

四 国 電 力 (株) 正会員 岩原 廣彦
 四 国 電 力 (株) 正会員 中廣 政之
 (株) 四電技術コンサルタント 正会員 松井 吉敬

1. はじめに

徳島県阿南市の小勝島に建設中である橘湾発電所新設工事における延長約1kmの500KV主ケーブルダクトは、工期短縮、コストダウンを図るため、PC鋼棒により縦断方向に緊結されたプレキャストボックスカルバート（以下PC-BOX）を採用することとした。PC-BOX敷設位置は、軟弱な海底堆積粘性土層をサントコンパクションにより改良した後の埋立地盤であることから、地震時ならびに埋立地盤の圧密沈下による変位追従性と継手部の水密性の確保が重要な課題であった。

今回、応答変位解析結果を考慮し、PC鋼棒の緊結力を設定するとともに継手形状を四面インナー型とすることで変位追従性を、また、継手部にゴム系止水材とポリウレタンシール材を設置することにより止水性の確保を図った。本稿は、軟弱地盤埋立地におけるPC-BOXの設計・施工について取りまとめたものである。

2. 敷設位置の特徴と課題

(1) 敷設位置の特徴

ケーブルダクト敷設位置の概要を図-1に示す。軟弱な沖積粘性土層は、護岸施工に先立ちサントコンパクションパイルにより改良している。また、ダクト上には緑化盛土を設置予定である。

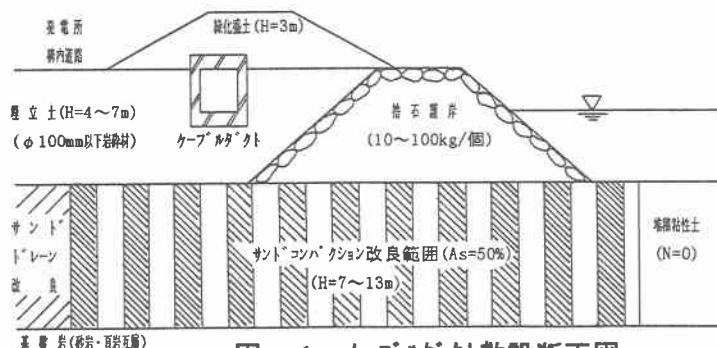


図-1 ケーブルダクト敷設断面図

(2) 敷設の課題

ケーブルダクト敷設にあたり以下の事項が課題となった。

- 工期短縮（発電所構内道路に近接しているため他工事への影響が大きい）
- コストダウン（プレード工による基礎形式【杭基礎→直接基礎】の変更）
- 変位追従性の確保（地震、圧密沈下発生時におけるPC-BOXの追従性）
- 水密性の確保（地震、圧密沈下発生時におけるPC-BOX継手部の止水性）
- 許容変位量（ケーブル側の条件として10mm程度/継手、局変位の防止）

3. 設計

ケーブルダクトの設計にあたっては、現場作業の省力化による工期短縮、ダクト本体の高品質化、プレード工法による直接基礎の採用によるコストダウン等の観点からPC-BOXを採用することとした。PC-BOXの設計フローを図-2に示す。

PC-BOXは構造上の特徴から地震時に生じる断面力に対して継手部の止水性を確保する必要があることから、応答変位法により耐震設計を実施し、PC鋼棒の健全性ならびに止水性の確保について検討を行った。PC-BOX連結状況を図-3に示す。

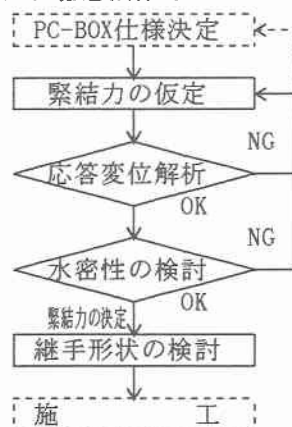


図-2 設計フロー図

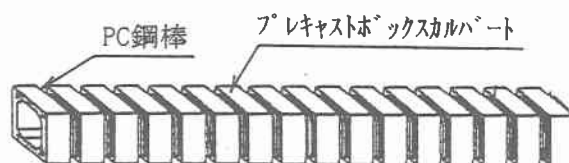


図-3 PC-BOX連結状況図

(1) 応答変位法

地質調査結果から地盤物性を設定し地盤の変位振幅を算定した。地震によりPC-BOXが引張力を受けた場合の等価軸剛性ならびに目地部を回転バネに置換した単純梁モデルによる等価曲げ剛性を算出し、地震時軸力ならびに曲げモーメントに対する検討を行った。検討結果を表-1に示す。

縦締めを使用するPC鋼棒(B種1号(SBPR930/1080)φ17mm)は、降伏点(σ_{py})が明瞭でなく、このため残

留ひずみが0.2%となる耐力をもって降伏点応力の代替とされている。許容ひずみ(ϵ_y)は降伏点の90%程度(目地開き5mm/継手)となる。PC鋼棒の応力-ひずみ曲線を図-4示す。

応答変位法における緊結力の設定にあたっては、地震に加えて初期緊結、圧密沈下等による目地開きが付加されるため、降伏点応力度の約半分である10tと仮定した。解析の結果、発生日地開きの合計(緊結+地震+沈下)は最大2.3mm/継手となり許容ひずみ内であることから変位発生時におけるPC鋼棒の健全性は十分確保される。

(2) 水密性の検討

PC-BOXは軟弱地盤埋立地に設置することから、地震ならびに圧密沈下による継手部の変位が予想される。従来、PC-BOXの継手部は高強度無収縮モルタルを充填し一体化を図る構造とするのが一般であったが、軸方向たわみが期待できないことから変形時における継手部の水密性に問題が残る。このため、地震時等の十分な変位追従性と水密性を確保する目的から継手部全周にゴム系止水材を設置した。検討の結果、地震時等における継手部目地幅の開きは、設定値5mmに対して8mm以下(材料試験：水圧3kg/cm²の下で目地幅11mm以下であれば水密性確保)となり水密性を十分確保できる。また、継手部内側には水密性の信頼性を高めるためポリウレタン系シール材を設置した。PC-BOX詳細図を図-5に示す。

(3) 継手形状の検討

主ケーブルの重要性からダクト継手面を四面インロー型とし継手部の局部変位を抑制する構造とした。この四面インロー部のコンクリートせん断強度はPC鋼棒の約2倍であることから、仮にPC鋼棒が破断してもインロー部のコンクリートのせん断耐力によりPC-BOX継手部の変位は抑制できる。PC-BOXの継手形状を図-6に示す。

以上の結果から、縦締め緊結力を10tとし継手部にゴム系止水材を設置することで地震時等による変位が許容変位量以下となるとともに変位追従性と水密性の確保が可能となった。また、継手形状を四面インロー型とすることでPC-BOXの健全性をさらに高めることができた。

4. 施 工

施工に先だって、将来設置予定であるダクト上の緑化盛土を先行載荷させるプレート工法を採用し盛土による圧密沈下を完了させた。管理手法と結果を表-2に示す。PC-BOXの敷設工事は、圧密沈下の完了ならびに近接する捨石護岸の安定性を確認した上で実施した。また、PC-BOXは継手構造が複雑であること、本体の水密性向上の観点からコンクリートの高流動化ならびに単位水量の低減等の効果がある石炭灰を有効利用した混和材であるファイッシュを使用し品質の向上を図った。

5. おわりに

今回、軟弱地盤埋立地における地中ケーブルダクトの敷設にあたって、地震時の応答変位解析を考慮したPC鋼棒の緊結力の設定、継手部におけるゴム系止水材の設置ならびに四面インロー継手の採用により、工期短縮、コストダウンを図るとともに地震、圧密沈下に対する変位追従性と水密性を十分確保した構造体とすることができた。今後、軟弱地盤中における樋門、共同溝などにも広く適用可能であると考える。

表-1 応答変位検討結果

項 目	地震時軸力		地震時曲げモーメント			
			水平方向		鉛直方向	
	T _n	W	T _n	W	T _n	W
計算値	14.0	2.3	9.1	0.2	3.1	0.1
許容値	19.4	5.0	19.4	5.0	19.4	5.0

T_n: PC鋼棒一本に作用する引張力 (tf)
W: 目地開き量 (mm)

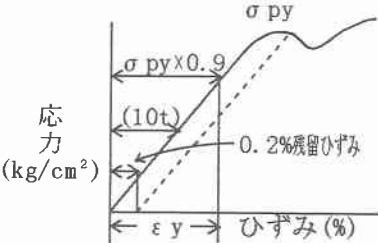


図-4 応力-ひずみ曲線

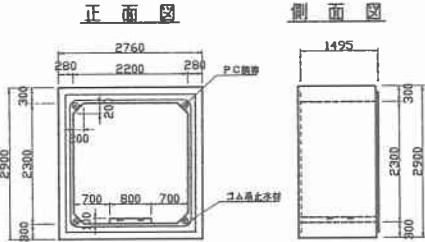


図-5 PC-BOX詳細図

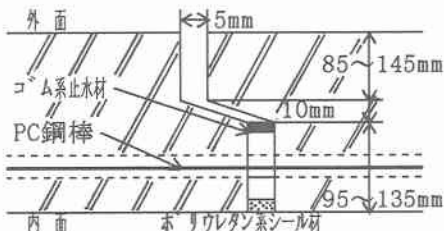


図-6 継手形状概要図

表-2 管理手法と結果

管理項目	管 理 手 法	評 価
護岸安定	松尾・川村の手法	安全側で推移
圧密沈下	計測データの逆解析	90～95%圧密