

2. 4 建屋・屋外設備および地盤・埋設構造物の修復状況

前回の調査では原子炉建屋、タービン建屋、周辺建物および周辺構造物の被災状況、当時の復旧・復興状況について報告されている。ここでは前回調査からほぼ6ヶ月以上経過した第二次調査時における復旧・復興状況について報告する。

2. 4. 1 建屋の修復と耐震補強

(1) 新しい耐震設計審査指針による建屋の安全性検証と耐震補強

平成19年7月16日の中越沖地震では1号機から7号機建屋で記録された地震時加速度が設計値を大きく上回った。その教訓を踏まえ、新耐震設計審査指針に基づいて基準地震動 S_s が表-2.4.1のように策定された。7号機建屋については、 S_s に対する安全性の確認が実施されている。さらに、基準地震動 S_s を上回る原子炉建屋基版上で1000ガルの揺れを想定したときでも各建屋が耐えられよう、不足があれば補強工事を行っている。例として原子炉建屋の屋根トラスの強化工事がある。これは下弦材水平ブレースやつなぎ梁を補強するものである(写真-2.4.1)。また排気筒では水平材に制振装置を組み込み、振動を吸収して揺れを低減している(写真-2.4.2)。下記に各建屋における地震動の揺れの大きさを示す。

表-2.4.1 基準地震動 S_s による揺れの大きさ

機器レベルの設備点検等により、地震後の設備状況が十分に把握できたものから順次工事を開始。

全号機で耐震強化に向けた地震の揺れを1,000ガルに設定 単位:Gal

原子炉建屋 最地下階部	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
中越沖地震 (観測値)	680	606	384	492	442	322	356
基準地震動に よる揺れ	845	809	761	704	606	724	738
耐震強化に 向けた 地震の揺れ	1,000						
地中深くの 岩盤部 (解放基盤表面)	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
基準地震動	2,300			1,209			

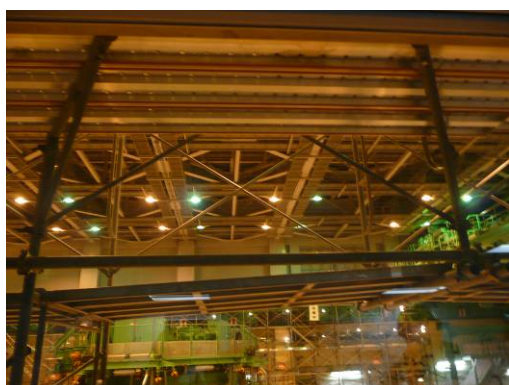


写真-2.4.1 補強された原子炉上屋トラス(東電提供)

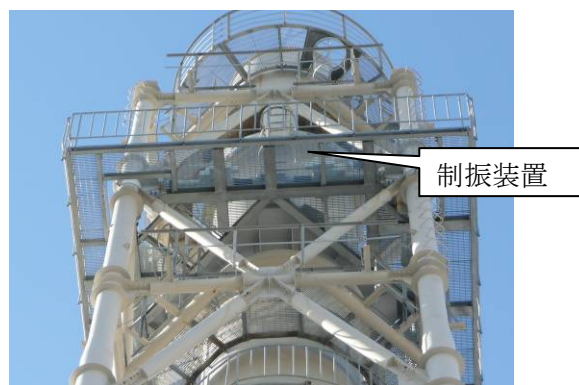


写真-2.4.2 強化された排気筒(東電提供)

(2) 地震による各建屋の傾斜

発電所本館建物（原子炉建屋、タービン建屋、海水熱交換器建屋、コントロール建屋等）は岩盤に支持されており地震による建屋の傾斜は小さい。このうちで最も傾斜が大きい 6 号機コントロール建屋でも 1/4,200 であるとの報告がなされた。日本建築学会の建築基礎構造設計指針で示された許容値 1/2,000 を大きく下回っており傾斜復旧などの対策は特に実施していないとのことであった。目視ではとても認識できる傾斜ではなく実用上、問題ないと思われる。

発電所の安全上、重要度が低いその他の建物は埋戻土等の上に直接支持されている場合が多く、地震により沈下や傾斜が生じている。沈下は最大で 60 cm 程度、傾斜は最大で数 10 分の 1 程度とのこと。傾斜を生じた建物については順次、傾斜復旧を行い、基本的に水平になるように復旧していく計画とのことである。

2. 4. 2 屋外設備と地盤・埋設構造物の修復と耐震補強

(1) 地震による地盤変状のメカニズム

地震により生じた主たる地盤変状形態とその原因は以下のように報告されている。

- ・地下水位が高い海側の飽和地盤においては、護岸周辺に液状化による沈下が発生した。
- ・建屋近傍の地盤は、ポンプアップにより排水が施されており、液状化は発生していないが、重要構造物の杭構造部等と非耐震構造の地盤等の間には、揺すり込み沈下が発生した。
- ・埋戻土が厚い不飽和地盤においては、繰り返しせん断による体積圧縮ひずみによる沈下が発生した。

また、これらの地盤変状に伴って生じた発電所構内の代表的な施設被害は下記のようなものである。

- ・構内道路舗装面の亀裂・段差
- ・護岸の海側へのせり出し
- ・建屋、屋外施設の基礎部周囲の段差、変状(例：主要変圧器防油堤ブロックの沈下、クレーンレールの変形、破損)
- ・N o. 4 ろ過水タンクの側板座屈
- ・3 号機所内変圧器(3B)二次側母線接続ダクトの不等沈下
- ・50 万ボルト O F ケーブル洞道の損傷
- ・循環水配管の変形及び取水路、放水路の変形及びひび割れ

(2) 地盤変状および地盤変状に伴う施設被害の復旧状況

地震直後および前回調査時には、主排気ダクトの接合部のズレの応急復旧、建屋近傍の段差処理の仮復旧、本格復旧となるろ過水タンク基礎部の補強工事状況等、機能回復段階であったが、今回の第二次調査で復旧の状況を確認した(写真-2.4.3)。

「構内道路舗装面の亀裂・段差」については、地震発生直後からの調査・復旧工事に必要な交通、資材搬入路確保のために、既に、前回調査時において、主要構内道路は修復されていた。具体的には、構外進入道路に生じた段差については、地震発生の翌日に砕石による仮補修を実施し、構内への通行路を確保していた。今回の第二次調査時には、防護管理区域外についてはほぼ補修は完了しており、防護管理区域内については、現在でも各所で各種施設に対する多様な復旧工事が鋭意進捗中であり、それらの工事の進捗に合わせて、逐次構内道路の復旧整備を進めているとの説明を受けた(写真-2.4.4)。



(地震直後と第一次調査時)



(第二次調査時)

写真-2.4.3 建屋近傍の埋戻土の沈下・仮復旧状況 (東電提供)



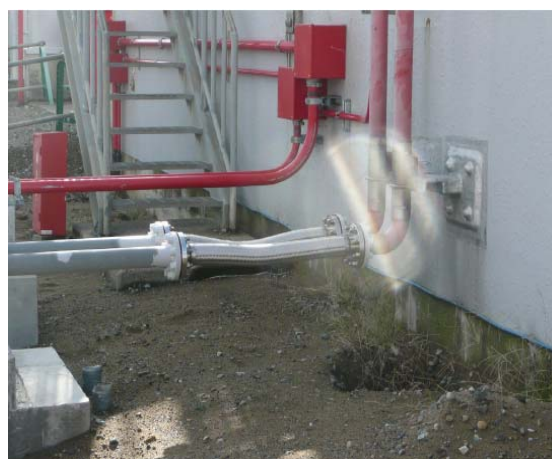
写真-2.4.4 施設の復旧工事の進捗にあわせて進められる構内道路の修復状況 (東電提供)

(3) 段差対策修復状況

建屋および屋外施設の基礎部周囲の地盤変状について、建屋周囲の対策としては、施設利用に支障をきたさぬように建屋周囲に生じた段差のすりつけ補修を行い、屋外施設の基礎部周囲の対策としては、タンクに連結する配管等の段差対策に周辺埋戻土の沈下を想定し、フレキシブルジョイントを用いた修復が終了していた。また、変圧器防油堤ブロックは、全施設、鉄筋コンクリート構造とし、地盤変位への追従性の高い遮水シート(ポリ塩化ビニル系)を設置する構造に変更したとの説明を受けた(写真-2.4.5)。



(前回調査時)



(第二次調査時)

写真-2.4.5 段差対策修復状況 (東電提供)

(4) 埋設構造物の被害と耐震化

代表的な埋設構造物の施設被害は以下のようなものである。

- ・ 取水路、放水路(RCカルバートボックス構造物)目地部のひびわれ欠損
- ・ 屋外消火配管(埋設管)の継手部破損による消火施設の機能不能
- ・ 50万ボルトOFケーブル洞道の損傷

上記の施設被害の修復状況について、以下のように確認した。

機器冷却に使用した海水を海に戻す放水路(RCカルバートボックス構造物)では、ボックス接合端部(目地部)等にひびわれ欠損が発生したが、今回の調査では、既に、内部からの目地部補修が完了しているとの説明を受けた。災害の教訓として、水源である水タンク類の耐震性の向上、埋設配管の地上化あるいは架空化、継ぎ手の溶接化、消防接続口や隔離弁設置の必要性、地震による相対変位の吸収対策が指摘され、設置状況を確認した。

屋外消火配管に関しては、消火施設の機能強化の観点から、配管系をすべて地上化するとともに、継手部にはフレキシブルジョイントを採用する方法で修復されているとの説明を受けた(写真-2.4.6, 7)。また、構内道路との横断箇所については、直接的な地盤変状の影響を受けないように、埋設方式ではなくトレンチ化によって、地盤と配管との間にクリアランスを設ける工夫を施している。また、消火施設の強化策としては、消火配管系以外の消火用水源の多様化として、敷地内防火水槽の設置も確認した(写真-2.4.8)。