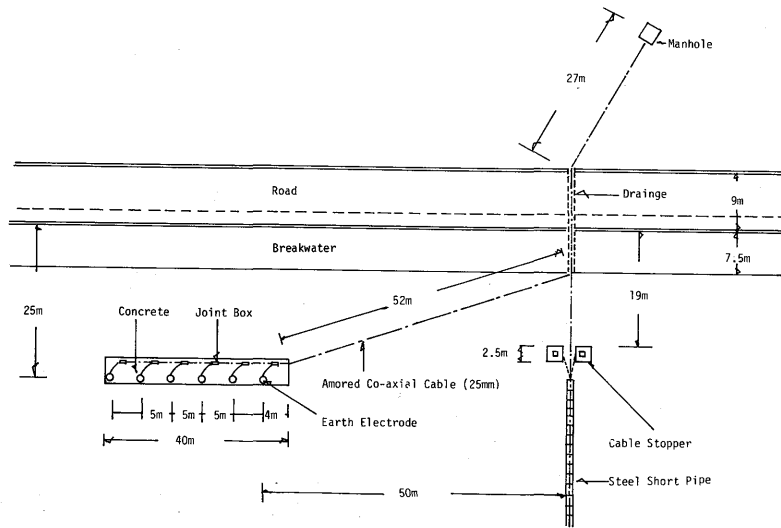


図 4.11 海岸アースとケーブルストッパー
Fig. 4.11 Shore earth.

アースには電流が流れ込むため、近くの導体特に外装ケーブルの電食腐食を防止するため、信号用ケーブルからは50m離れた。この工事は昭和53年3月末に施工したが、まだ西風が強く波も荒く、波打ち際の工事が困難なため位置も陸側に少し寄せた。また、この海岸特有のめくら砂が飛び工事関係者は水中眼鏡をかけて作業する等の苦勞をした。

電極およびこの端末に固定したリードケーブルは図 4.12 と図 4.13 に示す。図 4.12 の①は直径 5 cm、長さ 2 m の銅棒でこの先 25 cm が図 4.12 の構造のリードケーブルとの接合部である。この電極を図 4.14 の右図に示すよう汀部に直径 116mm、長さ 6 m（岩盤は 4 m）のボーリングをしてこの孔に電極を挿入して海水（NaCl）でねったベントナイトを注入して、岩盤との接触抵抗の低下をはかった（写真 4.

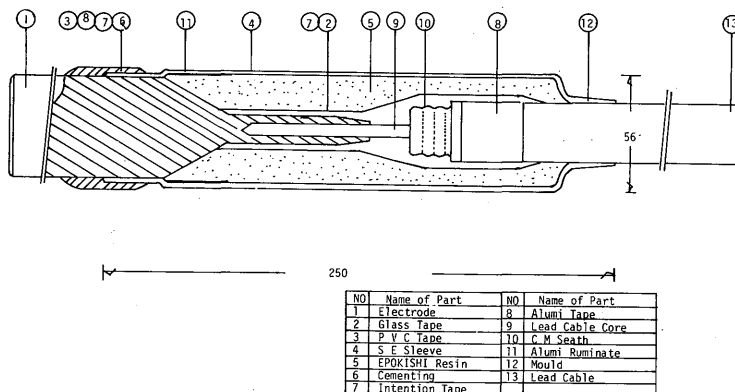


図 4.12 アース電極とリードケーブルの接続部
Fig. 4.12 Connector of the electrode and the lead cable.

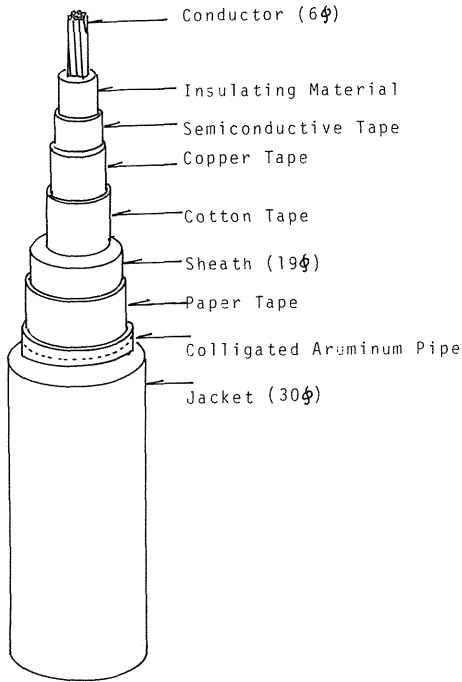


図 4.13 海岸アースのリードケーブル
Fig. 4.13 Lead cable.



写真 4.3 ペントナイトの注入
Photo. 4.3 Shore earth work.

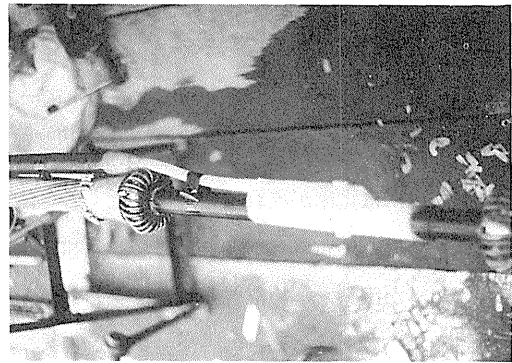


写真 4.4 海岸アースケーブルとリードケーブル
の接続部 (図 4.15 参照)
Photo. 4.4 Connector of the lead cable
and the shore earth cable
(cf. Fig. 4.15).

3)。

電極 6 本を挿入セット後この周囲に防砂用の
テントをすっぽり張り巡らせて、リードケーブ
ルとメイン同軸ケーブル (5φ一重外装 25mm

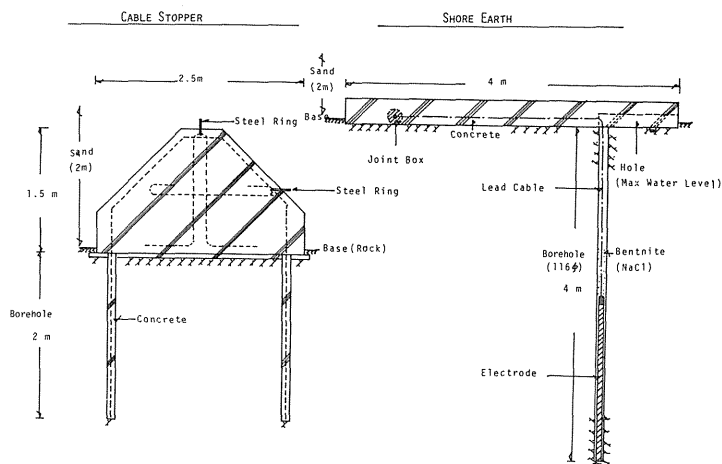


図 4.14 ケーブルストッパーと海岸アース
Fig. 4.14 Cable stopper and shore earth.

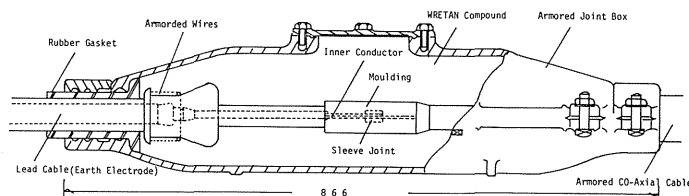


図 4.15 海岸アースケーブルとリードケーブルの接続部 (写真 4.4 参照)

Fig. 4.15 Connector of the lead cable and the shore earth cable (cf. Photo. 4.4).

同軸ケーブル)を図 4.15 に示す構造と工法のジョイントボックスで 6 本の電極を電氣的にも機械的にも完全に接続した (写真 4.4)。

接続は 1 箇所 1 日を必要として、これだけで 6 日間かけた。接続工事完了後、周囲の砂をブルドーザーで基盤が露出するまで取り除き、図 4.11 と図 4.14 に示すように (写真 4.5) 厚さ 30 cm のコンクリートを打ち込み砂が流れ去った場合の防護をした (電極には海水が入るようコンクリートに穴をつけた)。メイン外装ケーブルは岩盤まで掘削して、アース電極部と共に砂で埋め戻しアース工事を完了した。完成後のアース抵抗は下表に示す。



写真 4.5 海岸アース (図 4.11, 4.14 参照)

Photo. 4.5 Shore earth (cf. Figs. 4.11 & 14).

各電極の接地抵抗値

電 極 番 号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
抵 抗 値	4.0 Ω	3.6	3.8	4.2	4.0	3.9

総合接地抵抗値 1.5 Ω

総合接地抵抗は、予定の 1 Ω よりわずかに高くなったが、別項で述べる先端装置間 (約 110 km) との地電位変化の測定が可能となったことからすると、非常に安定したアースであることが確かめられた。

3.4 ケーブルストッパー

ケーブル陸揚げ海岸には、ケーブルを陸揚げする時の大滑車を支えるものと陸揚げ後のケーブルを支持するものは皆無であったので、汀部にこのストッパー用の台 2 基を構築した。位置は図 4.11 に、概要は図 4.14 の左に示す。これも周囲の砂が流出した場合を考慮して設計し、岩盤に長さ 2 m のボーリングを 4 本掘り、これに 22mm の鉄筋を挿入してアンカーとした。このアンカーだけで 30 トン以上の

耐力がある。上部は波に対して強くするため角錐形とし、そのトップと横の間に38φの鋳鋼のリングを各2本ずつ取り付け付けた。トップのリングはケーブル陸揚げ時に、中間のリングは永久ストッパーの支持用とした。

3.5 ケーブルの陸標

ケーブルの陸揚げルートの方角を陸上標識で一般に表示して、海上で漁船のアンカー等による事故の防止を図った。海岸の接続用マンホールをはさんだ民地に、図4.16と写真4.6に示す高さ8mのコンクリート柱に1.5mの白色三角標識板を付けた標識柱2本をケーブルの布設ルートの見通し線上(N 204°E)に設置して、沖合3kmからも認められるようにした。更に、この陸標の国道に面するところに、ケーブルの埋設に対する一般的な注意板を掲示した。また、海浜内のケーブルの埋設とアースの埋設位置を表示する30cm4角のステンレス板にエッチングした表示板(写真4.7~4.8)を防波堤の内側に取り付けて、一般に注意してもらうのと、管理の目印とした。

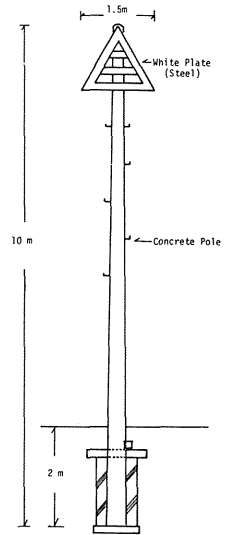


図4.16 ケーブル標識柱
Fig. 4.16 Land mark for the submarine cable.



写真4.6 ケーブル標識柱

Photo. 4.6 Land marks for the submarine cable.

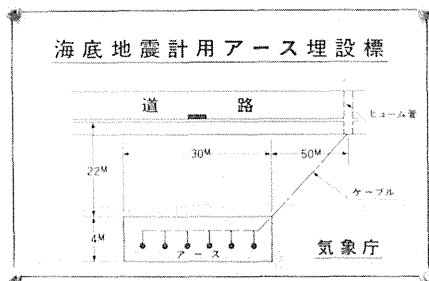


写真4.7 海岸アースの表示板

Photo. 4.7 Indicator for the shore earth.

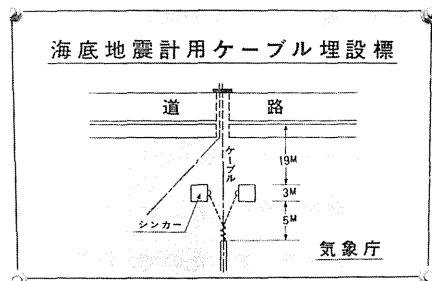


写真4.8 ケーブルストッパーの表示板

Photo. 4.8 Indicator for the cable stopper.