

既工認からの見直しの概要(2号炉原子炉建屋(R/B))

JEAG4601での記載

入力地震動	埋込み効果の評価
埋込まれている場合は、表層地盤の影響*が期待出来る旨の記載あり *E+F入力、直接入力(2E)より小さい	支持地盤と側面地盤のせん断波速度(V_s)の違いが大きい場合は側面地盤ばねの評価に留意する必要がある旨の記載あり

○(女川は約29mの埋込み)

△(女川の支持地盤は硬質であり V_s の違いが大きい)

既工認での周辺地盤の影響評価

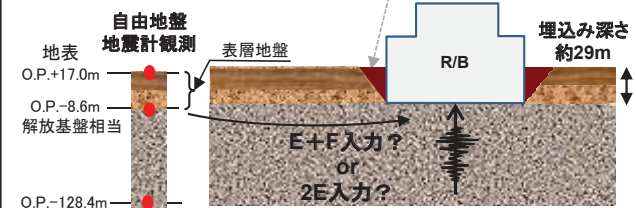
既工認では側面地盤ばね評価の課題も踏まえて、以下のとおり設定

入力地震動	埋込み効果
基準地震動を直接入力 (表層地盤の影響を無視)	側面地盤ばねを設けず (埋込み効果を無視)

※既工認では、参考検討として、採用手法と、【E+F入力+埋込み効果考慮(JEAG手法で評価(Novakばね))】の比較から採用手法の保守性を確認

建設の特徴、観測記録の傾向

入力地震動	埋込み効果
3.11地震等のはざとり波を用いた建屋シミュレーション解析 ⇒表層地盤の影響を考慮するE+F入力が直接入力(2E)よりも適合性が良い 添付1,2	・建屋周囲は、掘削土等により埋戻しを実施している。 ⇒埋込みによる拘束等は小さい状況 ・3.11地震のはざとり波を用いた建屋シミュレーション(R/B, Hx/B)でも、Novakばね無しの方が適合性が良い 添付3,4



今回工認での周辺地盤の影響評価

今回工認では建設の特徴や観測記録の傾向を考慮し、以下のとおり設定

入力地震動	埋込み効果
表層地盤の影響を考慮する E+F入力に変更	側面地盤ばねを設けず (埋込み効果を無視)

【参考検討】基準地震動 S_s を用いた感度解析(R/B)

- ・入力の違い(直接入力⇔E+F入力)が建屋応答に与える影響 添付11
- ・側面地盤ばね(Novakばね)の有無が建屋応答に与える影響 添付12

具体的な評価方法(モデルの設定方法、不確かさの考慮)

女川2号炉 今回工認での周辺地盤の影響評価

入力地震動(E+F入力の採用)

E+F入力を採用する建屋の選定

- ・建屋周辺の埋込み状況、埋込み深さなどから採用の可否について判断(JEAGの考え方を準用)

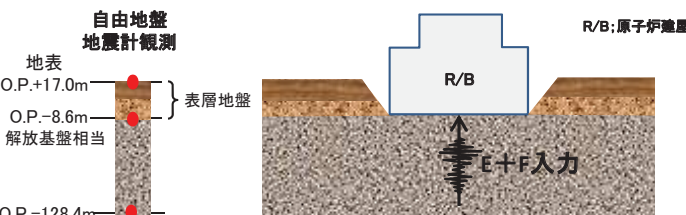
基準地震動 S_s に対する表層地盤モデルの設定に関する検討(2号炉R/B)

地盤の非線形特性を考慮した地盤モデルの設定

- ・ベースとなるモデル(表層地盤線形モデル)は、建屋シミュレーション解析や表層地盤(自由地盤)で得られた観測記録の傾向等を踏まえ、表層2層モデル(一次元波動論モデル)として設定。
- ・非線形特性を考慮する地盤は、表層地盤上部で考慮。その非線形特性は地盤の物性試験より設定。添付5~9

S_s 評価に用いる表層地盤モデルの検証

- ・地盤の物性試験から定めた非線形特性の考慮方法が、過去の様々な振動レベルの地震の傾向と整合することを確認(逐次非線形性モデルによる検討)添付10
- 【補足検討】:逐次非線形モデルと等価線形モデルでの比較検討(S_s での検討)参考1



【補足検討】(R/Bでの検討)

- ・表層地盤の物性の違いが応答結果に与える影響の検討
- ・地盤モデルの岩盤部の深さの違いが応答結果に与える影響の検討

埋込み効果(側面地盤ばね)

埋込み効果の影響を確認する建屋の選定

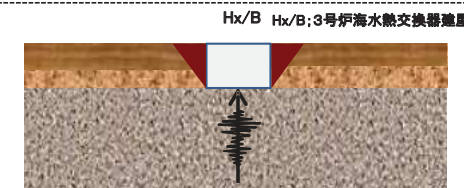
- ・E+F入力を採用する建屋について、埋込み効果の影響を確認、影響が大きい建屋は考慮。

埋込み効果の影響確認方法

- ・過去の観測記録を用いた建屋のシミュレーション解析から、埋込み効果の影響について確認する。
- ・確認にあたっては、JEAGによる側面地盤ばね(Novakばね)の評価についても比較する。
- ・建屋のシミュレーション解析において埋込み効果の影響が大きい建屋については、詳細検討を実施する。(例:3号炉海水熱交換器建屋(Hx/B))

設計モデルへの反映

- ・埋込み効果の影響が大きい建屋については、設計に与える影響も踏まえ、モデルの策定を行う。



設計の裕度確認(不確かさへの対応)

入力地震動(E+F入力)

地盤物性値のばらつきによる影響評価

- ・地盤物性値のばらつきを考慮した応答解析を実施(建屋応答(応答スペクトル等)に対する影響を評価)

埋込み効果

埋込み考慮による S_s 地震応答解析検討

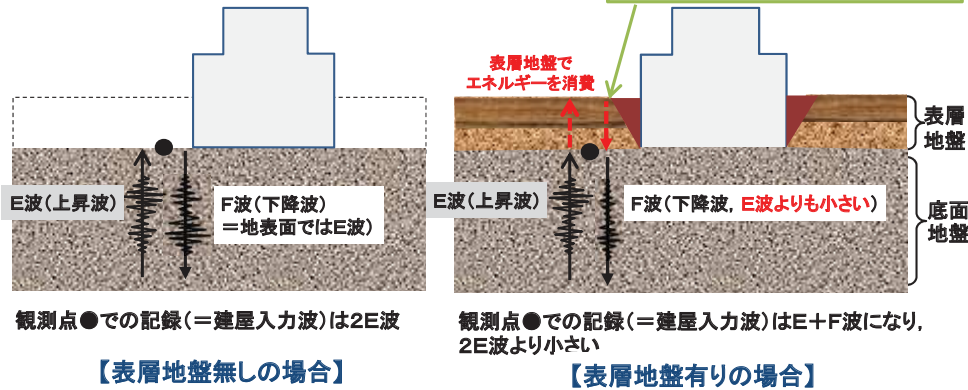
- ・モデルに反映した建屋について、ばらつきを考慮した応答解析を実施(建屋応答に対する影響を評価)

建屋近傍施設の検討

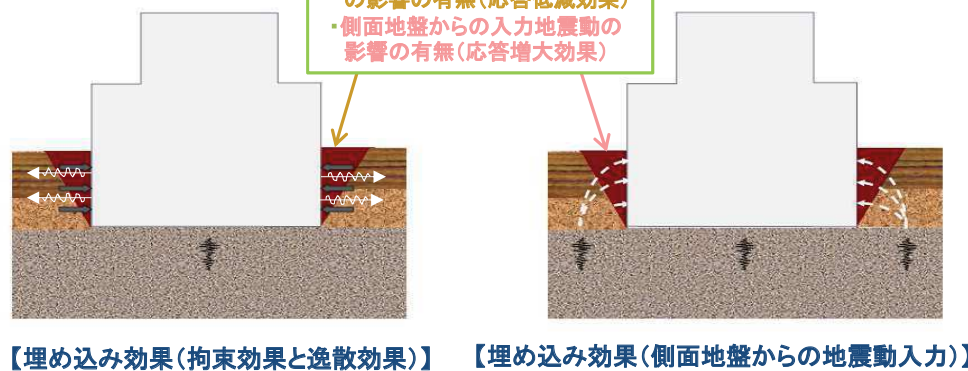
建屋周辺の施設(土木構造物等)について、建屋振動に伴う埋め戻し土の振動の影響について確認する。

基準地震動Ssに対する表層地盤モデルの設定に関する検討フロー

入力地震動評価の課題



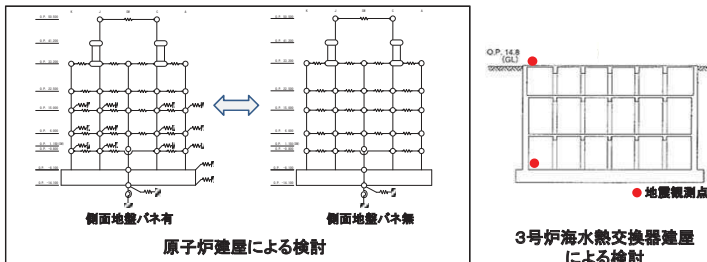
埋め込み評価の課題



埋め込み評価の課題(課題②)への対応

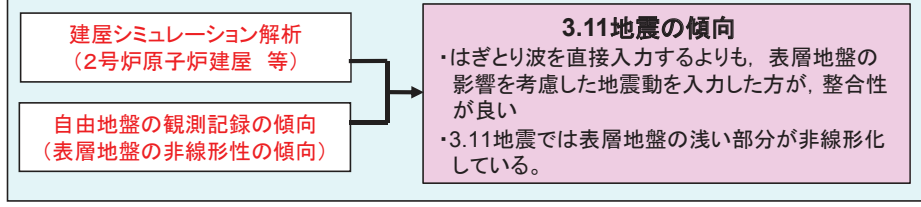
観測記録を用いた検討

- 原子炉建屋について、側面地盤バネ(Novakバネ)の有り・無しの応答結果と観測記録の比較。
- 建屋全体が埋め込まれている3号炉海水熱交換器建屋で得られた観測記録を用いた検討。



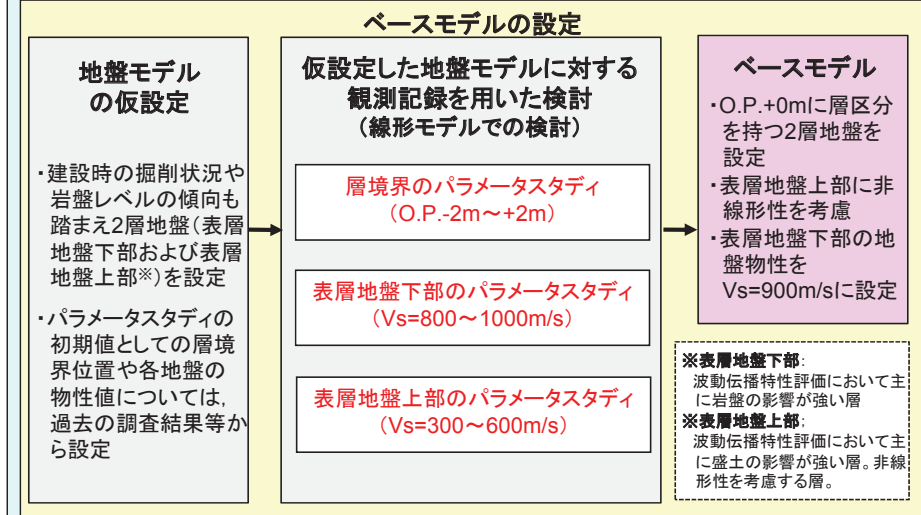
入力地震動評価の課題(課題①)への対応

東北地方太平洋沖地震等における入力地震動の傾向



表層の影響を考慮した入力地震動の採用

Ss評価用地盤モデルの設定



Ss評価用地盤モデル(表層地盤上部の非線形性を考慮した地盤モデル)

表層地盤上部の非線形特性は盛土の地盤物性試験結果を流用(逐次非線形を考慮した一次元地盤応答解析モデル)

Ss評価用地盤モデルの検証(表層地盤上部の非線形性評価方法の妥当性確認)

複数地震の観測記録を用いた適合性検討

地震動の大きさが違う複数地震に対し、Ss評価用地盤モデルの非線形特性を用いた解析が観測記録の傾向と整合することを確認