

東京電力株式会社 地中線建設所

○山口 憲平

〔POFケーブルと鋼管〕

都庁電力供給の幹線である超高圧地中送電線は、現在、OFケーブルとPOFケーブルが使用されており、その構造は図-1に示すとおりである。

POF用鋼管は、鋼管布設時と送電時との温度差が約60℃達し、その配管状態により挙動が異なるため、設計は(図-2)に示すように直接地中に埋設されて拘束された配管系と、気中配管されて外部的な力が加わらない配管系に分けて、それぞれ機械的応力と温度変化による熱応力について検討を行っている。

POF鋼管は施工方法及び拘束条件から次のように分類でき、その状態は(図-2)に示すとおりである。

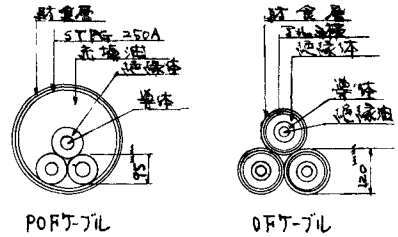


図-1 (275kV)

施工方法 → 拘束 無拘束 → 管の挙動

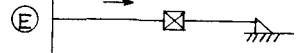
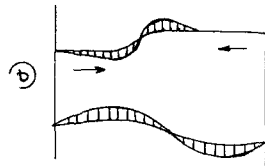
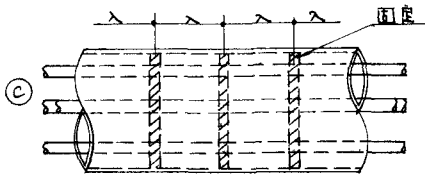
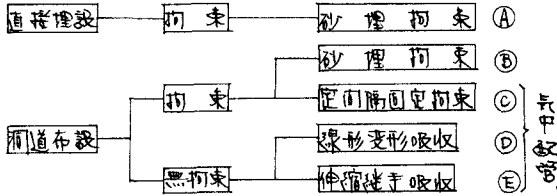


図-2

〔POF用鋼管の砂埋拘束状態と挙動〕

実線路の砂埋拘束布設ラインのうち(図-3)のような線形について鋼管の拘束条件とその挙動についてみると、

(i) 管の拘束条件を一定としたとき、中心角 θ が大きくなるに従い ($\theta > 60^\circ$) 曲線部の応力は減少する。

(ii) 線形④の場合、曲線部の地盤反力 $R = 10\% \frac{W}{L}$ としたとき、曲線部の応力と鋼管周囲の摩擦力とは(図-4)のような関係にある。

(iii) 地盤反力と曲線部応力との関係についてみると(図-5)に示すように、線形④の場合、拘束力が大きくなる。

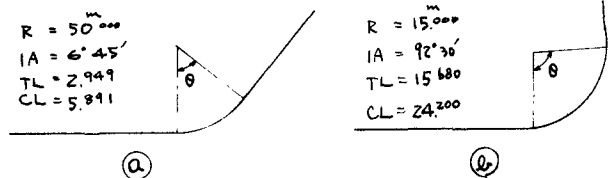


図-3

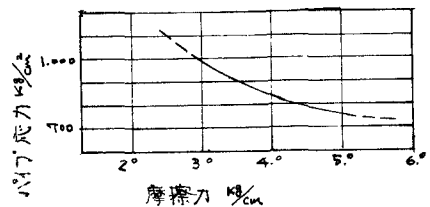


図-4

従い能力は減少し、線形④の場合は、拘束力が大きくなるに従い能力は増大して④、⑥、いつれの線形も拘束力の増大にもない、完全拘束状態の $\sigma = \alpha \cdot E \cdot T$ に収れんする。

〔鞘管工法の通称と砂埋拘束工法の開発〕

P O F 鋼管の配管方式は、現在まで先に述べた④または、⑥の組合せにより実施されており、④は経済性に優れているが作業環境が悪く、パイプの溶接、防食加工作業が困難で、品質管理面であり、加えて土木工事、パイプ工事が同時施工となり、施工安全面、および、地盤、交通への影響などの問題が多い。また、⑤、⑥は建設条件が高い。これらの問題を解消するため今回開発した鞘管工法は、(図-6)に示すとおり、あらかじめ簡易な容器物を埋設しておき、パイプ工事を土木工事と分離して施工し、パイプ配管後空内を砂を充填し拘束する工法である。

また、土木工事とパイプ工事の組合せは④とほぼ同程度であり、パイプ工事の作業環境、ひいては作業性、品質管理に優れている。

図に示すとおり P O F 鋼管は送り込みとなるため直線部のみ採用する。実線路においては道路の形状からパイプの線型はV字型となり、その直線部にこの鞘管工法と、曲線部に直接埋設方式を採用した。

〔鞘管内の鋼管拘束条件〕

(i) 曲線部への伸び出しを抑え、能力増減をほかるため単位摩擦力を2.5%以上とする。

(ii) 鞘管内鋼管は(図-6)に示すように6~12mm間隔で支持されており、 $N = \alpha \cdot E \cdot T \cdot A$ の軸力により歪屈変形を起す危険があるため、埋戻し砂の圧力は0.3%程度(図-7)を目標に砂埋のする。

〔実験手法と結果〕

① 鞘管内埋戻材の選定

(i) 鋼管防食層に物理的、化学的影響を与えない。

(ii) 埋戻し後、極端に膨張、収縮がない。

(iii) 鋼管の拘束力として $K \geq 0.3 \text{ kg/cm}^2$ 摩擦力=2.5%程度得られる。

(iv) 固有熱抵抗が小さい。

などの条件から、低廉かつ市場性のある砂を使用することとした。

② 鞘管内砂埋方法の検討 (図-8)

(i) 砂流し込みによる方法、(ii) 流水による方法、(iii) ジェット噴流による方法の3つについて検討した結果、

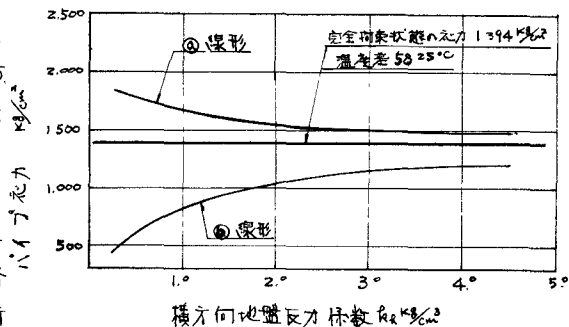


図-5

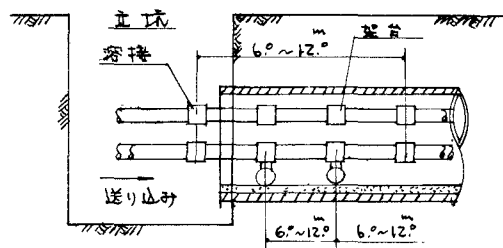


図-6

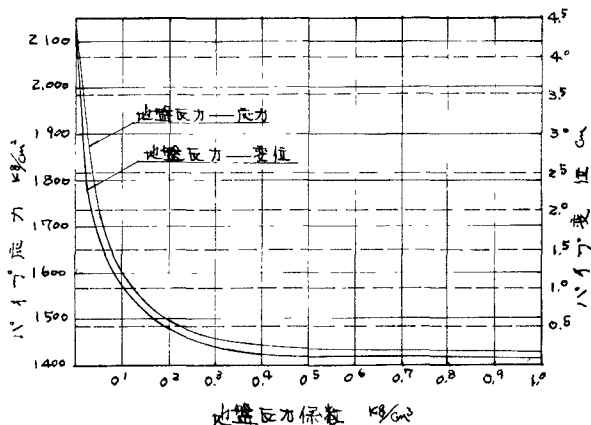


図-7

(ロ)の方法が最も条件を満たすことを確認し、本実験を行った。

(四)の方法は、

(1)の方法から
ヒントを得た
もので、被填
充管内に、あ
る流速を与え
ることにより
可能となつた。

(1)の方法は

コンプレッサ
ーを用いて)

ズルから祈と

噴出させるものであるが、P OF 鋼管が配管された場合、未焼欠箇所が出来ること、および、肉厚の減少が得られないことなどから期待できない。

(iii) 本実験

本実験は(図-9. 写真-1)に示すよ
うに、実用のHP(内径1.35m)に、

250 A鋼管を3本縦管し、4寸ポンプを用いて水と砂を投入し、HP上端から10^{cm}の位置まで砂の埋入を終えた。この上端の

空間は、終縁部の越流堤の高さを変えることにより、調節可能である。また填充砂と水の量との関係は、積填充管径および填充断面にも関係し、積填充管の断面、水量、流速、帯砂および流砂の特性については確認していないが、水は砂の量の5〜7倍程度の量があれば、管上端の空間が水路となり、スムーズな流砂運搬が行なわれるものと思われる。

4) K値および摩擦力の判定

H₂O管内に飛砂蟻を脱水し、上端空間にモルタル（表-1）を2.0gほどを注入した。K値、摩擦力の測定装置はそれぞれ図-10.11）に示す方法で行ない、測定結果は図-12.13）に示すとおりである。

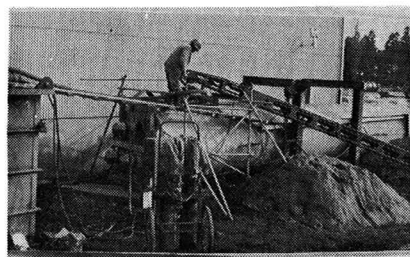
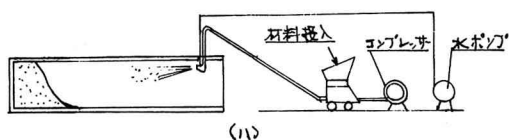
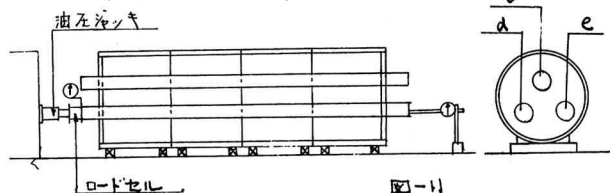
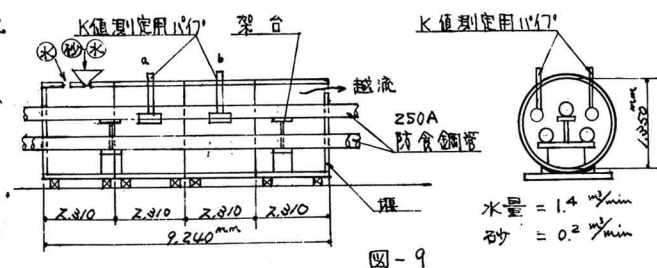
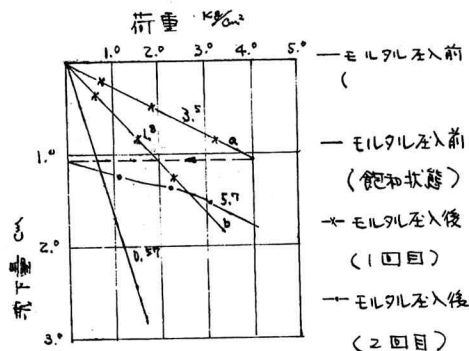
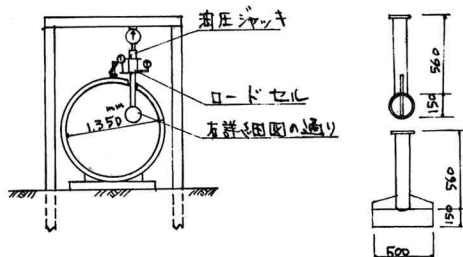


写真-1



$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$	$\bar{c}_i$
187	112	673	626	23	37	



K値は表-2)に示すとおり。HP上端部空間とモルタルを注入した場合、未充填砂の場合に比べ、大巾に圧密されていると考えられる。

摩擦拘束力については(図-13)に示すとおり2.2~2.8kg/cmの値を得たが、同一鋼管を一周後に再度測定した結果、一回目の値より7~10%程低い値を得た。

以上のとおり、地盤改良、および摩擦力とも、所要設計値を満足する結果を得、実線路ではすべてK約1,000mm実施している。

(ロ)充填砂の粒度および密度分布。

この実験には(図-14)

の砂を使用した。充填

された砂が、その位置によ、極端ながたよりがあるかどうかを調べた結果を(図-15、表-12)に示す。

表にみるとおり、粒度、密度とも大きながたよりはみられない。また、各位置における単位体積重量と、JIS A.1214.1によって測定した結果、露天に放置した砂の密度に対し、10%程度、密度が上昇している。

〔本工法の適用条件とその効果〕

(i)適用条件

(1)埋設物件が多く、P.O.F用鋼管のやりこみ、落棒などが困難なルート。

(2)土質が不安定で、山留工の整替えが困難、かつ危険な場合。

(3)長いもの鋼管の搬入困難な場合。

(ii)効果

(1)土木工事とパイプ工事が分離でき、パイプ布設条件が向上する。

(2)他の埋設工事と同時に施工ができる。また、先行確保の工法として低廉である。

(例：シールド洞道、削り洞道などK比べ)

(3)直接埋設工法に比べ、外傷に対し安全性が高い。

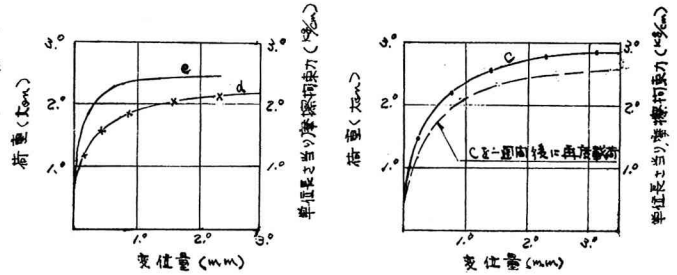


図-13 摩擦力測定結果

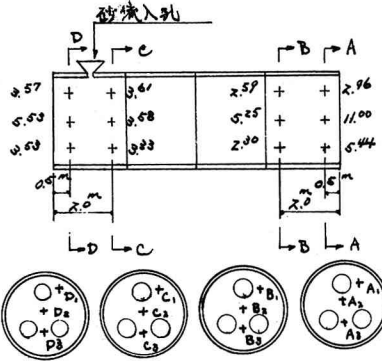


図-14 均等係数

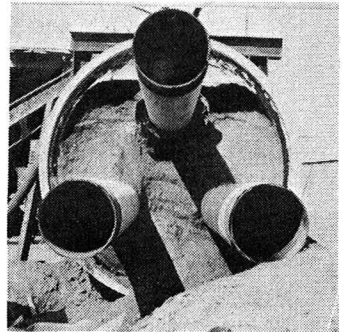


写真-15 砂の充填状況(終端部)

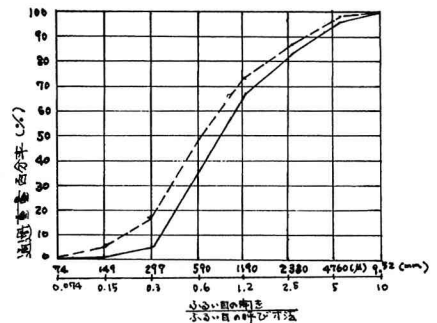
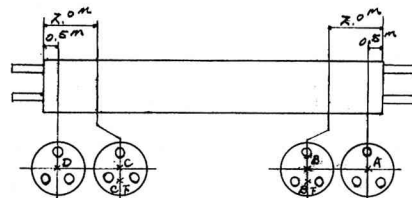


図-16



	A	B	C	D	B下	C下	露天位置
砂の乾燥単位体積重量(g/cm³)	1.72	1.69	1.68	1.54	1.71	1.91	1.51
含水比(%)	2.8	2.0	3.2	2.9	11.0	11.8	1.9
砂の乾燥単位体積重量(g/cm³)	1.67	1.65	1.62	1.49	1.52	1.67	1.48
乾燥単位体積重量を露天と比較した場合の増加分(%)	12.8	11.5	9.5	0.7	2.7	14.2	

表-2