

# 狭隘な作業環境における「あと施工せん断補強」の試験施工の効果について

東北電力(株) 正会員 小崎 力  
東北電力(株) ○法人会員 清水康夫  
(株)大林組 正会員 五嶋崇嗣

## 1. はじめに

東北電力(株)東通原子力発電所では、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の知見を踏まえ、設計地震動の見直しを行うとともに構造物の耐震安全性能の向上を目的として、平成26年6月から「あと施工せん断補強鉄筋」による地中コンクリート構造物の耐震裕度向上工事を実施している。工事は、ダクト内部に配置された配管やケーブルとの干渉を回避するとともに、RC構造物の鉄筋を損傷しないよう安全に作業を進める必要があった。作業を行うダクト内部は、狭隘で計画通りの施工が難しいと判断されたため、実物大模型（モックアップ）を製作し、事前に試験施工を行い、その結果を元に実施工を行った。本稿では、試験施工の効果について報告する。

## 2. あと施工型高強度せん断補強鉄筋<sup>1,2)</sup>

あと施工型高強度せん断補強鉄筋は定着体とPC鋼棒により構成され、既設構造物の部材内部に挿入することにより、せん断破壊に対する抵抗性を向上させるものである。（写真1）

壁を対象とした水平施工の手順は、削孔→グラウト注入→挿入→面処理の手順となる。（図1）



写真1 せん断補強筋の構造

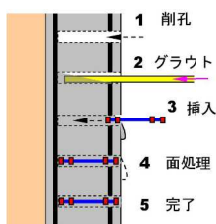


図1 施工手順

## 3. 施工環境

施工対象は、RC構造の地中配管ダクト（2連ボックスカルバート）であり、内空高さは3.2m、内空幅は1.8～3.05mである。（図2）

ダクト内部には、冷却用水配管ならびに電源ケーブル、制御ケーブル等の重要な設備が配置されている。

また、構造物はD25ctc200 複鉄筋で鉄筋が非常に密に配置されている（図3）。その鉄筋間にあと施工型高

強度せん断補強鉄筋を設置するものである。

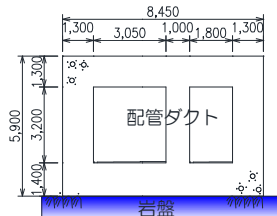


図2 配管ダクト断面図

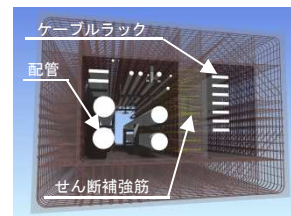


図3 配管ダクト模式図

## 4. モックアップによる試験施工の概要について

### （1）モックアップ試験

試験施工では、モックアップ（写真2）内部に実寸法の配管ならびにケーブルトレイ等の重要設備を模擬し、実施工に使用する機器ならびに資材を使用した。



写真2 実物大モックアップ（壁厚は実物の1/2）

### （2）狭隘部の作業成立性

#### a. 配管類の養生方法

配管ダクトに内包される配管類は設備重要度が高いことから、損傷防止のためモックアップにて実形状を再現し、削孔機が落下した場合でも設備に損傷を与えないようアルミ板の養生を施した。

#### b. 施工位置と施工性

モックアップ内部に本施工と同様の足場、削孔機をセットし実作業にて施工の可能性について確認した。その結果、削孔作業が不可能な箇所が明確となった。この結果を元に施工位置の計画変更を行った。

### （3）鉄筋探索の精度

ダクト躯体の鉄筋は、非常に密に配置されており、施工位置を決定するためには、鉄筋の位置を正確に把握する必要があった。このため、モックアップを使用して鉄筋探索機の精度を確認した。探索試験の結果では、鉄筋のコンクリートかぶりが30cm程度で

キーワード：鉄筋コンクリート構造、モックアップ、あと施工型高強度せん断補強鉄筋

連絡先 〒039-4293 青森県下北郡東通村大字白糠字前坂下34-4 東北電力(株)東通原子力(発)土木建築課

あれば正確に鉄筋の位置を把握できることが確認された。また、探査データを活用し三次元で図面化し、施工精度の向上を図った。

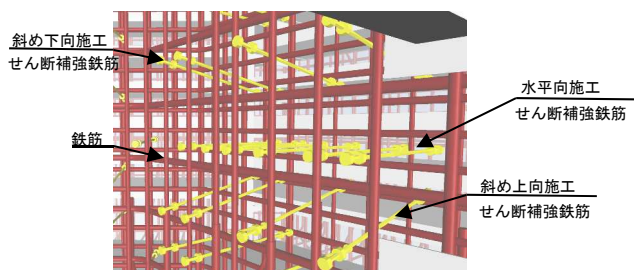


図4 三次元図面

#### (4) 鉄筋損傷防止対策の有効性

構造鉄筋の損傷を最小限にするため、鋼材に接触した場合、削孔を自動で停止させる金属感知センサーを採用し、その性能試験を実施した。その結果、鋼材に削孔機先端が接触した場合、接触とほぼ同時(0.1秒以内)にコア削孔機が停止し鉄筋に損傷を与えないことを確認した。

#### (5) 作業の成立性

当初の計画で壁の補強は、水平向き施工を基本としていたが、モックアップ試験により作業空間を確保できない箇所が確認され、斜め上下向き施工を採用した。ただし、これまで施工実績が無かったため、試験施工を行い削孔およびモルタル充填作業が可能であることを確認した。

### 5. 試験施工による効果

試験施工の結果、施工位置の変更、せん断補強鉄筋の斜め上下向き施工(全施工の内 4%)を採用することにより、見直した設計地震動に対する目標耐震裕度を確保することができた。

表1 施工本数

| 施工<br>本数 | 施工本数内訳     |              |          |          |
|----------|------------|--------------|----------|----------|
|          | 壁          |              | 天端       | 床        |
|          | 水平向<br>き施工 | 斜め上下<br>向き施工 | 上向<br>施工 | 下向<br>施工 |
| 9,509 本  | 6,912 本    | 361 本        | 1,723 本  | 513 本    |
|          | 7,273 本    |              |          |          |

#### (1) 構造鉄筋損傷リスクの回避

鉄筋損傷対策の実施により構造鉄筋を損傷させるトラブルはゼロであった。

鋼材に接触し削孔機が停止した割合は 14%で、構造鉄筋に干渉し再削孔した割合は 5%で、再削孔の必要がない組立鉄筋やアングル等その他の支障物の割合は 9%であった。

また、鉄筋損傷リスクを避けるためには、鉄筋探査と金属感知センサーを組み合わせることが有効であった。

#### (2) 施工品質の向上

モックアップにおいて上向き施工および斜め上下向き施工におけるせん断補強鉄筋のモルタル充填性を確認した。現場の特徴を考慮し試験練りや使用器具の改善を重ねることにより、施工精度の向上を図り確実に要求品質を満足できることを確認した。(写真3)

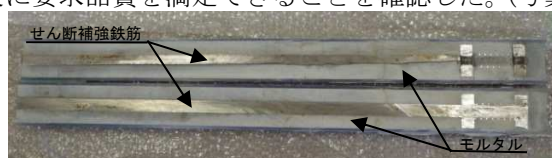


写真3 モルタル充填状況確認

#### (3) 既設配管等の設備防護

モックアップ試験で養生対策により安全性を確認し施工を行った。その結果、既設設備への損傷およびトラブルはゼロであった。

#### (4) 作業員の教育・訓練

発電所内での作業は、安全性ならびに品質管理について原子力の規制要求を満足しなければならない。

今回の工事では、モックアップ試験で事前の実証し施工訓練・入所時教育を全作業員(総勢 45 名)に実施し、各人の安全・品質に対する意識の向上を図り、手戻り作業・ヒューマンエラーの防止に結びついた。

### 6. おわりに

モックアップを用いた試験施工により目標とされた施工、品質ならびに労働安全を確保することができたことは非常に有効であった。

震災以降、RC構造物に対する耐震要求が高まってきており、今後計画される既設構造物の耐震補強工事においてもモックアップを用いた試験施工は、極めて有効であったと考えられる。また、発電所を訪れた見学者の方々に、モックアップによる試験状況を実際に見ていただくことで、原子力安全への取り組みについての理解度を深める上でも有効であったと考えている。

#### 参考文献

- 1) 田中浩一, 江尻譲嗣: あと施工せん断補強に用いるPC鋼棒を太くした場合の補強効果, コンクリート工学年次論文集, Vol. 34, No. 2, pp. 961-966, 2012. 7
- 2) 伊達政直, 内海博, 永井秀樹: 変形性能に着目した屋外重要土木構造物の耐震性能評価に関する一考察, 電力土木 No372, pp. 9-14, 2014. 7