原子力安全のための耐津波工学に関するシンポジウム

原子力規制の技術支援機関・原子力安全基盤機構 における津波関連安全研究活動

平成26年3月20日 建築会館ホール

蛯沢 勝三 原子力安全基盤機構 (前)理事

1. 原子力規制の技術支援機関・原子力安全基盤機構の概要

- 原子力安全基盤機構(JNES)は、2003年10月に、原子力安全・保安院の技術支援 機関(TSO: Technical Support Organization)として設立された。
- 新潟県中越沖地震は、2007年7月16日に、柏崎・刈羽原子力発電所(NPP)近傍で 発生し、設計応答を約2倍も超える地震動が観測された。
- JNES耐震安全部は、これらの原因究明等のため、2007年10月に設置された。
 東北地方太平洋沖地震(東北地震・津波)は、2011年3月11日に発生し、津波が 福島第1NPPに襲来し、炉心損傷事故が発生した。
 - 原子力規制委員会及び原子力規制庁は、2012年9月に設立された。JNESは、支援を行っている。
 - JNESは、2004年12月のスマトラ沖津波を踏まえ、国際原子力機関(IAEA)国際耐 震安全センター(ISSC)の特別拠出金事業(EBP)として、津波EBP(2007年4月 ~2010年3月)を開始した。

後継EBPも継続しており、EBP活動を通し、IAEA/ISSC技術基準にJNESの外的事 象安全研究成果を反映し、国際貢献している。

■ 本報では、原子力規制のTSOとしてのJNESにおける2014年2月時点での津波関連安 全研究の活動について述べる。

IAEA: International Atomic Energy Agency

ISSC: International Seismic Safety Center, EBP: Extra Budget Programme

2. 東北地震・津波による福島事故の概要と津波に係る原子力 規制の経緯

2.1 東北地震・津波による福島事故の概要

- 東北地震は、マグニチュード9.0として発生し、巨大津波が福島第1NPPに 襲来し、複数の海水給水系設備や非常用電源のデーゼル発電機が冠水した。
- 敷地外からの外部電源機能も地震動によって喪失し、全交流電源機能を喪失した。
- 炉心冷却系機能が喪失し、炉心損傷が発生し、放射性物質が敷地外に放出 された。
- 多くの住民の方々が緊急に避難し、現在も避難生活を強いられている。
- 外的事象に対する原子力防災や原子カリスクコミュニケーションの重要性が一層顕在化した。



2.2 津波に係る原子力規制の経緯



3. 福島NPP事故によるJNES津波関連安全研究活動

3.1 東北地震・津波の被害調査と課題の同定



波力

洗掘



3.3 東北地震・津波の原因究明と日本国政府IAEA閣僚会議報告書の作成支援

地震及び津波の特徴

- (1) 東北地震・津波の原因究明
 - ① 巨大な地震規模Mw9.0
 - 2 複数震源域の空間的連動
 - ③ 観測地震動に見られる地震の時間差発生
 - ④ 観測津波水位における異なる性質の波の重なり
 - ⑤ 日本海溝付近の大きなすべり量分布





原因究明の前提条件(1/5)

- (1)東北地震・津波の特徴の考慮
 - ① 巨大な地震規模Mw9.0
 - ② 複数セグメントの連動
 - 3 観測地震動に見られる時間差発生
 - ④ 観測津波水位に見られる異なる性質の波の重なり
 - ⑤ 日本海溝付近の大きなすべり量分布
- (2)原子カサイト以外の広域の観測津波波形・痕跡高と、4原子カサイ における観測津波波形・痕跡高を1つの波源モデルで再現
 - ・4原子力サイト: 女川、福島第一、福島第二、東海第二
 - ・1つの波源モデルによる再現のメリット

⇒原子カサイト間の津波高の相違の比較・分析を、共通の条件で可能

波源モデルにおける破壊時間の違い毎のすべり量分布(2/5)







福島第一と福島第二の津波高の相違に関する分析(5/5)





○福島第一と第二の沖合150m水深点の最大水位: 小断層S01のピークが支配
 ○両者の最大水位の差(1.5m):小断層S01とS02,W10の波形の重なるタイミングによる
 ⇒ 破壊時間の違いの影響が大きく、この要因の反映が必須

(2) 日本国政府IAEA閣僚会議報告書作成の支援

・JNESの現地調査や原因究明の結果は、日本国政府IAEA閣僚会議 報告書(2011.6)における地震・津波関連章に反映された。 報告書内28の教訓にも反映された。 IAEA日本国政府報告書(2011.6)における28教訓 1.シビアアクシデント防止策の強化 3. 原子力災害への対応の強化 (16) 大規模な自然災害と原子力事故との (1) 地震・津波への対策の強化 複合事態への対応 (2) 電源の確保 (3) 原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保 (17) 環境モニタリングの強化 (4) 使用済燃料プールの確実な冷却機能の確保 (18) 中央と現地の関係機関等の役割の明確化等 (5) アクシデントマネジメント (AM) 対策の徹底 (19) 事故に関するコミュニケーションの強化 (20) 各国からの支援等への対応や国際社会への (6) 複数炉立地における課題への対応 (7) 原子力発電施設の配置等の基本設計上の考慮 情報提供の強化 (8) 重要機器施設の水密性の確保 (21) 放射性物質放出の影響の的確な把握・予測 2.シビアアクシデントへの対応策の強化 (22) 原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の (9) 水素爆発防止対策の強化 明確化 (10) 格納容器ベントシステムの強化 4. 安全確保の基盤の強化 (11) 事故対応環境の強化 (23) 安全規制行政体制の強化 (12) 事故時の放射線被ばくの管理体制の強化 (24)法体系や基準・指針類の整備・強化 (13) シビアアクシデント対応の訓練の強化 (25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保 (14) 原子炉及び格納容器などの計装系の強化 (26) 安全系の独立性と多様性の確保 (15) 緊急対応用資機材の集中管理とレスキュー (27) リスク管理における確率論的安全評価手法 (PSA) の 効果 的 利 用 部隊の整備 5. 安全文化の徹底 (28) 安全文化の徹底

3.4 JNES外的事象安全研究ロードママップ作成及び各種手引きの公開

(1) JNES外的事象安全研究ロードママップ作成

・JNESは、3.1の課題やIAEA閣僚会議報告書28の教訓に基づき、 次の外的事象安全研究ロードマップを作成した。



IAEA/EBPにおける外的事象関連基準への反映 (Safety Guide, Safety Report, TECDOC計15編の作成)

(2) JNESにおける各種手引きの作成・公開

|JNESでは、上記安全研究ロードマップに基づき研究を進め、研究成果を 報告書にまとめ公開した。以下に、津波関連のものを挙げる。

- 確率論的津波評価に基づく基準津波策定手引き(JNES-RE-2013-2041)
- ② 津波堆積物調査・評価に関する手引き(JNES-RE-2013-2022)
- ③ 津波堆積物調査ハンドブック(JNES-RE-2013-2039)
- ④ 津波に対する構造設計・リスク評価手引き(JNES-RE-2013-2022)
- ⑤ 地震・津波PRA手法に基づく耐震・耐津波裕度評価コードSAMMARGの
 使用手引き(JNES-RE-2013-2047)
- ⑥ 地震・津波等外的事象に対する原子力災害対応システム(TiPEEZ)の 適用に関する手引き(JNES-RE-2013-2031)

■主な手引きの特長

①の手引き: 確率論的津波ハザードにおける
 超過頻度を判断指標として、基準津波を策定
 ④の手引き:

津波構造設計後、津波リスク評価を行い、 炉心損傷頻度の性能目標と十分対応して いない場合、設計を見直すとの基本概念と、 プラント生涯に亘る評価



(3) ロードマップに基づく津波関連試験研究の例

■ 防潮堤試験

- ・津波の波力特性等に係る基礎データ取得
- ・防潮堤の構造健全性、機能限界データ取得・評価



■水密扉の耐性及び浸水防止機能限界試験



3.5 原子力規制委員会の規制基準及び審査ガイド作成支援

- ・原子力規制委員会は、新規制基準(設計:地震・津波等、重大事故対策)及び防災基準、これらに係る各種審査ガイドを作成した。
- ・JNESは、安全研究成果を新規制基準及び審査ガイドに反映・支援した。



4. 国内外におけるJNES津波関連研究成果の活用

4.1 IAEAにおける国際活用



TiPEEZの主な機能:施設被害・線量・避難経路推定機能



TiPEEZ: Protection of NPPs against Tsunami and Post Earthquake consideration in the External Zone

TiPEEZ活用の例(インド:クダンクラムNPP)





4.2 国内における活用

(1) 新潟エ大(NIIT) 耐震・構造安全センターでの活動



(2) NIIT/JNESにおけるTiPEEZを用いた外的事象に対する原子力防災研究

新潟工大主催「市民公開講座:TiPEEZデモンストレーション(2022.11.10)」

- 参加者: 市民、市役所職員、消防関係者等約80名
 NIIT・JNES:住民視点に立った防災訓練計画の検討のために、市民向けに TiPEEZのデモンストレーションとアンケート調査を実施。
 ■ デモンストレーションのシナリオ:

 ① 地震・津波の被害推定結果やバスによる避難方法を、柏崎市役所及びコミュニティセンター各TiPEEZに伝達。
 ② 市役所・コミュニティセンターから柏崎耐震センターに対し、避難所 の待機者数や現地の橋梁等の被害情報を伝達し、これら現場からの情報に基づき再推定を実施し、双方向の情報連携の具体的方策を示す。

 ■ アンケートの結果: 参加市民の84%はTiPEEZを用いた防災訓練への参加に 前向きの姿勢を示す。
 - ⇒ 福島事故を契機に高まった市民の問題意識の表れであり、 TiPEEZの立地地域での活用の道筋を示唆。



原子カリスクコミュニケーション研究の概要

- JNES及びNIITは、柏崎・刈羽市民/メディア/教育機関/自治体(柏崎市、刈羽村)の協力を得て、IAEAと連携して、原子カリスクのコミュニケーション研究を進めている。
- IAEA/JNESは、市民参加型の国際情報伝達に関するワークショップ (2011.12, NIIT)を開催。
- 原子力防災の実効性向上のためには、被ばくの程度が避難の方向、距離、 所要時間等に大きく依存すること等原子カリスク情報のコミュニケー ションとTiPEEZ情報伝達との連携が必須となる。
- 以上の内容は、IAEA国際耐震安全センターの「TiPEEZ技術基準」と「地震・津波等外的事象に対する原子カリスクコミュニケーション基準」に反映中である。

IAEA国際情報伝達に関するワークショップ(2011.12, NIIT)

17川沙山争耒の作業範囲

- WA1: 地震ハザード
- WA2: 耐震設計と認証
- WA3: 耐震安全評価
- WA4:外的事象への備えと対応
- WA5: 津波ハサード
- WA6: 火山ハサード
 MA7: 対理技活動の工営的
- WA7:対破壊活動の工学的防御
 WA8:立地調査と安全評価
- WA8: 立地調査と女主評価
 www.weitherapy.com/weit
- WA10: 公衆コミュニケーション、教訓の発信、能力開発











地元自治体





WSでは基調講演の内容が合意される

■「今は同意していないという状態であることに同意する(agree to disagree)」 の認識が重要 ■「不毛の対立を超えて意義のある不一致」の実現が必要

IAEA国際地震・津波ハザードに対する安全評価・対策専門家会議 (2012.8,ウイーン:37ヶ国,120名)(3/3)



 ■JNESは、演題「地震・津波に対する原子力防災・原子力リスクコミュニケーション」において、柏崎・刈羽地域における原子カリスクコミュニケーションの実践例を発表。
 ■パネルディスカッションの4トピックスの1つに「リスクコミュニケーション」が取上げられ、 議長決議書中の重要課題として「原子カリスクコミュニケーション戦略」が明記。

5. まとめ

JNESは原子力規制のTSOとして、東北地震・津波での
福島第1NPP事故を踏まえ、外的事象に係る安全研究
ロードマップを作成し、安全研究を進め、多くの評価
手引きを公開した。
これらの研究成果を、柏崎刈羽地域やIAEA等、国内外
において活用している。