

◆ダメージ蓄積・塑性域移行の2号機原子炉建屋！◆

<2016.2.7 記>

昨年（2015）12.12「風の会公開学習会 vol. 7」では、検討会の各委員が、異なる専門性の目を通して、女川2号機の安全性について多面的に検討することを期待して、規制委資料からいくつか“突っ込みどころ”を提起したつもりです。また、検討会が昨年11月以降中断していますので、この機に改めて議事録8回分を見直してみました（‘ヒマだから’ではなく、どんな情報を委員が求めているかを知るためです）。

まず、検討会の位置づけ・進め方について、委員と県事務局との間に次のようなやり取りがありました<第2回5-6頁、下線筆者：以下も同じ>。

- 関根委員 やり方がもう1つわからないんですけども、もう1回規制委員会を相手に説明するようなことをここでやっていただくということですか。
- 事務局 規制委員会に対して説明したことというよりは、規制委員会で自分たちの考え方と、それからあと指摘された事項をまとめて東北電力としてはこのように基準地震動を設定し、そのための対策をこのように取りましたというところのご確認を先生方にいただけないかなというところでのご提案でございます。
- 関根委員 すみません、それを判断するのに最後の言葉だけ見てもわからないですよ。その途中でどういうふうに納得されて、その結果がどうなったかということを知らないと、ご専門家でもわからないですよ。ですので、その説明がどうしても要るんじゃないかと私は思うんですが。それでちょっと申し上げたんです。
- 事務局 県といたしましては一番皆さんご関心が高い、もしくは我々としてもこういう基準地震動が設定されましたという部分も含めまして先生方からご確認をいただいたり、もしくはその最終地点の確認を先生方にしていただければと思っております。途中での説明が必要ということであれば、それにつきましては事務局として説明をしていただけるように東北電力のほうと調整はさせていただきたいと思えます。

要するに、県事務局（村井知事？）は、規制委の“二番煎じ”・東北電力説明の最終確認＝再稼動承認に向けた“アリバイ作り”を企図しているのに対し、委員としては、規制委のお墨付きを得た東北電力の最終説明だけでなく、その過程の議論・問題点などの全体像をきちんと知った上で確認・判断したい、ということのようです。

一方、東北電力の検討会に対する（見下した？）姿勢も気になりました。例えば、今村委員の質問に対し<第2回8頁>、

- 東北電力株式会社 <略> それにつきましては今ちょっとここには書き切れなかったものですから、またご説明したいと思えます。それから、2番目の周期につきましては、実は細かな分析等をやってございまして、国への報告といったもの、分厚い報告書には記載してあったわけなんですけれども、これにつきましてはきちっとまたお示ししたいと思います。

と述べ、委員から指摘されるような問題については既に詳細な検討を行っており、「国への報告」には記載しているが、検討会には「書き切れない」から抜かしたただけだと説明しています。‘規制委で詳細に議論・解決済みだから、検討会には概要説明・報告で十分’とのニュアンス・“驕り”を感じるのは、筆者だけでしょうか。

関連して、東北電力は次のような説明も行なっています<第2回 11 頁>。

○東北電力株式会社 <略> 私どもの安全上重要な設備で、Sクラスの設備については当たり前ですが設計のタイミングから例えば相対変位などはもちろん入れ込んでおります。そういったことも功を奏しまして、今回の地震で安全上重要な設備において先ほど言った損傷が確認されたというものはございませんでした。ただ、国への報告にも書いてありますけれども、一部Cクラスの配管、つまり耐震上重要ではない設備についてやはり損傷というものは確認されておりますので、そういったものは私ども国にも報告させていただいておりますし、しっかりある意味教訓ということで認識をしているというところでございます。

ここでは、別稿に記載した耐震Sクラス（最重要）の1号機原子炉建屋に生じたひび割れも、昨年7月によりやく補修を終えた（手こずった？）Bクラス2号機タービン建屋外壁のひび割れについても、全く言及されておらず、ただただ「安全宣伝」がなされているだけです。

同様に、地震後確認についての委員の質問に東北電力は<第5回 22,27,38 頁>、

○源栄委員 人間の目で見たの（で：筆者加筆）は見つからない、ヒドウンダメージと言って隠れた被害があるということを考えておく必要があると思います。これが大事で、どのようにして見つけるのですか。<22頁>

○東北電力株式会社 それについては、地震応答解析とセットになっておりまして、地震応答解析である基準値を超えてちゃんと見なきゃいけないというふうに判断されたものは、もう少し詳細点検をやっていきますので、そういったところで見たり、あるいは実際動かしてみでの性能試験で性能を確認していくということになるかと思っております。<22頁>

○兼本委員 <略> 地震後の確認で<略>基本的には目視点検と解析で健全性を確認するというのはあって、そこで亀裂とか変形があった場合に追加点検というのがあると思いますけれども、もし追加点検の場合にどんな体制で、どんな検査をやるのかなというのを説明していただけるとありがたいです。機器・系統は分解してみるとか、非破壊検査とかがあるんですけども、建物の構造、構築物はどんな検査があるのかなというのを教えていただけるとありがたいです。解析も詳細検討とかありますので、説明可能であればお願いします。<27頁>

○東北電力株式会社 <略> また、先ほどご質問のありました建物・構築物の追加点検の例でございますけれども、建物・構築物の目視点検につきましては、ひび割れが例えば1ミリ以上でありましたら異常ありという判断にしておりますので、具体的な点検結果、追加点検としましては、その状況によって考えますけれども、基本的には鉄筋の異常がないか見るためにコンクリートを削ったり、ひびの深さなどを確認するためにコンクリートをコア抜きしたりといった方法が考えられます。まずはこういったことを実施することになるというふうに考えます。なお、実際には、幅1ミリ以上のひびは確認されておりません。今後、点検等、応答解析に合わせて建物・構築物の健全性については別途ご説明させていただくこととなります。<38頁>

と、異常があれば追加点検するが、幅1mm以上の残留ひび割れはないから追加点検は不要、というニュアンスです。

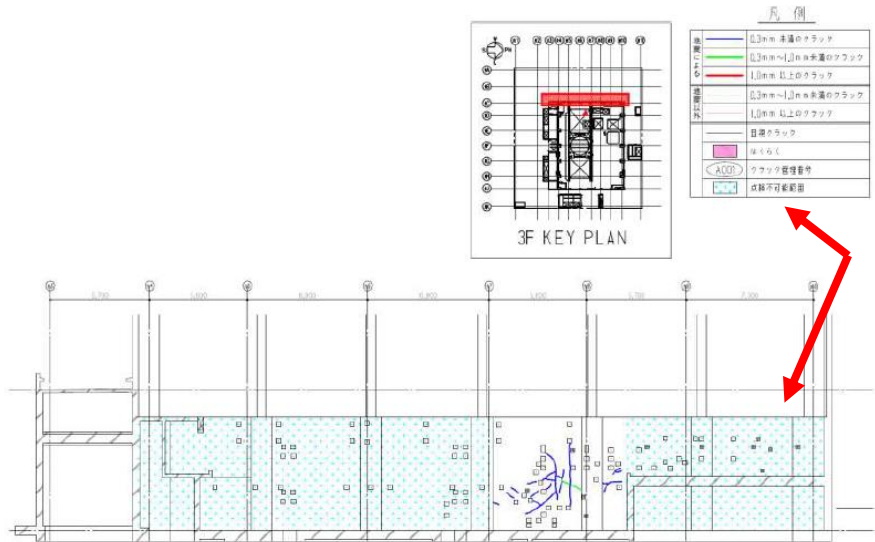
ここで重要なのは、建屋の鉄筋コンクリートは「せん断変形角 $0.2 (\times 10^{-3})$ 」以上でひび割れ（＝ヒドウンダメージ）が生じる可能性があり、別稿の通り応答解析ではそれをはるかに上回る数値が得られており‘ひび割れ発生条件は整っている’ので、最低限該当する（階の）耐震壁をすべて点検する必要があるのは明らかです。

ところが実際には、次頁図（や別稿の図）のように、設備・機器配管等が邪魔をし

て点検できないところ
が多数あります<

2012. 3. 26「建築物・構造9-2」32頁の図「点検不可能範囲」、矢印筆者>。そのような未点検・点検不能部分の健全性も含め、東北電力は今後の検討会でどう「ご説明」するのか、注目です。

RC壁(耐震壁)のひび割れ調査結果(3階 IW-C)



さて、超多忙な検討

会委員に、規制委での議論を逐一フォローすることを求めるのは無理ですし、一方、東北電力は規制委等での議論を正しく伝えるとは限りませんので（むしろ、情報を意図的に提供しない可能性が大！）、市民の側からも「一番関心が高い」点について、積極的に情報提供することが必要だと思います。そこで以下、別稿作成時に見つけた耐震健全性に関する情報を提供したいと思います。

“被災原発”である女川原発（1～3号機全て）に対し、委員からは‘地震により被ったダメージの累積の考慮’が求められています<第1回 源栄委員：4, 11-12 頁、岩崎委員：19 頁、第6回 源栄委員：18-19 頁>。その点に関しては、前に田中三彦さんに指摘されて以来筆者もずっと気になっていましたが、ようやく今回、東北電力も“それなり”の検討（保安院へ報告）をしていることを見つけました。例えば、2号機原子炉建屋の『剛性（せん断力に対する変形しにくさ）』を「補正係数（0.3など）」を用いて応答解析したことについて、女川原発“特有”の「過去に何度か大きな地震を経験したこと」を理由に挙げています<前出「建築物・構造9-2」1 頁>。

○コメント内容

第4回建築物・構造に関する意見聴取会(平成23年11月17日)
【建築物・構造4-3-1】

- ・コンクリート壁剛性の設計値に対する補正係数のうち、オペフロ階(3階)とクレーン階を0.3としているが、その原因として、過去に何度か大きな地震を経験したことや、乾燥収縮クラックが多いことが原因との説明であったが、剛性低下をきたす原因だけでなく、0.3となる考え方を検証してほしい。
- ・女川原子力発電所を見たところでは、それほどひび割れが多いわけではない。むしろ、コンクリートの実強度を確認する必要があるのではないか。

さらに詳しく見ると、建屋全体の振動数（「剛性比」が「振動数比」の2乗に比例すると仮定：同6頁）に注目して、次頁表<同5頁>のとおり、2003. 5. 26地震時を基準「1. 00」として、2005. 8. 16地震後は「NS方向0. 98、ES方向0. 99」、3. 11地震後は「NS：0. 80、ES：0. 84」と急減し、4. 7余震後も「NS：0. 78、ES：0. 82」と“着実”に減少していることから、地震のたびに剛性が低

下（ダメージが蓄積）していることが明確に示されています。特に3.11地震後の顕著な剛性低下には‘ひび割れが影響’しているとされています<同6頁>。

- 建屋全体について、2003.5.26地震時を基準にした各地震時との比較を実施した。
 1. 建屋応答が弾性範囲であった2003.5.26地震時と2005.8.16地震時の振動数は、ほぼ同じである。
 2. 2011.3.11地震で振動数が大きく低下し、2011.4.7地震時の振動数は2011.3.11地震時とほぼ同じである。
 3. 2003.5.26地震時及び2005.8.16地震時の振動数は、質点系モデルの振動数より高い。

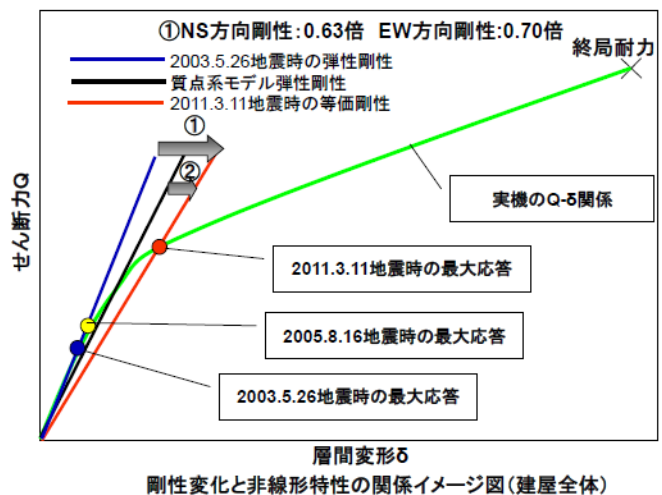
地震名	NS方向			EW方向		
	基礎版上加速度 2RB-6(cm/s ²)	振動数(Hz) 減衰定数(%)	振動数比 ^{※1} -	基礎版上加速度 2RB-6(cm/s ²)	振動数(Hz) 減衰定数(%)	振動数比 ^{※1} -
質点系モデル ^{※2}	-	5.05 ^{※2} -	0.91 -	-	5.04 ^{※2} -	0.95 -
2003.05.26 18:24 宮城県沖 マグニチュード7.1 震央距離48km	112	5.55 7.77	1.00 -	168	5.29 4.01	1.00 -
2005.08.16 11:46 宮城県沖 マグニチュード7.2 震央距離73km	230	5.44 6.30	0.98 -	206	5.24 4.63	0.99 -
2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖 マグニチュード9.0 震央距離123km	501	4.42 6.88	0.80 -	461	4.43 5.87	0.84 -
2011.04.07 23:32 宮城県沖 マグニチュード7.1 震央距離43km	358	4.31 8.08	0.78 -	367	4.36 7.19	0.82 -

※1 振動数比は2003.5.26時の振動数をベースとしている。
 ※2 質点系モデルは今回シミュレーションモデルに対して剛性の補正係数1.0としたもの。

2. 建屋全体の地震毎の応答と剛性の関係

- 建屋の剛性比は振動数比の二乗に比例する^{※1}と仮定すると、2003.5.26地震時を基準とした2011.3.11地震時の建屋全体の剛性比(図中①)はNS方向は0.63倍、EW方向は0.70倍となる。この剛性比はオペフ[■]階(3階)から屋上階の影響も含んだ建屋全体としての値である。また、この剛性比は、2011.3.11地震時に建屋に生じたひび割れによる剛性低下の影響を含んだものである。
- 振動数から求めた質点系モデルと2011.3.11地震時の振動数から求めた剛性比(図中②)は、NS方向は0.77倍、EW方向は0.77倍となる。
- 2003.5.26地震時の弾性剛性が質点系モデル(剛性の補正係数1.0、コンクリート物性は設計値)の弾性剛性より大きいことは、コンクリートの実剛性や間仕切壁の剛性等の影響と考えられる。

さらに今回の“重要な発見”は、東北電力ですら、模式図とはいえ、3.11(+4.7)地震により原子炉建屋(剛性)が弾性領域(原点から伸びる直線)を外れ、塑性変形領域(右上の終局耐力に至る線の上)に移行したと認める記載をしていることです<同6頁>。新耐震指針では、基準地震動S_s時に安全機能(止める・冷やす・閉じ込める)が損なわれない程度の塑性変形は認められていますが、それはあくまでも現時点では“健全(弾性域)”であることが前提の**はずで、筆者が知る限り(自信はありませんが)、すでに塑性域に移行した(してしまった)建屋・設備・機器を継続使用しても構わないという規定はないのではないのでしょうか(未**



調査ですが「維持基準」（配管等のひび割れは許容）にはあるのでしょうか？）。

これ以上の検討は専門外の筆者の手に負えませんので、源栄委員をはじめとする専門家による徹底検証にお任せしたいと思います。「それゆけ！ケントウカイ」

<2016.2.7了 仙台原子力問題研究グループ I >