

東北地方太平洋沖地震により被害を受けた地中トレンチの復旧対策

東北電力㈱女川原子力発電所	法人会員	○高木	聖人
東北電力㈱女川原子力発電所	法人会員	金子	生樹
東北電力㈱女川原子力発電所	法人会員	津田	幸彦
東北電力㈱女川原子力発電所	法人会員	高山	英明

1. はじめに

東北電力（株）女川原子力発電所では、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（以下、3.11 地震）に起因して、地中トレンチの一部で不同沈下等の被害が発生しており¹⁾、順次復旧対策を実施してきた²⁾。本稿では、地中トレンチの被害状況および沈下抑制対策の概要について報告する。

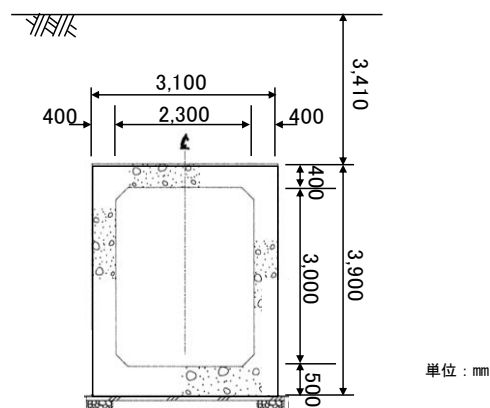
2. 3.11 地震におけるトレンチ被害状況

本稿で報告するトレンチは、盛土上に構築された延長約 165m の地中ボックスカルバート（図－1，2）であり、2 号機制御建屋と 3 号機タービン建屋を連結するものである。このトレンチは、3.11 地震に起因した盛土部分の揺すり込み沈下により不同沈下が生じており、地震後に実施した調査の結果、2 号機制御建屋側で最大約 35 cm の沈下が確認された（図－3，写真－1）。一方、トレンチ躯体には地震による新たなひび割れ等は生じていなかった。

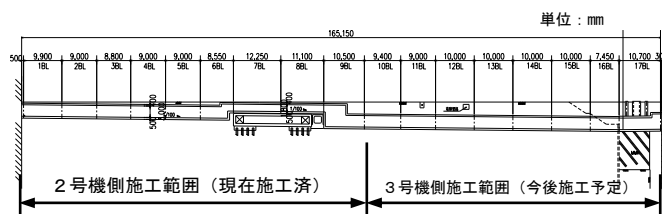
3. マイクロパイルによる沈下抑制対策

トレンチに内包する配管等の設備に被害は無かったものの、さらに沈下が進展した場合は設備に影響を与えることが懸念されたことから、設備の機能維持を目的としてトレンチの沈下対策を実施した。沈下抑制対策の検討にあたり、内包設備を所管する機電側によりいくつかの条件が付されたことから、それらを満足するような対策を検討した。条件を以下に示す。

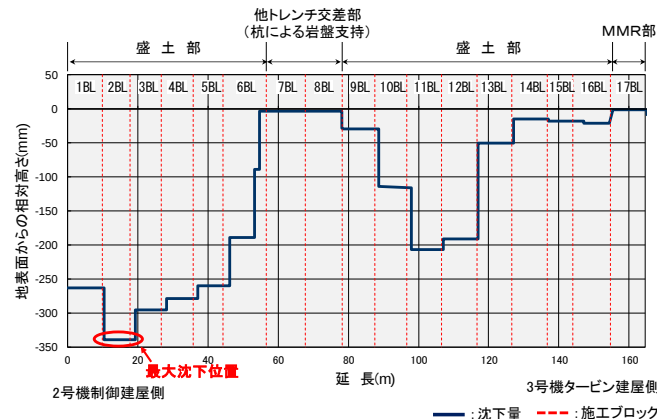
- 1) 現状よりさらに沈下しないこと
 - 2) 内包設備の機能を維持した状態での対策実施
- 上記の条件について、地盤改良により躯体全体を改良土で支持する方法や、躯体構造目地位置直下に枕梁を設置する方法、マイクロパイルにより支持力



図－1 トレンチ標準断面図



図－2 トレンチ全体縦断面図



図－3 トレンチ沈下量

を確保する方法等が考えられたが、復旧条件や施工条件を踏まえて検討した結果、建屋間の狭いヤードで施工が可能なマイクロパイル工法を採用した。マイクロパイル工法とは、鉄筋や鋼管により高耐力、高支持力の細径杭を築造する工法であり、今回はマ

キーワード 地中トレンチ，沈下抑制対策，高耐力マイクロパイル，東北地方太平洋沖地震

連絡先 〒986-2293 宮城県牡鹿郡女川町塚浜字前田 1 番 東北電力㈱女川原子力発電所 TEL 0225-53-3111

マイクロパイルを岩盤まで打設して十分な支持力を確保し、沈下防止を図ることとした。マイクロパイル工法を用いる場合、基礎形式が直接基礎形式から杭基礎形式に変更となるが、基礎形式変更によるトレンチへの影響については、2次元フレーム解析にて問題ないことを確認している。

4. マイクロパイル支持構造の概要

工法の概要を図-4に示す。マイクロパイルは、既設トレンチの左右両端部に設置し、各マイクロパイル頭部を新設するRC梁により連結する。既設トレンチは、アンカーボルトによりRC梁と接続した。RC梁は、アンカーボルトを介してトレンチから伝達された荷重をマイクロパイルに伝達する部材である。ここで、既設トレンチとRC梁を一体構造とした場合、トレンチ底板スパンが広がり、モーメントの増大により構造上不利となる。したがって、両者の接続部はピン構造とし曲げを伝達しないよう考慮した。

5. マイクロパイル支持構造の設計

支持構造の設計は、マイクロパイル、アンカーボルト、RC梁を対象に実施した。

マイクロパイルの設計において、断面力を算定するためのマイクロパイルの断面二次モーメントは、「高耐力マイクロパイル工法設計・施工マニュアル³⁾」に基づき、鉄筋、グラウトおよび鋼管についてそれぞれ算出し、足し合わせたものを用いた。設計断面については、マイクロパイルに作用するトレンチ躯体荷重、トレンチ内の配管荷重およびトレンチ上の土被り圧の合計が最大になる断面(12BL)とした。設計の結果、マイクロパイル鋼管外径 219.1 mm、鋼管厚 11.43 mmとした。

アンカーボルトの設計は、「各種合成構造設計指針・同解説⁴⁾」に基づき、トレンチとRC梁接合部で発生するせん断力および引張力を受ける部材として実施した。設計の結果、アンカーボルトは、D19@200で設置することとした。また側壁全長にわたり約3 mピッチでマイクロパイルを打設することから、RC梁はマイクロパイルにより支持された連続梁として設計した。設計の結果、主筋：D25@4本（上筋）、D22@4本（下筋）、スターラップ：D19@200とした。

6. おわりに

本トレンチの沈下対策については、平成29年4月

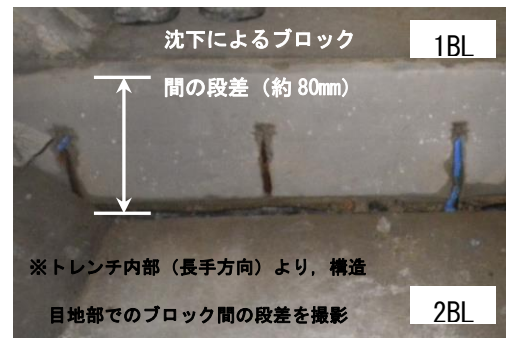


写真-1 トレンチ被害状況（例）

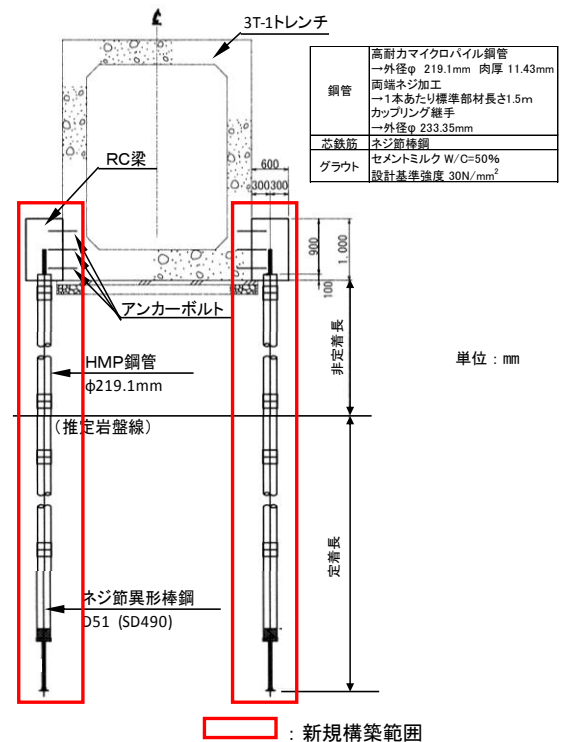


図-4 マイクロパイル工法断面図

に施工を完了した。その後、沈下は生じておらず、対策工が有効に機能しているものと考えられるが、継続的に現状を確認していく。

最後に、本復旧対策工事に携わった関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 公益社団法人土木学会：東日本大震災合同調査報告 土木編 5 原子力施設の被害とその影響，2014.08
- 2) 天野修一，門脇和彦，尾崎充弘：女川原子力発電所地震被害を受けた洞道復旧工事の設計と施工について，平成27年度土木学会東北支部技術研究発表会，2016.03
- 3) 土木研究所：高耐力マイクロパイル工法 設計・施工 マニュアル，2002.09
- 4) 日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説，2010.11