

中部電力（株） 海部松ヶ枝線 275 kV 2500 mm² CVケーブル長距離線路竣工

Completion of 275-kV XLPE Cable Long Distance Underground Transmission Line for the Ama-Matsugae Line

中野 光也 [*] Mitsuya Nakano	増田 浩重 [*] Hiroshige Masuda	田中 泰道 [*] Yasumichi Tanaka	今井 浩三 ^{*2} Kouzou Imai	平塚 勝義 ^{*2} Katsuyoshi Hiratsuka
橘 直人 ^{*4} Naoto Tachibana	松田 和彦 ^{*3} Kazuhiko Matsuda	泉 肇 ^{*4} Hajime Izumi	中村 利昭 ^{*3} Toshiaki Nakamura	稲増 裕亮 ^{*5} Yuusuke Inamasu

概 要 中部電力（株）は、名古屋中心部の電力需要の増大及び供給信頼度向上対策として、平成8年1月から275 kV CVケーブル地中送電線「海部松ヶ枝線（西ルート）」の工事を開始し、平成11年4月無事完了した。

本線路は、昭和63年に完工した東ルート、そして平成5年に完工した南ルートに続く第三段として、海部郡の海部開閉所から名古屋市中心部の名城変電所を経由して松ヶ枝変電所に至る亘長23.1 kmの長距離地中送電線路である。

古河電工は、このうち第二工区（6.3 km）に275 kV CSZV 1×2500 mm²ケーブルと中間接続部の押出しモールドジョイント（EMJ）を納入し、製造から現地施工に至る一貫した品質管理を実施することにより無事施工を完了することができた。

本工事においては、台船による超長尺ケーブルの河川輸送を行い、河川に台船を固定して台船から長尺布設を行ったことが大きな特徴である。なお、今回納入したケーブルの設計、製造、及び中間接続部の押出しモールドジョイント（EMJ）の設計、製造、施工等は南ルートと同一としている。

1. まえがき

近年、名古屋市中心部では電力需要が漸次増加の傾向にあり、配電線路網の強化が必要とされてきた。

海部松ヶ枝線（西ルート）は東ルート、南ルートに続き都市部への電力供給を行う長距離地中送電線として平成8年1月から3ヶ年余りをかけて工事が行われ、平成11年4月無事完成を見るに至った。

本線路は海部開閉所～名城変電所までの18.5 kmと名城変電所～松ヶ枝変電所までの4.6 kmからなる亘長23.1 kmを275 kV 2 cctで結ぶ線路である。ケーブルは南ルートと同様275 kV CSZV 1×2500 mm²素線絶縁ケーブルとし、途中13箇所の中間接続部には押出しモールドジョイント（EMJ）が採用されている。送電容量は2 cct 1320 MWで1999年4月より運開され現在に至る。

本工事では長さ約1600 mに及ぶ超長尺ケーブルを特別に設計されたコンテナに巻き取り、台船に載せて河川輸送を行い、河川上から台船を使って直接長尺布設を行ったという特色が挙げられる。

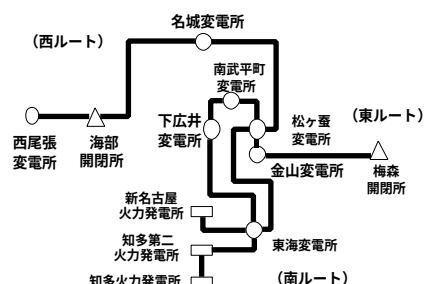


図1 超高压ケーブル系統図
System diagram of high-voltage cables routes

表1 海部松ヶ枝線線路概要
Outline of Ama-Matsugae line

線路区間	海部開閉所～名城変電所～松ヶ枝変電所
公称電圧	275 kV
送電容量	常時660 MVA/cct
亘 長	約23.1 km（2回線）
ケーブル	275 kV CSZV 1×2500 mm ²
接 続 部	中間接続部 78相（古河電工で24相を施工）
布設方式	洞道内 縦スネーク方式
接地方式	クロスボンド方式

^{*} 中部電力（株）
^{*2} 電力事業部 電力技術部
^{*3} 電力事業部 地中線技術部
^{*4} 電力事業部 地中線部
^{*5} 電力事業部 第二品質保証部

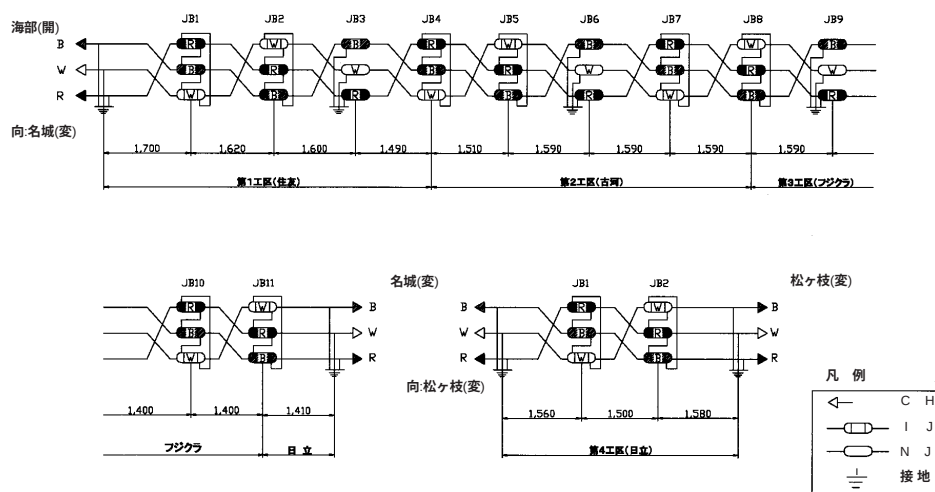


図2 線路系統図
Schematic diagram of the cable system

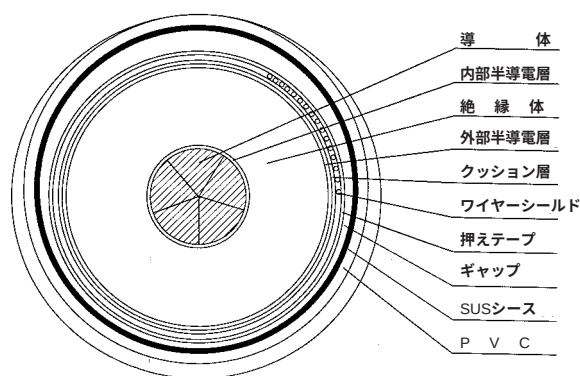


図3 ケーブル断面図
Cross section of cable

2. 線路概要

海部松ヶ枝線は、海部開閉所から名城変電所を経由して松ヶ枝変電所に至る 275 kV 地中送電線路であり、その線路概要を表1及び図1に示す。

古河電工は図2に示すように、No.4中間接続部（JB4）からNo.8中間接続部（JB8）間 6.3 km 区間4スパンに、275 kV ステンレス被CVケーブル（CSZV）1×2500 mm² 約37,800 m（ケーブル長）、中間接続部（EMJ）24相（IJ）を納入、施工した。

ケーブルの布設形態は、No.4中間接続部（JB4）～No.8中間接続部（JB8）間に3条俵積縦スネーク布設が採用されており、設備コストの低減が図られている。

3. ケーブル

3.1 ケーブル構造

ケーブル構造は図3、表2に示すようにCSZV構造でケーブル導体サイズは2500 mm²、導体は5分割で素線には黒化処理による素線絶縁を施した。

絶縁体厚さは南ルートをはじめ従来から実績のある 27 mm を採用し、絶縁体の熱膨張によるワイヤースールドの食い込みを防ぐためにクッション層 3.0 mm とクリアランス 1.0 mm を設けた。金属被には厚さ 0.8 mm のステンレスをコルゲート状に

表2 ケーブル構造表
Construction of cable

ケーブル種類	275 kV CSZV	
絶縁厚	27 mm	
金属被	有（SUS被）	
導 体	公称断面積	2500 mm ²
	形状	分割圧縮円形
	素線絶縁	有
	外径	61.2 mm
内部半導電層厚さ		約2.5 mm
絶縁体厚さ		27.0 mm
絶縁体外径		120.2 mm
外部半導電層厚さ		約1.0 mm
半導電性クッション層厚さ		約3.0 mm
ワイヤー	ワイヤー径	2.0 mm
遮蔽層	ワイヤー本数	80
半導電性押えテープ厚さ		約1.0 mm
ギャップ		約1.0 mm
SUS被厚さ		0.8 mm
PVCシース厚さ		5.0 mm
ケーブル標準外径		約159 mm
概算重量		約42,500 kg/km

表3 出荷時試験成績
Results of initial electrical tests

試験項目	目標性能	結 果
商用周波耐電圧	310 kV 10分	良
商用周波部分放電	310 kVで無発生	良
誘電正接	0.1 %以下	良（0.01 %以下）
静電容量	0.27 μF/km以下	良（0.22以下）
絶縁体	常温で	良（5.7×10 ⁵ 以上）
絶縁抵抗	2500 MΩ・km以上	

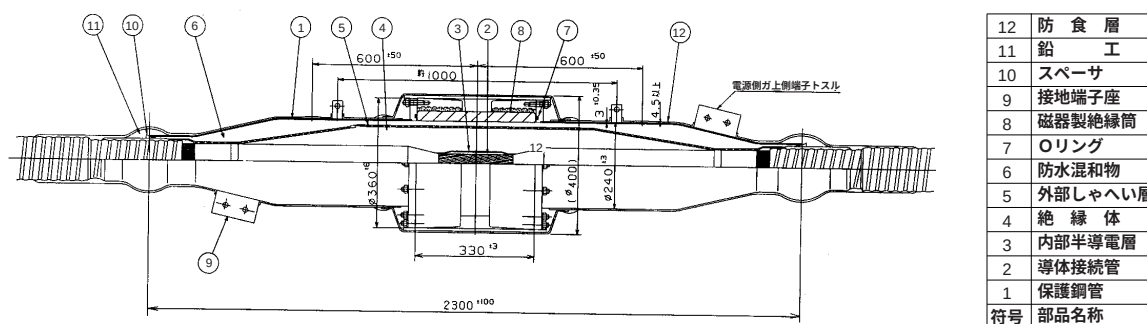


図4 EMJの構造
Cross-section of EMJ

成型したものを採用し、その外側にはビニル防食層を5.0 mm施した。ケーブル外径は約159 mm、概算重量は約42,500 kg/kmである。

3.2 ケーブルの製造及び品質管理

今回の275 kV CSZVケーブル製造においては長尺製造の安定化のため、東海松ヶ枝線同様の製造品質管理を行った。納入に当たって実施したケーブルの試験結果を表3に示す。この結果、規格値を十分満足する成績が得られた。

4. 接続部

4.1 接続部の設計

中間接続部には275 kV CVケーブル用に開発された押しモールドジョイント（EMJ）を適用した。

4.1.1 補強絶縁体厚さ

接続部補強層の絶縁体厚さは過去数年において試作したEMJの試験データをもとに設計した最低破壊電位傾度 (E_L) と設計耐電圧値より算出され、その絶縁体厚さは以下のとおりとなる。

設計 E_c AC : 18.0 kV/mm Imp : 45.5 kV/mm

設計耐電圧値 AC : 610 kV Imp : 1590 kV

絶縁体厚さ AC : 34 mm Imp : 35 mm

したがって、スリーブ上絶縁厚さは35 mmが必要となる。

4.1.2 異物，ボイド，突起の有害レベル

絶縁体中のボイド、異物、及び半導電層の突起の管理値は以下のとおりとした。

異物（アンバ）：許容値250 μm

異物（ブラック、メタル）：100 μm

半導電層突起 : 許容値 100 μm

ボイド : 許容値 30 μm

4.2 接続部の構造

本押出しモールドジョイント (EMJ) の構造を図4に示す。

5. ケーブル布設工事

5.1 ケーブル輸送

約1800 mの超長尺ケーブルを都心部まで輸送しなければならないことから、外径7.0 m、高さ2.0 mの特製コンテナによる堀川の河川輸送を検討し、布設基地（新洲崎橋）までの輸送を実現した。堀川は名古屋港からの潮の干満約2.7 m水位変化があり、コンテナ輸送の際にはその水位変化を利用した。また、輸送時における専用台船は、フロアリフトで台船高さを下げ、

河川航路にある橋をクリアすることとし、バラストポンプで台船内に水を注入しきつ水を調整しながら布設基地まで曳航した。(図5参照)

5.2 ケーブル布設

輸送台船とケーブル洞道までの間は仮設管路をつなぎ、台船から直接ケーブルを洞道内に布設した。本布設にあたってはコンテナ総重量が約80 tonと大きくなり、延線起動・停止時におけるコンテナの慣性によるケーブルへの影響を解消するため、輸送台船上にたるみ吸収部を設けることとした。ケーブル布設方式は、輸送台船に積載しているターンテーブル、ホーリング

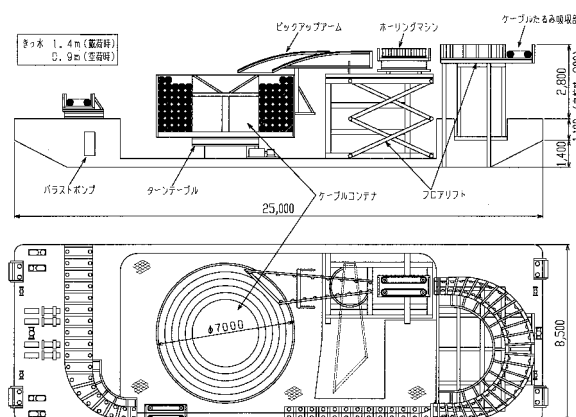


図5 ケーブル輸送台船
Cable transport ship



写真1 地上部ケーブル布設
Cable laying on ground



写真2 洞道内ケーブル布設
Cable laying on tunnel



写真3 洞道内スネーク布設
Cable snaking on tunnel



写真4 素線絶縁導体の皮膜除去
Film removal of insulated strand conductor



マシン，モーターローラを併用することにより行った。（写真1，2参照）

5.3 スネーク布設

本線路では，ケーブルの熱伸縮対策として3条俵積み縦スネーク布設方式が採用されており，トラフ，クリート省略により工期短縮及びコストダウンを図った。

スネーク布設後の状況を写真3に示す。

6. 接続工事

平成10年5月より施工を開始した本線路では，超高圧CVケーブルの代表的な中間接続部である押出しモールドジョイント（EMJ）が採用されている。これは南ルート等実績の多い接続部である。施工に際しては素線絶縁導体の皮膜除去（写真4），検査装置等の固有技術を含め，過去の275 kV EMJ施工実績により蓄積，確立された技術及び技能を反映しており，各施工場所に適合した施工を下記のように実施している。

6.1 品質管理

QC工程表及びチェックシートの活用によりヒューマンエラーの撲滅を図ると共に，クリーン化による異物混入防止を行い，CCD検査装置（写真5），画像処理装置及び小焦点X線による検査を実施した。



写真5 CCDカメラによる表面検査
Surface inspection using CCD camera



写真6 押出し
Extrusion

6.2 組立て環境

組立て箇所は洞道とMHであるが、MHでは特にクリーンルームの設営、機材運搬時の損傷等に十分留意し、管理された区画内で作業を行った（写真6）。

6.3 異社間接続

全24相のうちの6相はフジクラ社ケーブルとの異社間接続であり、導体サイズが2500 mm²のCSZVケーブル（素線絶縁）における異社間EMJは古河電工として本線路が初めてであった。

このため施工開始にあたり事前トレーニングを行い施工性向上を図ると共に、実機評価により所要性能を有することを確認、それらの知見を反映した施工を行った。

6.4 工期短縮

短期間内に工事を終了させるため2班を同時投入、接続を実施した。

7. 試験

7.1 試験条件

高周波同調方式を適用した部分放電測定試験を、各相で実施し、施工した線路に異常ないことを確認した。

なお、課電ステップは48 kV × 1 h, 159 kV × 1 h, 175 kV × 1 h, 207 kV × 24 hと約30 h/相の試験を行った。

7.2 測定回路

測定点近傍（JB4, JB5, JB6, JB7, JB8）へ子局を設置し、測定信号をE/O変換して光ファイバを使用して親局（名城変電所構内B5F測定室）にて一括監視を行った。

各絶縁接続部表面に取り付けた箔電極から、1～50 MHzの

全周波数帯域を親局まで光伝送することでノイズ識別、測定周波数の変更等が容易に行えると共に、光双方向通信による親局からの測定相切替、模擬パルス注入を実施できる回路とした。測定回路を図6に示す。

7.3 測定結果

部分放電試験を行った結果、当該接続部で1.0～2.0 pC、隣接するIJを監視した場合で5.3～24.0 pCの検出感度で測定が行え、ケーブル、接続部共に部分放電と判断される信号は観測されなかった。

8. おわりに

東ルート、南ルートに続く第三段の名古屋市内への電力輸送線路となる西ルートは平成8年1月から3ヶ年あまりをかけ、平成11年4月に無事工事を完了した。

本線路は長尺275kV CVケーブルを台船により河川輸送し、台船から布設を行う、といった布設方法に大きな特徴が見られる。

今後はこれらの経験を生かし、より一層の高信頼度化と合理化を進めていきたいと考えている。

最後に本線路の完成に向けて、御指導、御助力を頂いた中部電力（株）及び古河電工の関係各位に深く感謝致します。

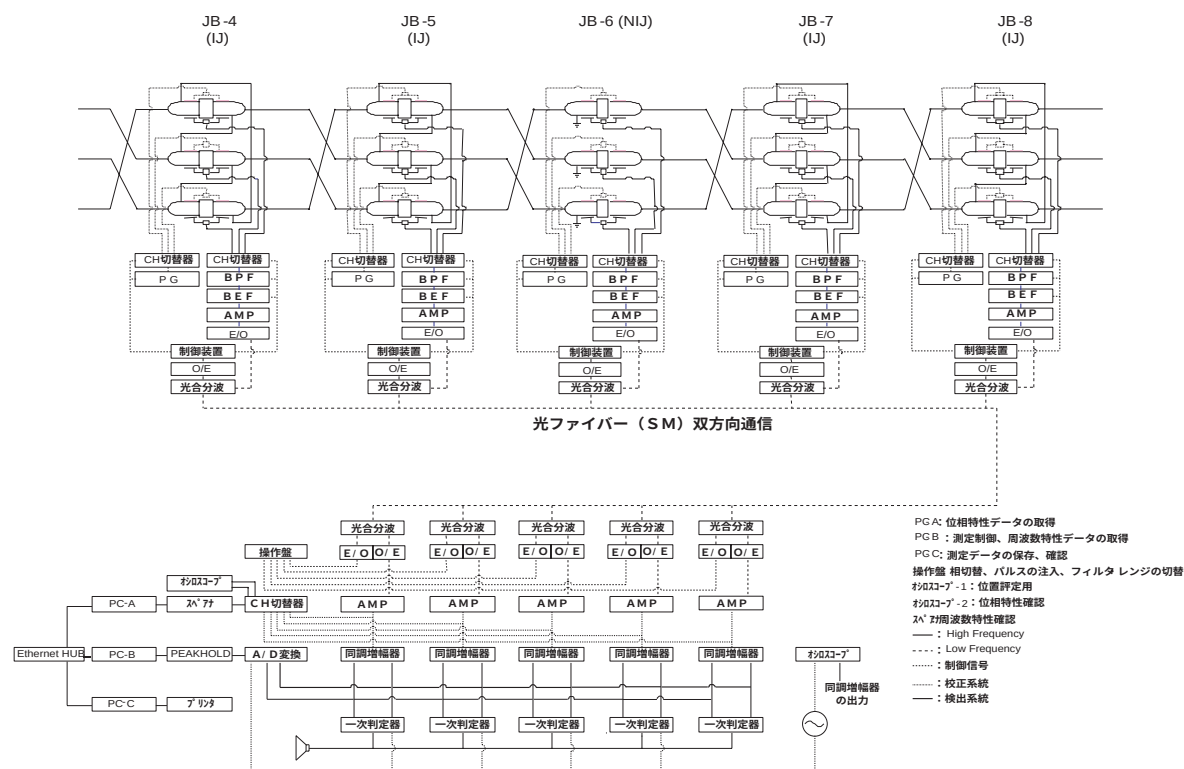


図6 部分放電測定装置 システムブロック図
 Block diagram of partial discharge measurement system