

原子力安全における土木工学の役割
～地震・津波のリスク軽減への貢献～

原子力発電所の地震安全に関する既往の取り組み
(日本地震工学会)

■ **日本原子力学会**「原子力発電所地震安全特別専門委員会;2007年12月から2012年3月」と**地震工学の観点から貢献するため日本地震工学会が連携**

■ **原子力発電所の地震安全問題に関する調査委員会**(2008年10月から2012年3月)

✓ 委員長：亀田弘行京都大学名誉教授

✓ 副委員長：高田毅士東京大学大学院教授

✓ 土木分野，建築分野，地震分野，地盤工学分野，機械分野など分野横断委員で構成

✓ 目的：原子力発電所の地震安全に関する研究ロードマップ形成
新潟県中越沖地震から東日本大震災

地震安全の観点から

平成24年3月6日
日本大学工学部土木工学科
中村晋

原子力発電所の地震安全に関する既往の取り組みの基本
(日本地震工学会)

- **設計値を超える地震動下でのプラントの安全性を定量的に評価するリスク課題の提起**
- **リスク課題**：設計（要求性能，意志決定方法），システム評価（リスク評価のusability向上など）
- **耐震裕度**：公称・実体としての耐震裕度，応答・挙動解析法，維持・管理・診断の工学的方法
- **ハザードの理解**：地震ハザード評価手法の高度化

地震安全の観点から

- 地震安全を支える設計体系：限界状態を越える終局も考慮したデザインへ
- 公衆の地震安全を支える：地震災害と原子力災害との複合災害への対応 -防災への取り組み-
- (公社)土木学会が取り組むべき原子力施設の地震安全に向けた課題

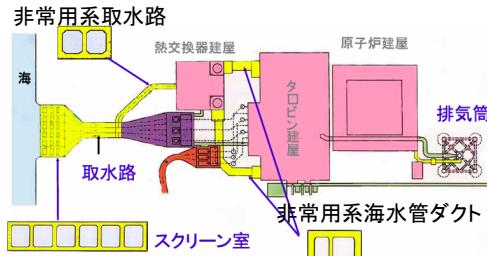
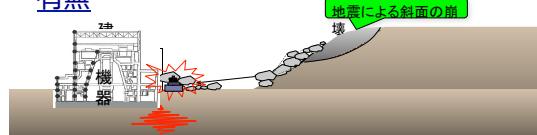
地震安全を支える設計体系： 構造物の設計事象

- 重要土木構造物（取水路、非常用系海水管ダクトなど地中構造物）の機能：冷却水の確保

- ✓ 設計事象：曲げ破壊（変形性能）、せん断破壊（耐力）

- 原子力建屋などの周辺斜面の機能：安定

- ✓ 設計事象：崩壊可能性の有無



地震安全を支える設計体系： 機能限界を超えた破壊も考慮したデザインへ

- 屋外重要土木構造物が構造体に必要とされる機能の限界を超えた状態（破壊状態）が生じた時、また

- 地震と津波などの複合的な作用により複数の構造物が機能の限界を超えた状態が生じた時

- ✓ 1システム or 複数システムが破壊状態を超える状態となる地震作用による他のシステムの状態は？

- ✓ 1システム or 複数システムが破壊状態を超える状態となった時に他のシステムに与える影響は？

⇒ 機能の限界を定量的に評価できる技術の構築

- システム全体の機能限界に及ぼす影響：リスクの認識

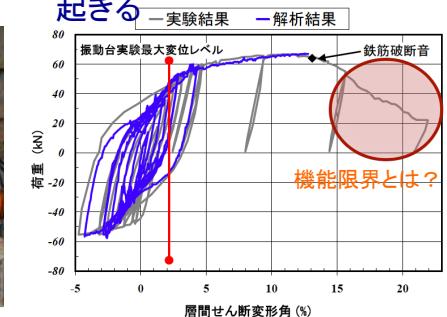
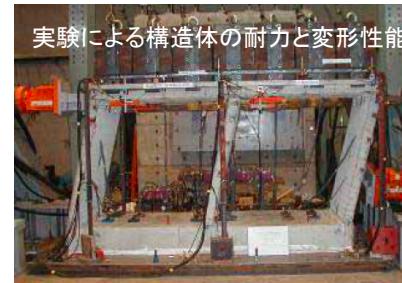
⇒ 機能の限界が構造システムの破局とならないようになるような性能を構造物に付与する設計の必要性：地震安全を支える設計体系の構築

地震安全を支える設計体系： (設計事象)限界状態を越える機能の限界

■ 構造体の限界状態

:構成部材の破壊モード（曲げ破壊、せん断破壊）による保守的評価

- 構造体に必要な機能の限界：この限界を超えた時に起る



公衆の地震安全を支える 原子力災害への対応の現状

- 災害対策基本法(1961)：事故災害としての原子力災害への地域防災計画を策定（福島県が対応）

- 原子力災害対策措置法(2000.6)：

- 国の責務：内閣総理大臣を長とする原子力災害対策本部の設置（国が対応）

- 地方公共団体の責務：原子力災害対策措置法+災害対策基本法に基づく原子力災害に対する防災計画に基づく責務

- 原子力緊急事態宣言後、災害対策基本法の地域防災計画の災害は減災力災害と読み替え適用する。

- 原子力事業者の責任：原子力事業者防災業務計画の策定

- ✓ 発生の予防、災害の拡大の防止と災害復旧

■ 法令以外の防災関係資料

- 原子力安全委員会作成の「原子力施設などの防災対策について（防災指針）」

- 中央防災会議作成の防災基本計画：防災基本計画：

公衆の地震安全を支える
地方公共団体の原子力災害への対応と見直し

■ 地域防災計画に基づく地方自治体の実施事項(現在)

- ✓ 周辺住民に対する広報及び指示等の伝達
- ✓ 緊急時環境放射線モニタリングの実施+SPEEDIネットワークシステムによる影響予測情報の入手と防護対策
- ✓ 住民の屋内退避、避難
- ✓ 飲食物の摂取制限等
- ✓ 緊急時医療措置

■ 地域防災計画策定に向けたガイドライン案:H24.1.23
見直しのポイント

- ✓ 過酷事故、地震や津波等との複合災害への対処
- ✓ 事故の初期段階における即応体制の確保
- ✓ 周辺地域における原子力災害の影響が広域に及んだ場合の対処
- ✓ 被災者の生活支援、除染、放射性廃棄物の処理への対処
- ✓ 災害時要支援者への十分な配慮

公衆の地震安全を支える
地震災害と原子力災害との複合災害の対応について：現状と課題

■ 平成19年7月：新潟県中越地震による東京電力柏崎刈羽原子力発電所の火災事故などの発生

■ 平成20年4月：原子力安全保安院「原子力災害などと同時期または前後して大規模自然災害が発生する事態に対応した原子力防災マニュアル」

→ 課題（事故・調査委員会中間報告より）

➢ 複合災害の発生する可能性は極めて低いので現状の防災体制を基本とする(基本的考え方)

➢ 国や地方自治体からの批判的な意見

- ✓ 複合災害対策の策定は大規模自然災害が原子力災害を引き起こすと誤解を招く
- ✓ 地域防災計画の大幅な見直しが必要
- ✓ 保安院以外の所掌事務に他機関との調整が行われていない

公衆の地震安全を支える
地震災害と原子力災害との複合災害の対応について：東日本大震災による課題

- **複合災害を意識した訓練を実施していない。**
- **人的リソースの不足**：震災対応に追われる中で、避難や身体除染に対応
- **通信インフラの障害**：地震の影響で電話やFAXなどの通信手段が使えない、オフサイトセンターが機能しない
- **交通インフラに障害**：必要資材、食料や水などの搬入が困難となった
⇨ 地震の影響による交通渋滞、地震や津波によるインフラの変状、停電などによる周辺の道路状況の悪化
- ⇒ **事故対応が困難となった。**

東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会の中間報告より

公衆の地震安全を支える
地震災害と原子力災害との複合災害の対応について：今後取り組むべき課題

■ 交通インフラや情報インフラの防災力向上のためのハード、ソフト課題の整理(東日本大震災など)

- ✓ 原子力発電施設へのアクセス
- ✓ 原子力発電施設からの避難
- ✓ 時間とともにニーズが変化するロジスティックス

■ 地震や津波により生じた被災情景と原子力災害がもたらす放射線の影響とを加味した**複合災害シナリオの構築** ⇨ **土木分野以外の専門家との協働が重要**(防災指針の中でロジスティックとインフラの関係が完全に抜けていた)。

■ 災害リスク、被災シナリオなどに関する公衆や住民とのコミュニケーションの確立-**信頼の再構築**に向けて（**技術者による技術説明技法**(高田プロジェクトなど) の適用など）

■ 地震災害と原子力災害とを包括した**災害対応が可能な常設組織**を含む枠組みの基本的な考え方の提案

(公社)土木学会が取り組むべき原子力施設の地震安全に向けた課題:現状

■原子力発電施設の地震安全に関する学協会の果たす役割 :

- 原子力発電施設の設計、維持管理の実施基準として参考される民間基準
- ✓ 日本原子力学会 : 原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価手法に関する実施基準(2012.2.8), 原子力発電所の高経年化対策実施基準(2008)
- ✓ 日本電気協会 : 原子力発電所耐震設計技術指針(2008), 原子力発電所の保守管理指針
- 土木学会・原子力土木委員会 : 地質、地盤、土木系構造物の調査・設計マニュアルなど作成(活断層評価部会, 構造健全性評価部会, 地下環境部会, 津波評価部会, 地盤安定性評価部会, Q&A)
- ✓ 日本原子力学会や日本電気協会の基準・指針にて参考される。津波は中央防災会議、耐震指針などでも参考される。

今後、(公社)土木学会が取り組むべき原子力施設の地震安全に向けた課題

- 他学協会と連携し、ライフサイクルの中での安全性の評価技術、維持管理技術、廃炉などに関する技術の研究に取り組み、それらの基準化への貢献を行う。
 <土木技術者として必要不可欠な事項>
- ✓ 原子力発電所の設計、建設、運転から廃炉にいたるライフサイクルの中でリスクシナリオを正しく理解し、伝える(限界から終局の理解など)。
- ✓ 原子力の総合的な安全性を認識する(土木構造物の安全性に関する哲学が必要)
- 自然災害と事故災害との複合災害に対する防災対応に関するソフト、ハード面でのリスクマネジメントに関する研究の促進
- 土木分野の主体的な貢献が期待される安全性向上のための技術の高度化