

JRR-3 制御棒駆動機構の応答変位の時刻歴について

令和 2 年 7 月 29 日
日本原子力研究開発機構
原子力科学研究所

【R2.7.13 審査会合コメント】

制御棒駆動機構は裕度が非常に少ないため変形も進んでいると考えているが、スクラム検知時刻や制御棒挿入完了時刻、変位量が 2mm に到達する時刻における各地震波の時刻歴や変位量を示し、裕度が十分であることを説明すること。

【R2.7.21 ヒアリングコメント】

- ・プランジャ案内管溶接部の詳細な図面を示すこと。
- ・解析結果の XY 方向と入力地震波の NSEW 方向がどの様に対応しているか示すこと。

以下に各地震波に対する制御棒駆動機構の水平方向の変位が 2mm に到達する時刻をしめす（時刻歴を 3 ページ以降に示す）。地震波の時刻歴から、JRR-3 では地震の初期のわずかな揺れでスクラムを検知し、制御棒の挿入を完了することができることがわかる。スクラム検知から挿入完了までの時間（1 秒）と比較し、スクラム検知時刻から制御棒駆動機構の変位が 2mm 以上となるまでには十分な時間がある。

	スクラム検知時刻 (s)	挿入性検討範囲 (s)	水平方向変位が 2mm 以上となる時刻 (s)	スクラム検知から変位が 2mm 以上となるまでの時間 (s)
Ss-D	5.23	0~6.23	13.21	7.98
Ss-1	13.44	0~14.44	18.97	5.53
Ss-2	13.59	0~14.59	18.75	5.16
Ss-3	12.53	0~13.53	22.37	9.84
Ss-4	79.80	0~80.80	103.68	23.88

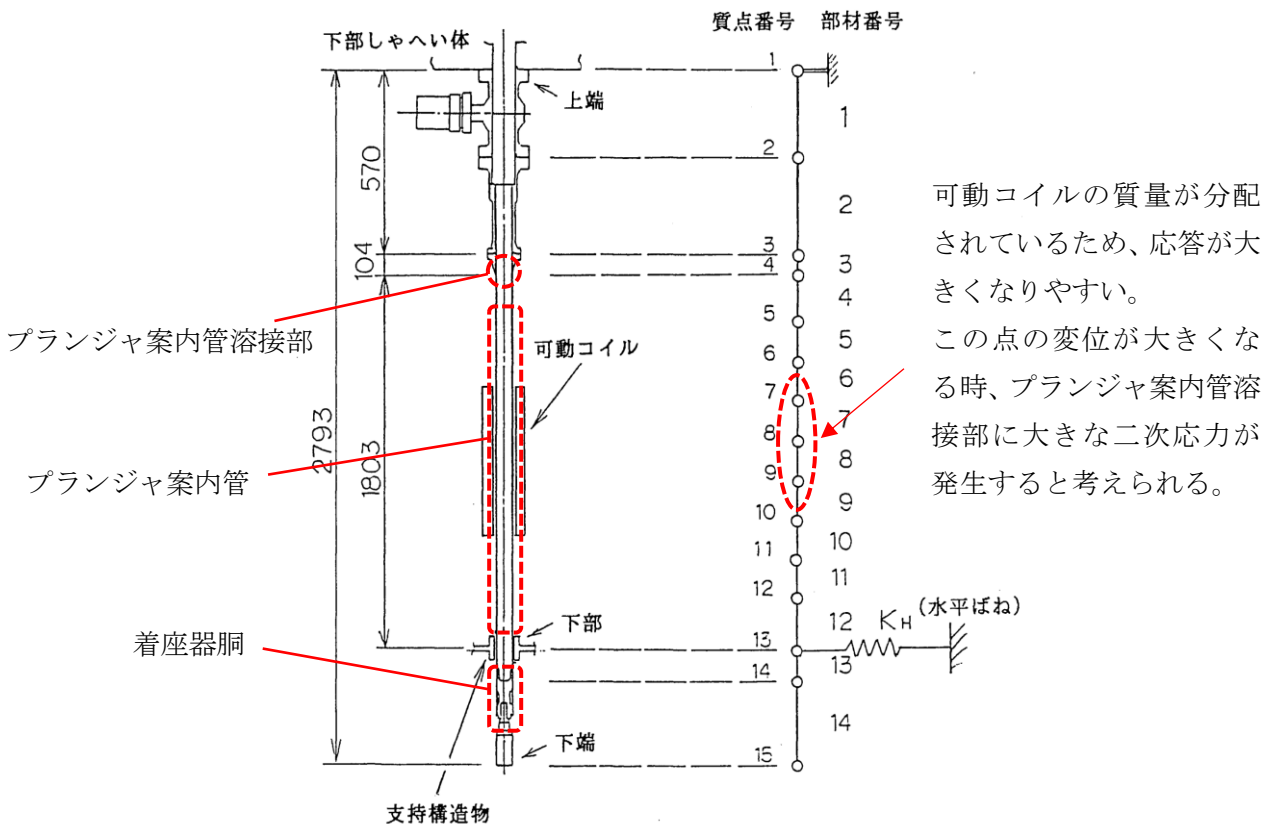
なお、基準地震動に対し裕度が少なくなっているのは、プランジャ案内管溶接部に対する一次+二次応力の評価結果であり、一次応力に対する評価では十分な裕度を有している。

制御棒駆動機構のうち管に該当する部材の評価結果

評価場所	材料	応力	許容応力状態IV _A S	
			算出応力	許容応力
着座器胴	SUS304L	一次一般膜	37	285
		一次+二次	64	346
プランジャ案内管溶接部	SUS304L	一次一般膜	193	285
		一次+二次	345	346
プランジャ案内管	SUS304L	一次一般膜	130	285
		一次+二次	219	346

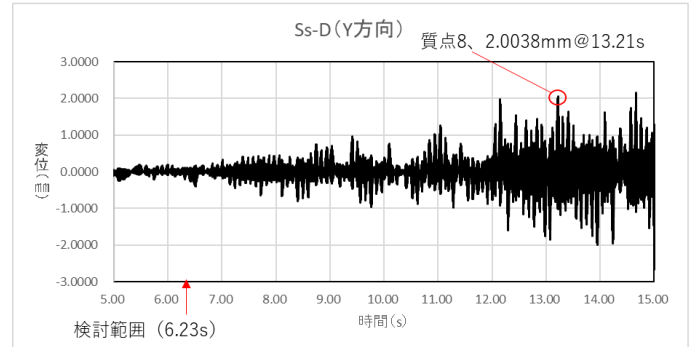
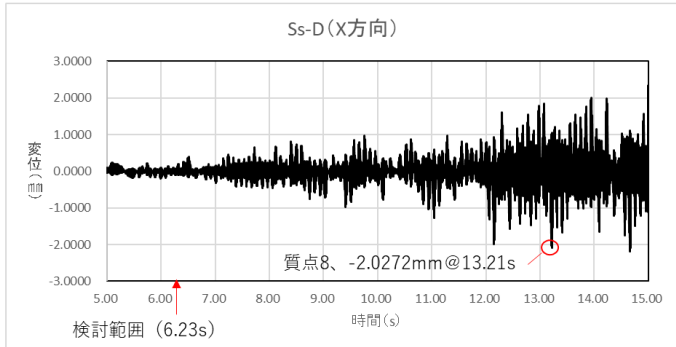
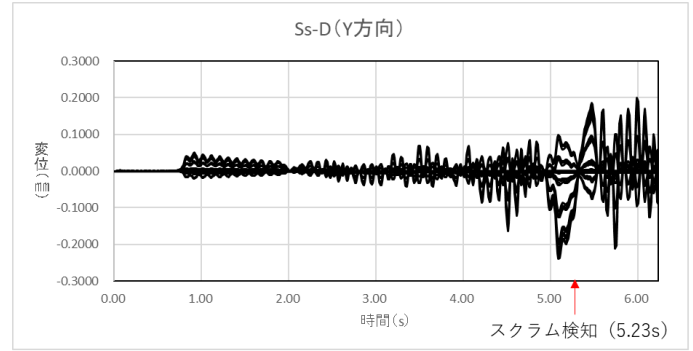
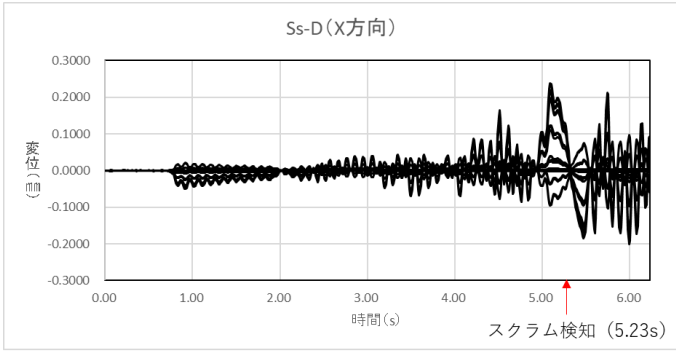
一次+二次応力の最大値が発生する時刻は制御棒駆動機構案内管の変位量が最大となる時刻あるいはその近辺である。制御棒が挿入完了する時刻 (Ss-D : 6.23s、Ss-1 : 14.44s、Ss-2 : 14.59s、Ss-3 : 13.53s、Ss-4 : 80.80s) までの制御棒駆動機構案内管の変位量はわずか (最大で 0.3mm 程度 (Ss-D)) であることから、検討範囲内において制御棒の挿入性に影響を与えるような変形はない。(各基準地震動に対し変位が最大となる点 (Ss-D : 22.74s、Ss-1 : 20.61s、Ss-2 : 21.15s、Ss-3 : 22.36s、Ss-4 : 114.20s) を 8 ページに示す)

また、制御棒駆動機構の仕組みから 1 度挿入が完了すれば、仮に制御棒挿入完了後に当該応力により制御棒駆動機構に変形が生じたとしても、原子炉の停止状態は維持することができる。

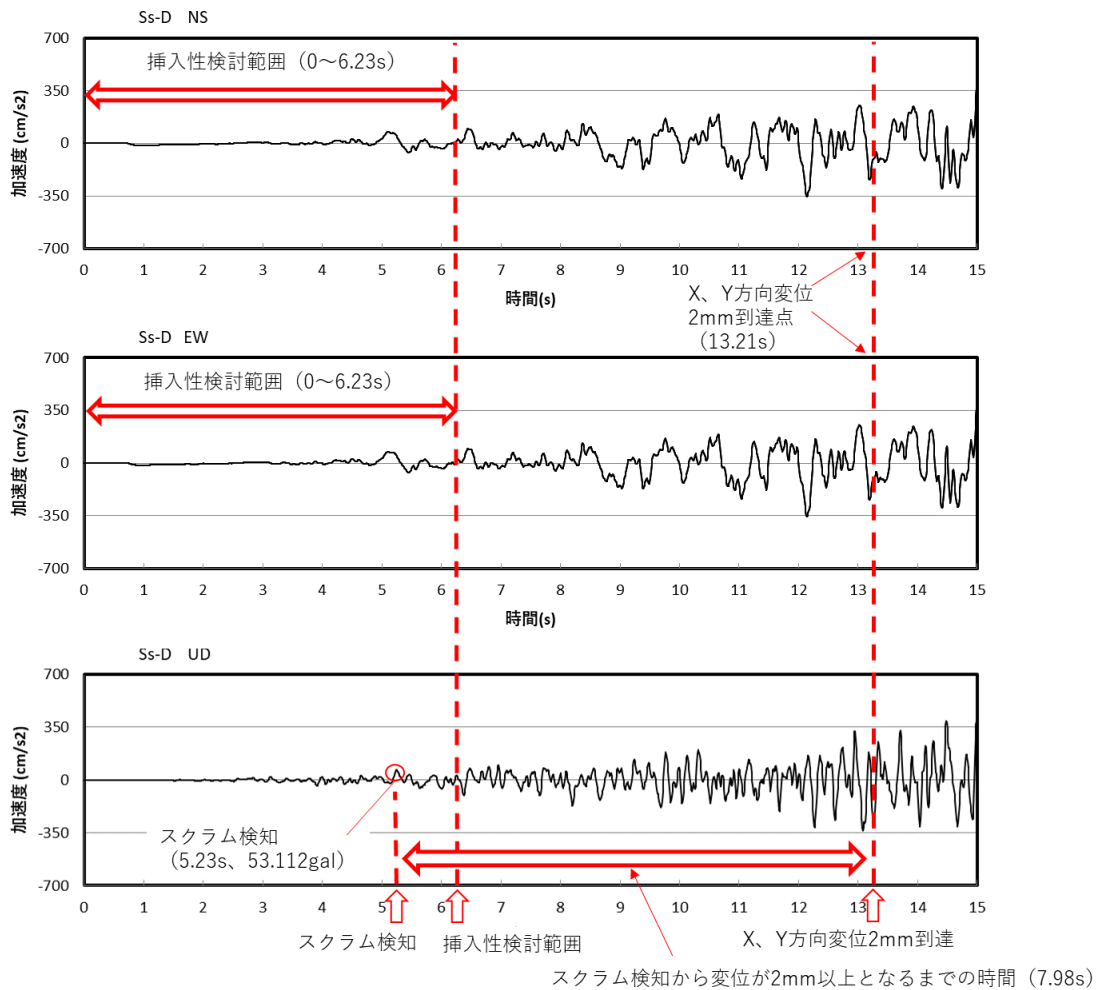


可動コイルの質量が分配されているため、応答が大きくなりやすい。この点の変位が大きくなる時、プランジャ案内管溶接部に大きな二次応力が発生すると考えられる。

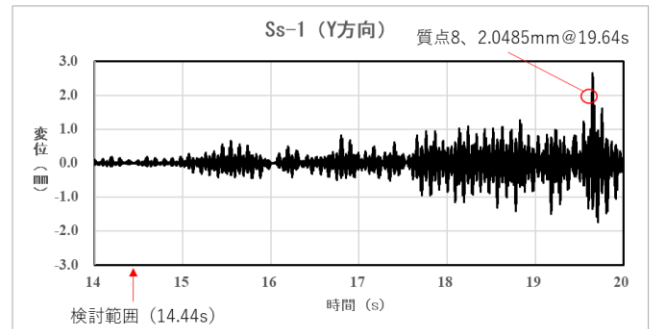
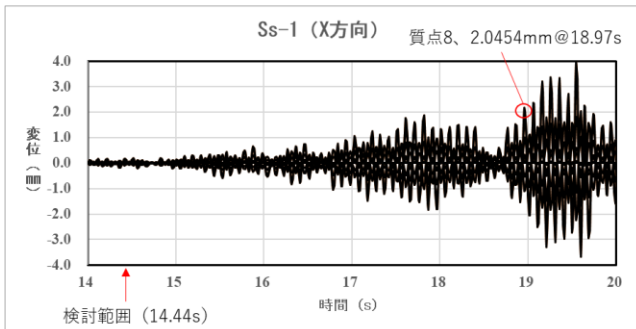
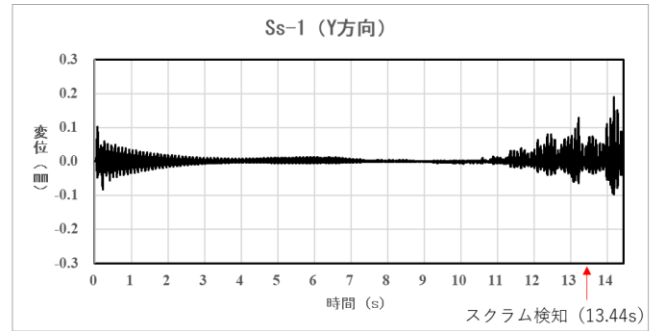
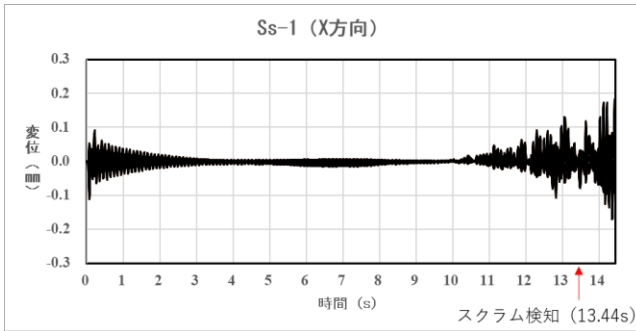
制御棒駆動機構の評価点について



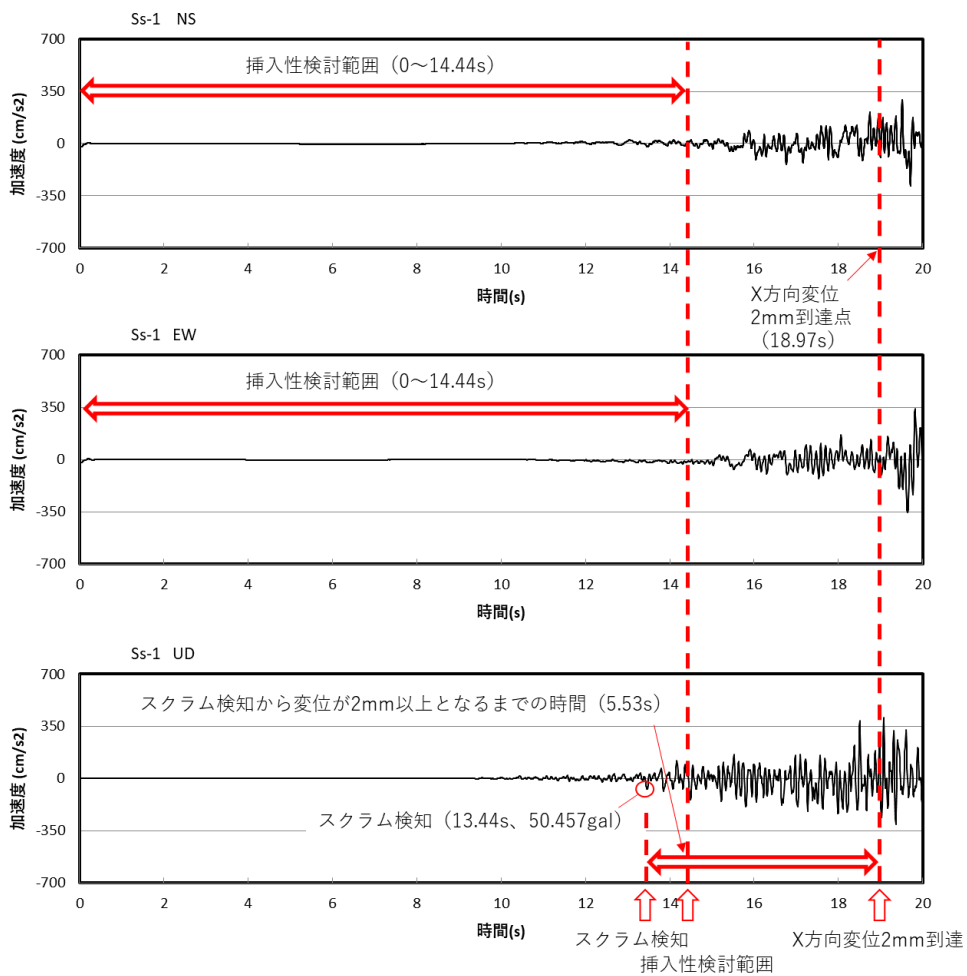
基準地震動 Ss-D に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴



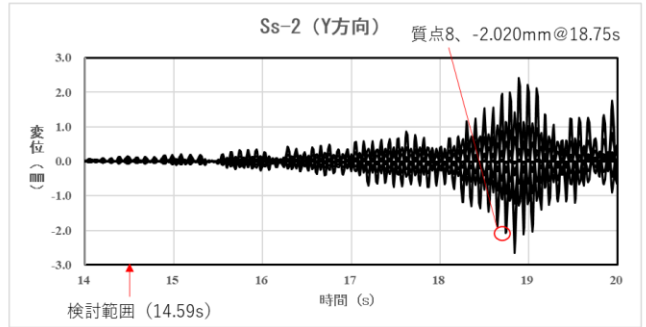
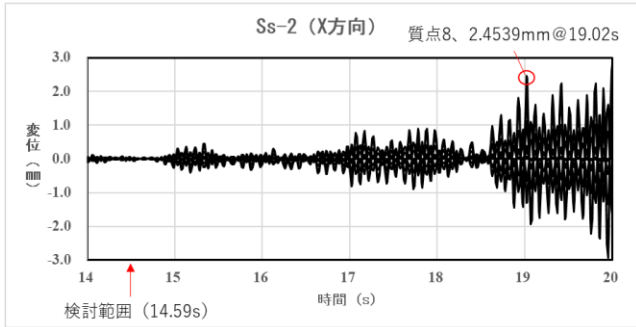
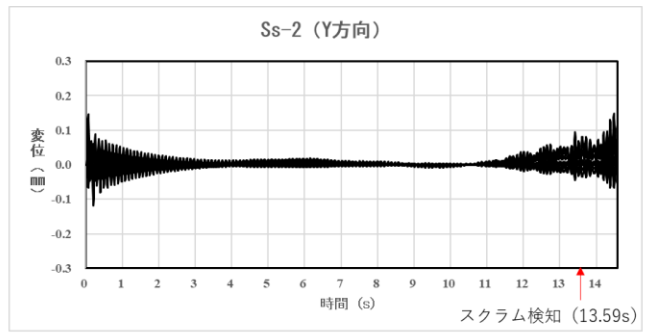
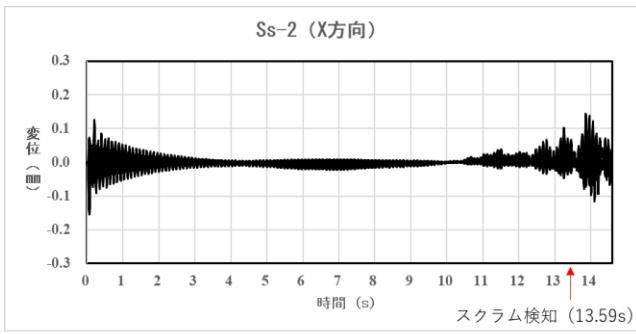
基準地震動 Ss-D 時刻歴 (原子炉建家地階 GL-7.3m)



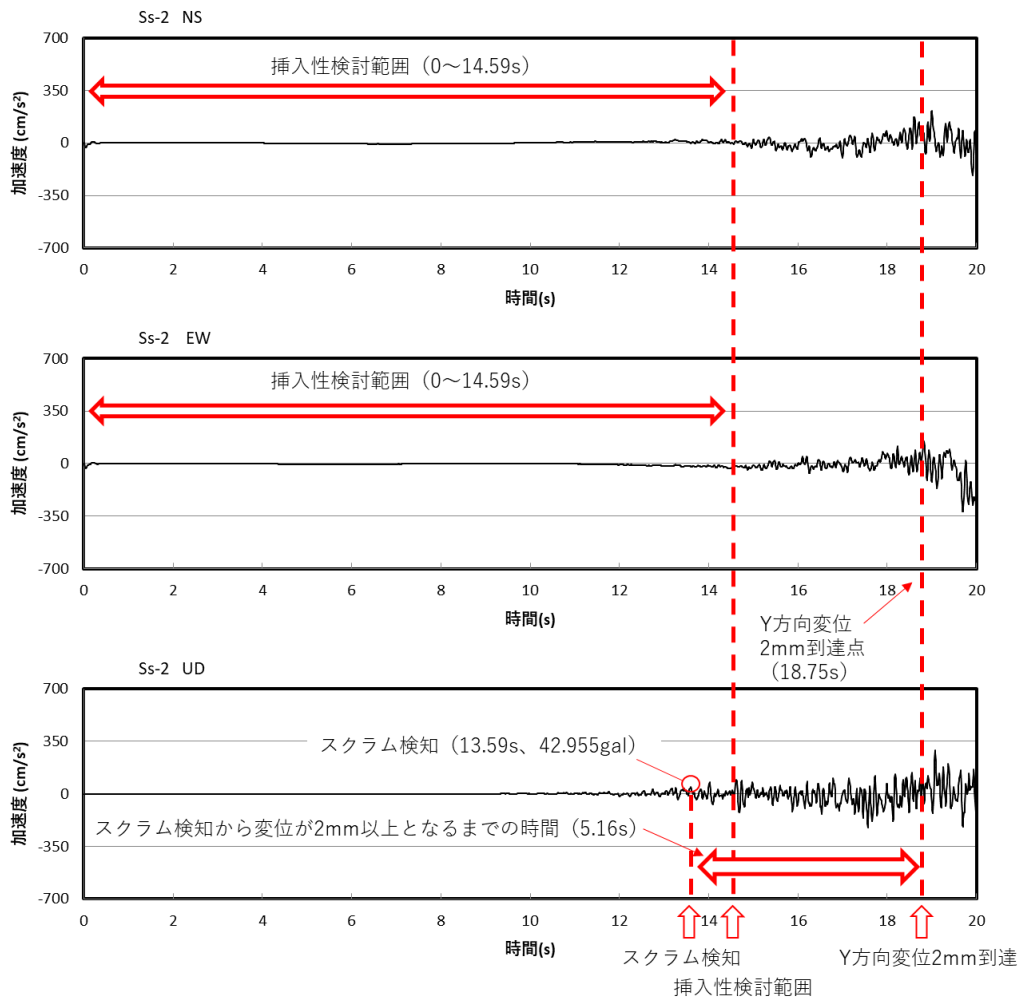
基準地震動 Ss-1 に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴



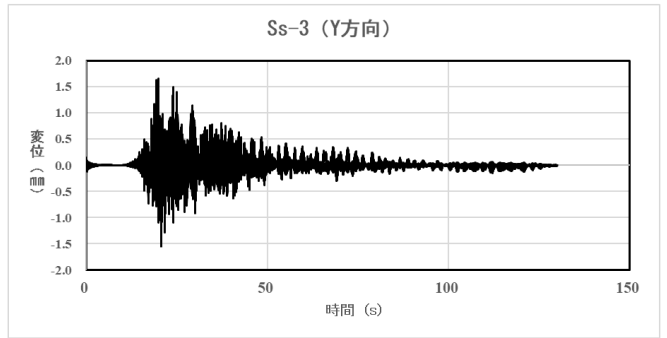
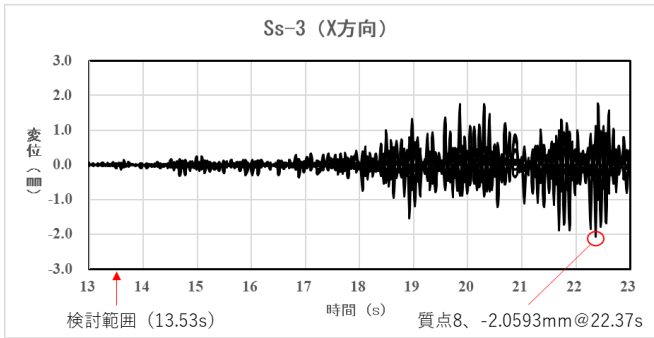
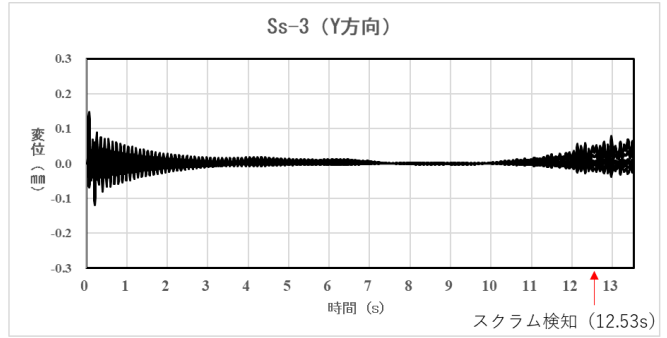
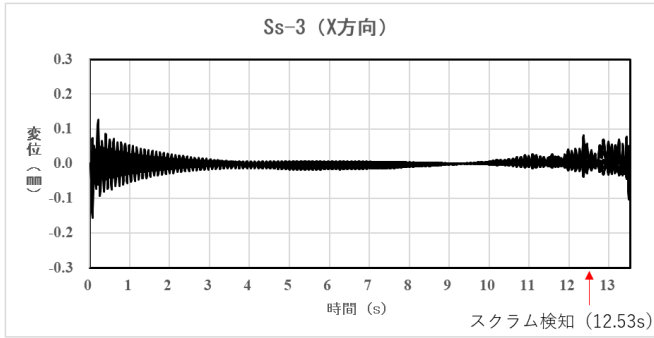
基準地震動 Ss-1 時刻歴 (原子炉建家地階 GL-7.3m)



基準地震動 Ss-2 に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴

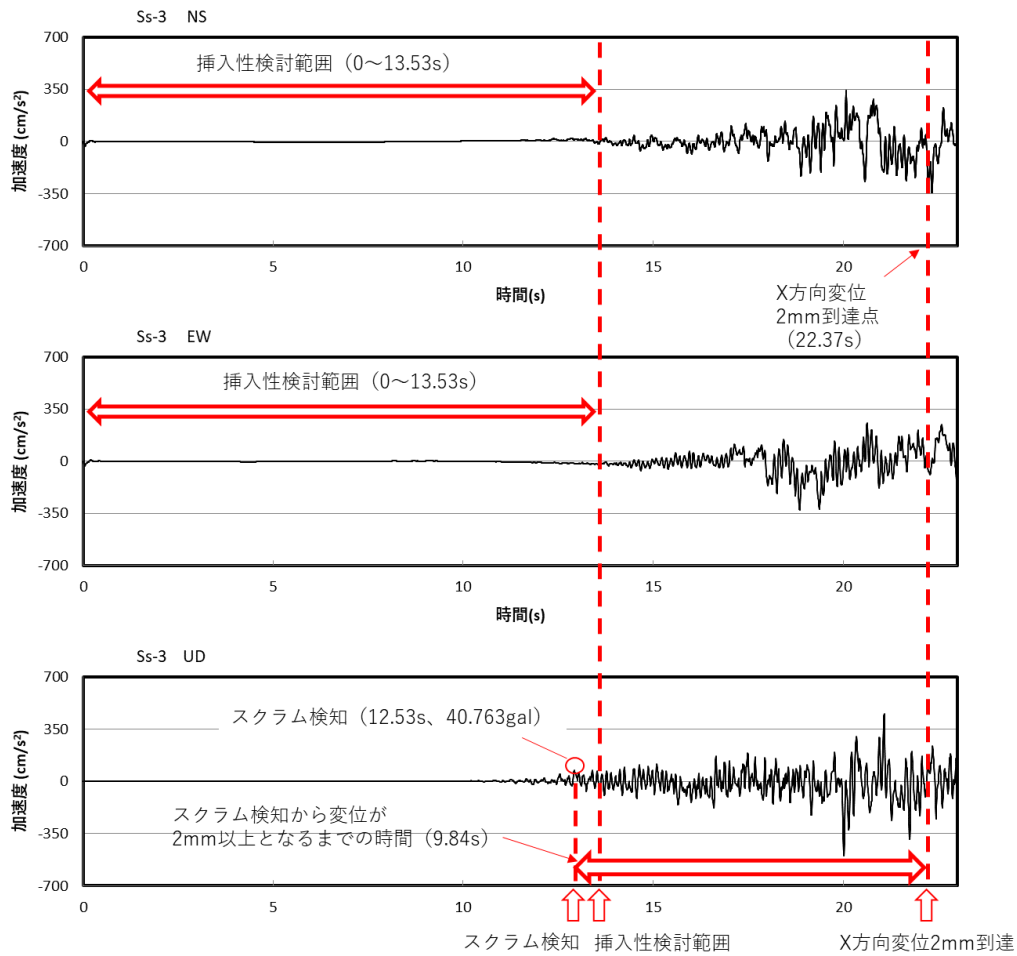


基準地震動 Ss-2 時刻歴 (原子炉建家地階 GL-7.3m)

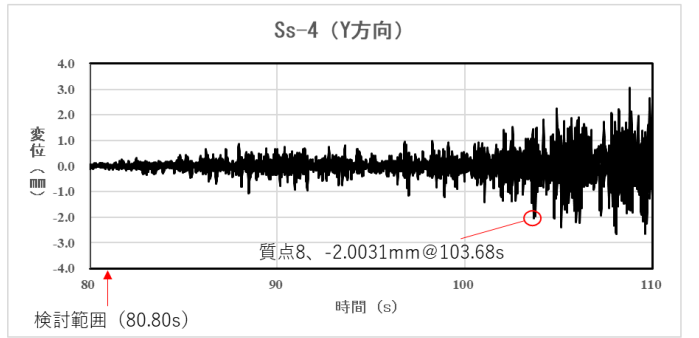
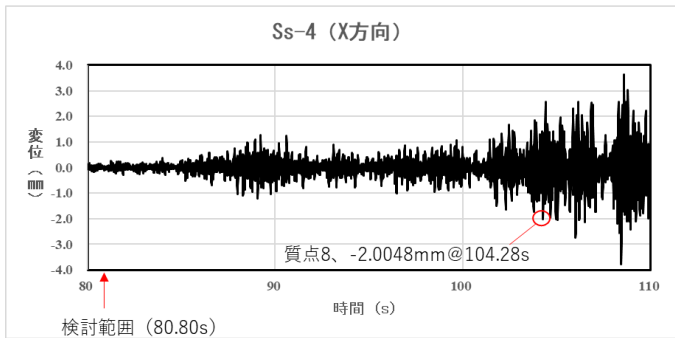
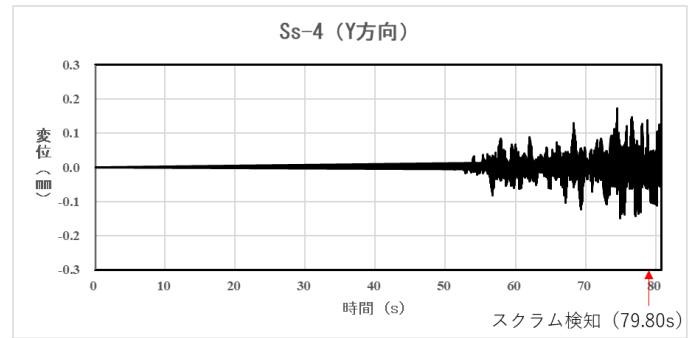
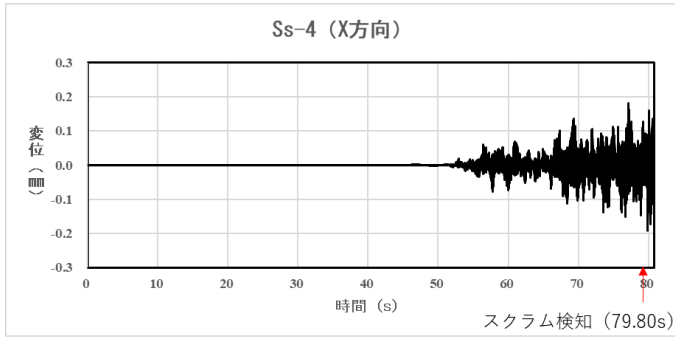


Y方向は地震の全時刻に亘って変位が2mmを超えることはない

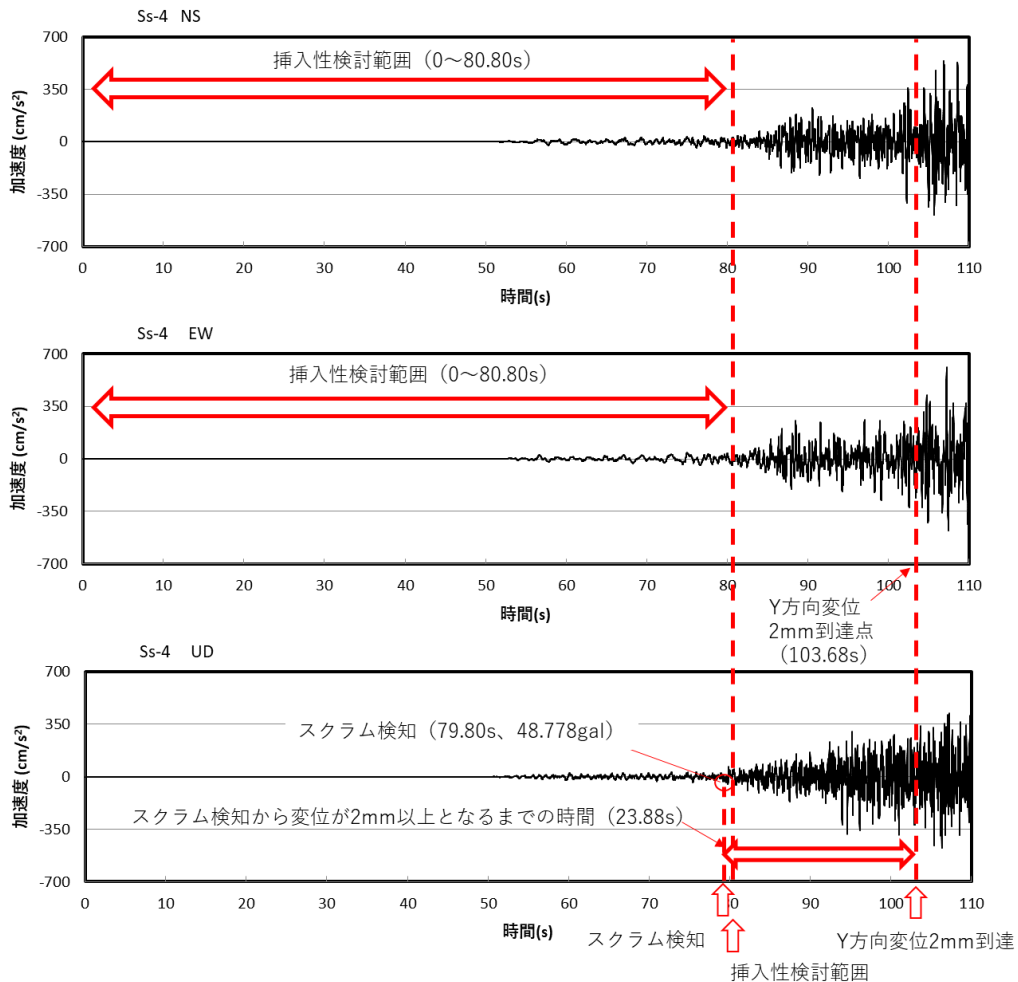
基準地震動 Ss-3 に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴



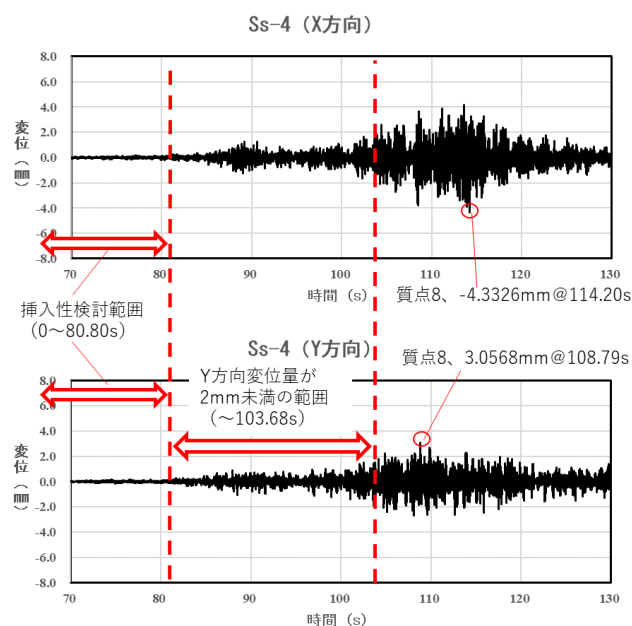
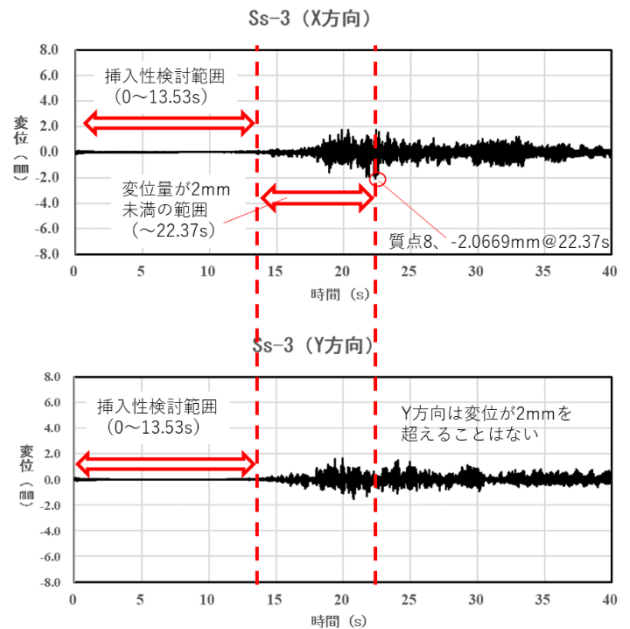
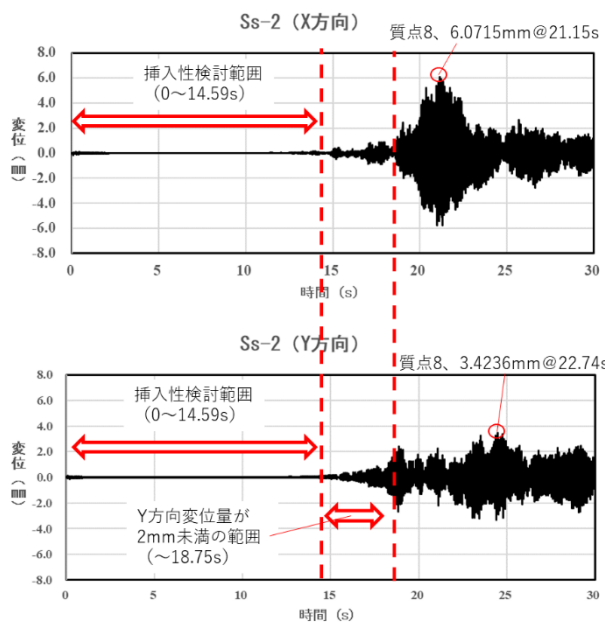
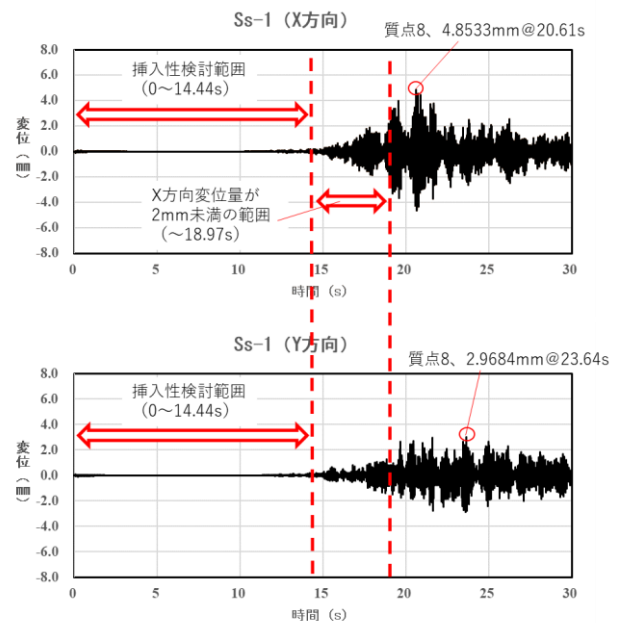
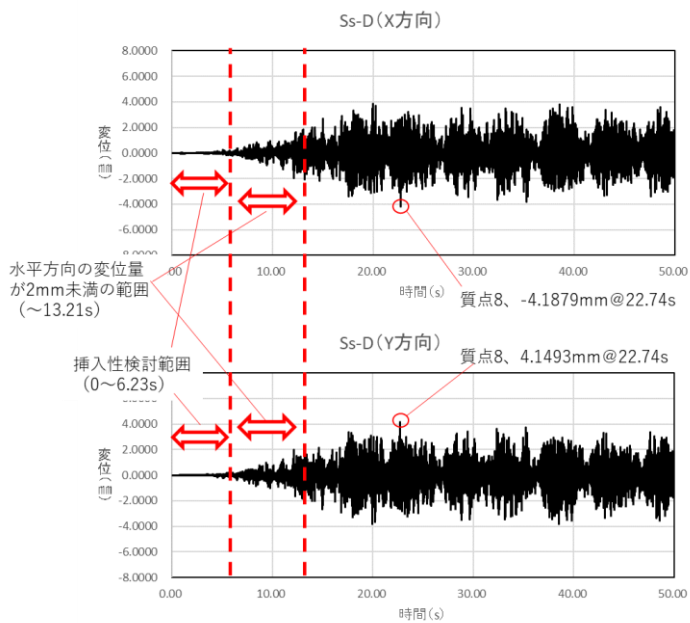
基準地震動 Ss-3 時刻歴 (原子炉建家地階 GL-7.3m)



基準地震動 Ss-4 に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴



基準地震動 Ss-4 時刻歴 (原子炉建家地階 GL-7.3m)



各基準地震動に対する制御棒駆動機構の変位時刻歴と変位が最大となる点

一次+二次応力の最大値が発生する時刻は制御棒駆動機構案内管の変位量が最大となる時刻あるいはその近辺である。制御棒が挿入完了する時刻 (Ss-D : 6.23s、Ss-1 : 14.44s、Ss-2 : 14.59s、Ss-3 : 13.53s、Ss-4 : 80.80s) までの制御棒駆動機構案内管の変位量はわずか(最大で0.3mm程度 (Ss-D)) であることから、検討範囲内において制御棒の挿入性に影響を与えるような変形はない。

【参考1】入力地震波の方向について

入力地震波の向きについては、下記モデル図のX軸方向をNS方向、Y軸方向をEW方向に設定している。

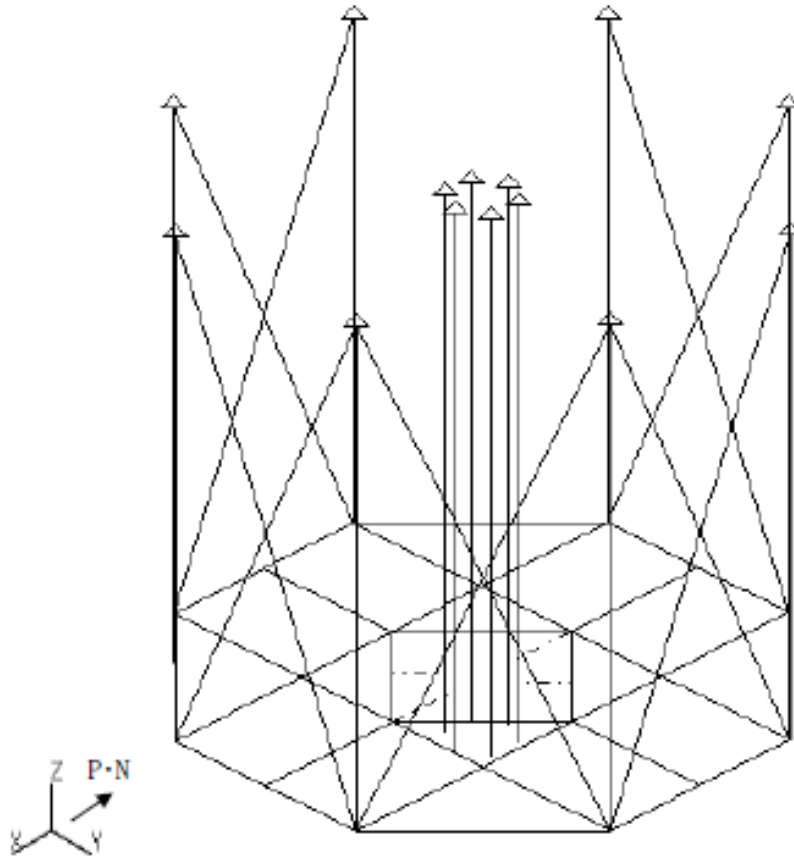
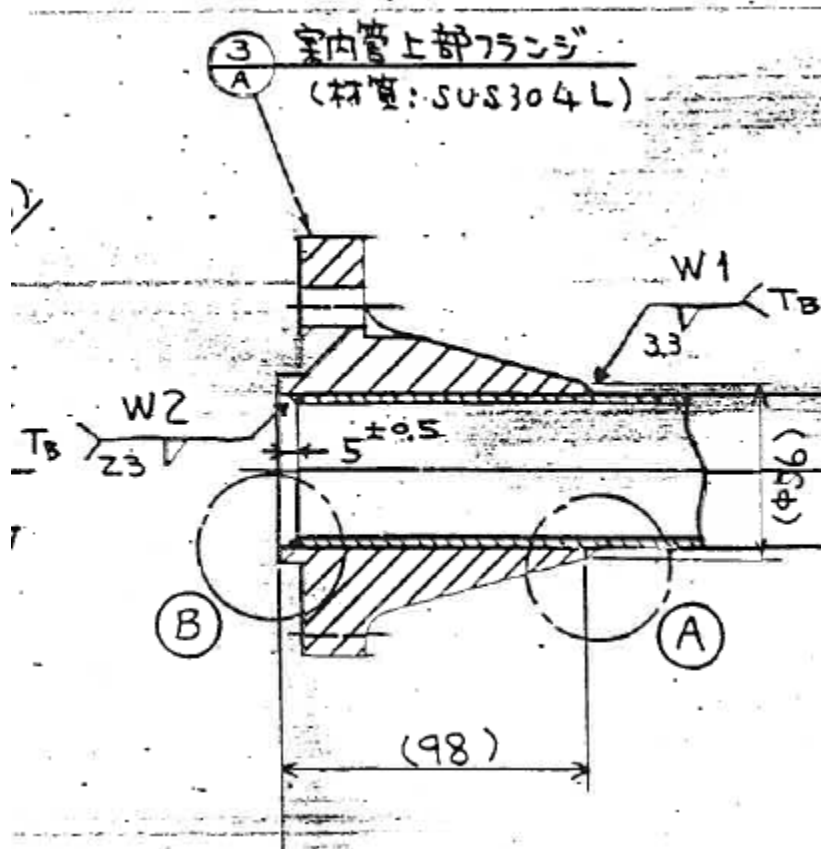


図-3-4-3-2.3 制御棒駆動機構及び制御棒駆動機構案内管 地震応答解析モデル

【参考2】 プランジャ案内管溶接部について

プランジャ案内管はフランジに対し、下図の A 部と B 部の 2 か所全周溶接されている。そのうち、本評価では A 部について評価を実施している。A 部は Tig 溶接によるすみ肉溶接で、母材（プランジャ案内管）の厚さ 2.3mm、脚長は 3.3mm、のど厚は 2.3mm 以上である。なお、当該箇所の溶接施工については 62 安（原規）第 282 号にて溶接方法の認可を受け、原溶発 63 合第 48 号にて溶接検査に合格しているものである。



開先形状	施工法	溶接施工法 認可番号	溶接士資格
「溶接方法の認可 2011.2」の31回 第2.(7)による。 注1) 2.3以上	TB	A-25	Tw-3e R-5 Tw-3r R-5