

# 柏崎刈羽原子力発電所 7号機

## 原子炉建屋の屋根トラス部に関する 地震応答解析結果について

平成 20 年 4 月 18 日

東京電力株式会社

## 1. はじめに

前回資料の構造W12-1-3（柏崎刈羽原子力発電所7号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価計画書（建物・構築物編）（改訂案））において、屋根トラスの構造評価を追加することとなった。この構造評価を行うために、原子炉建屋全体の地震応答解析とは別にサブストラクチャー法による地震応答解析を実施しており、今回その内容について報告するものである。

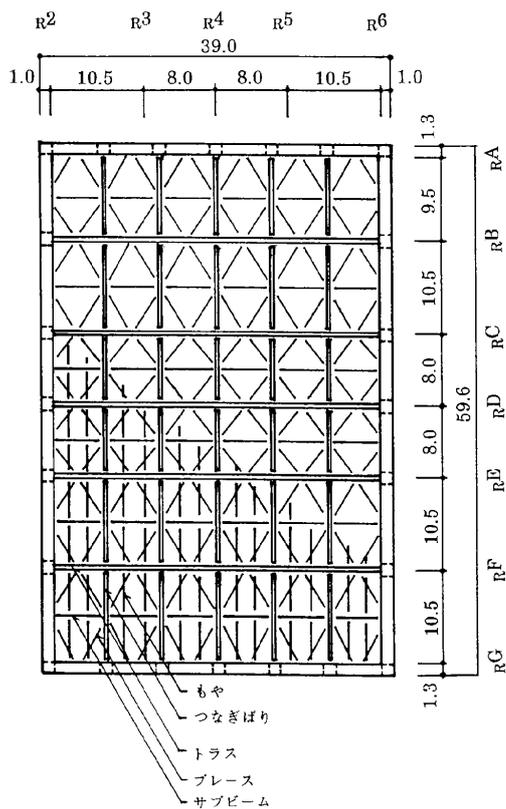
## 2 . 屋根トラス部に関する地震応答解析

### (1) 屋根トラスの概要

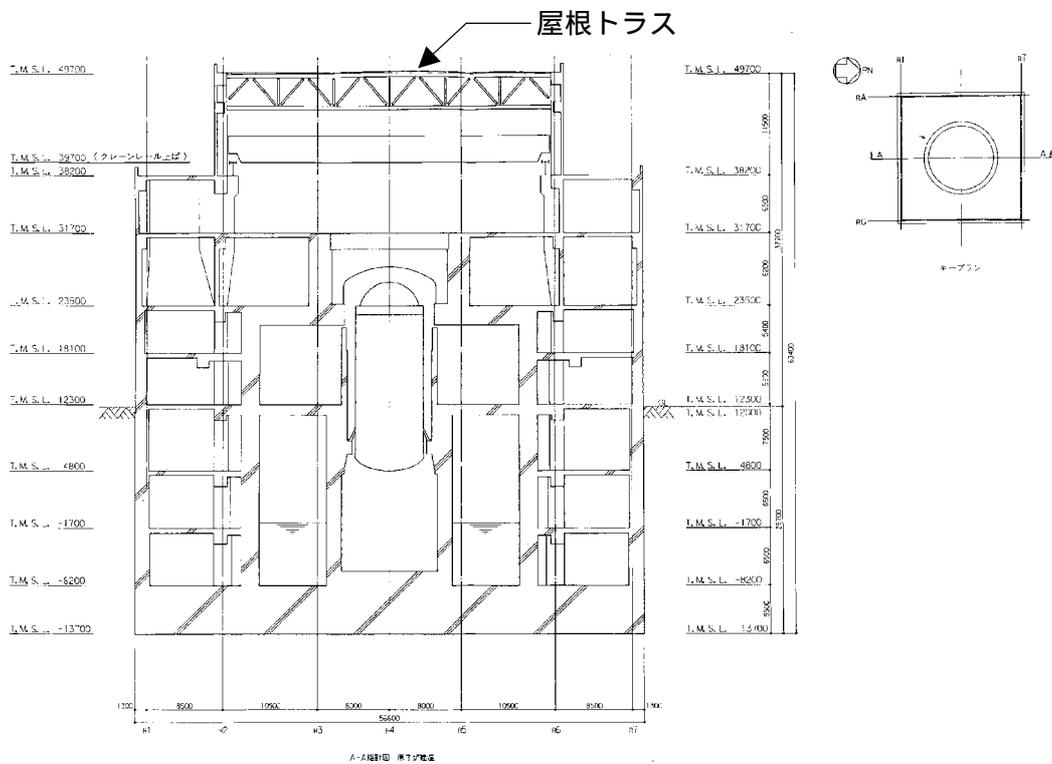
7号機原子炉建屋の上部構造は、鉄骨造の陸屋根をもつ屋根トラスで構成されている。屋根トラスの平面は、39.0m(南北) × 59.6m(東西)の長方形をなしており、オペフロレベル (T.M.S.L.+31.7m) からの高さは18.0mである。

屋根トラスの概要を図-1に示す。

屋根トラスは、鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考え、水平方向と鉛直方向の同時入力による評価を行うため、3次元立体モデルによる地震応答解析を行うこととした。



屋根伏図 (T.M.S.L.+49.7) (単位 : m)



断面図

図-1 7号機原子炉建屋 屋根トラスの概要

## (2) 地震応答解析モデル

屋根トラスの地震応答解析モデルは、オペフロレベル(T.M.S.L.+31.7m)より上部の鉄筋コンクリート造の柱、梁、壁及び鉄骨造の屋根トラス、屋根面水平ブレース等を線材、面材により立体的にモデル化した立体架構モデルとする。

母屋、胴縁を除く構造部材を全てモデル化する。屋根トラス部は、主トラス、サブトラス、屋根上下面水平ブレース、サブビームをモデル化する。各鉄骨部材は軸、曲げ変形を考慮した梁要素(トラスの上下弦材)と軸変形のみを考慮したトラス要素(屋根面水平ブレース、トラスの斜材、束材等)としてモデル化する。また、妻面の耐震壁及び外周梁は各々シェル要素及び軸、曲げ変形を考慮した梁要素としてモデル化する。柱脚の条件は固定とする。

解析モデルの概要を図-2に示す。また、解析に用いる材料の物性値を表-1に示す。

解析モデルへの入力は、原子炉建屋の地震応答解析結果から得られるオペフロレベル(T.M.S.L.+31.7m)における応答結果を用いることとする(水平2成分、鉛直成分、回転2成分)。

このうち、水平2成分と鉛直成分の加速度波形を、図-3に示す。

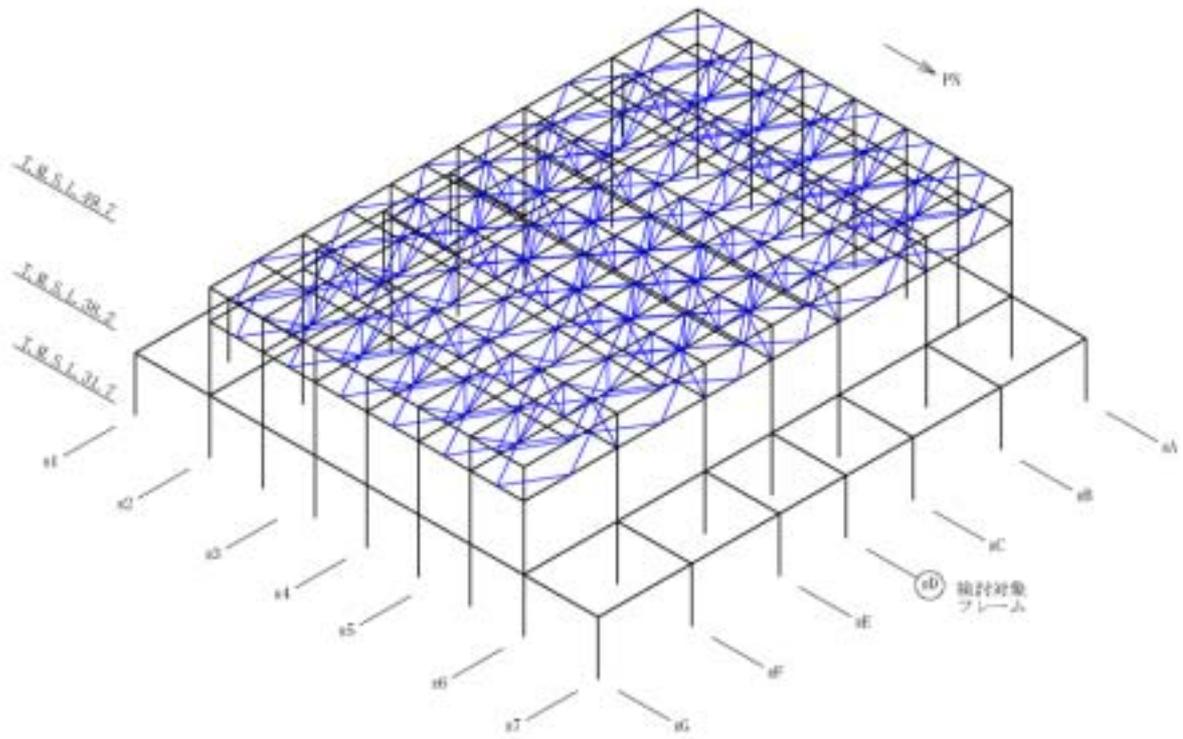
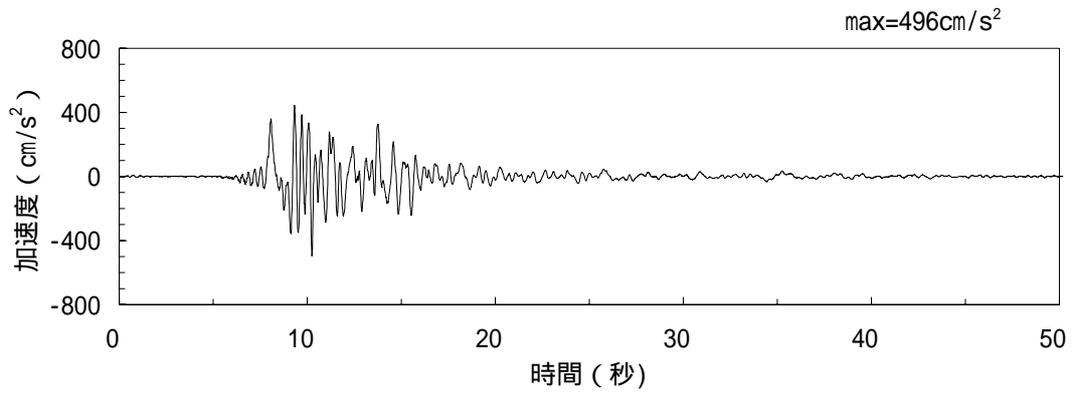


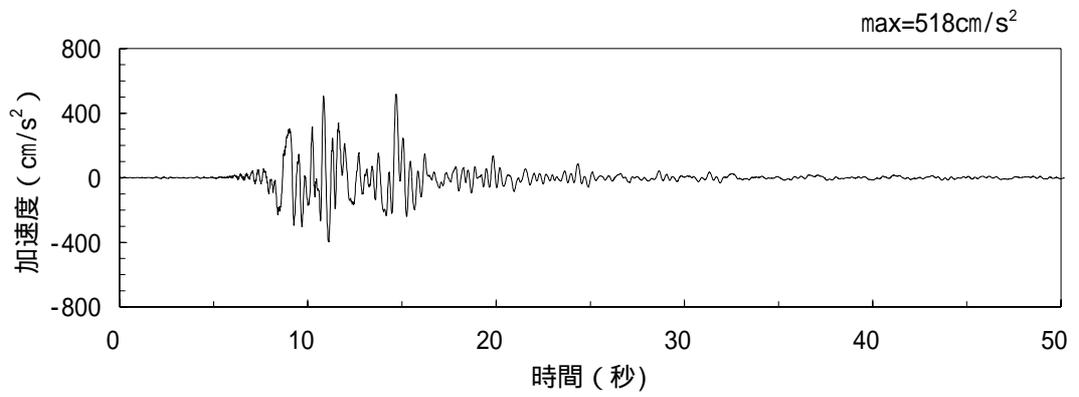
図-2 屋根トラス（オペフロ上部架構）の解析モデル図

表-1 解析に用いた材料定数

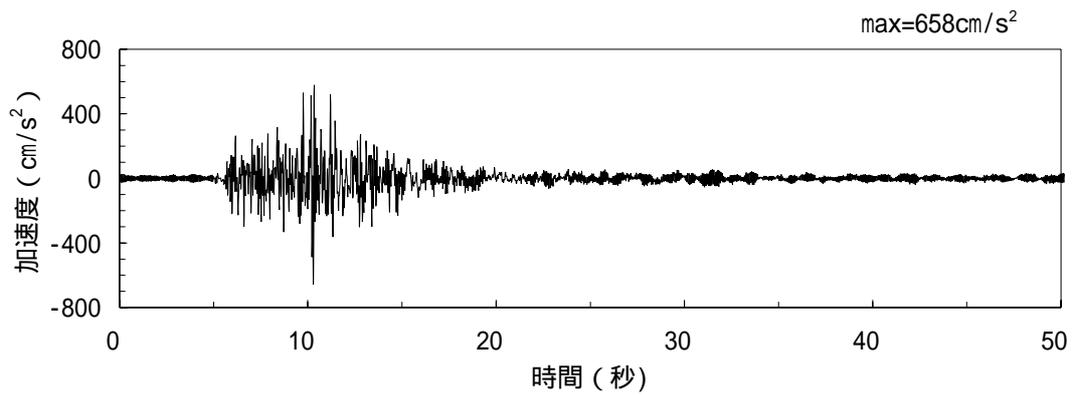
部位	材料	ヤング係数 N/mm <sup>2</sup>	ポアソン比 $\nu$	減衰定数 h
屋根トラス	鉄骨	$2.05 \times 10^5$	0.3	0.02
躯体	RC造	$3.13 \times 10^4$	0.2	0.05



(a) 南北方向



(b) 東西方向



(c) 鉛直方向

図-3 屋根トラスへの入力地震動  
(オペフロレベル T.M.S.L.+31.7m)

(3) 地震応答解析結果

屋根トラスの地震応答解析に用いた立体架構モデルの固有値を表-2 に示す。

表-2 固有値解析結果

次数	振動数 (Hz)	周期 (sec)	刺激係数			備考
			南北	東西	鉛直	
1	7.05	0.142	4.095	0.000	-0.056	南北方向1次
2	7.48	0.134	0.091	0.005	1.547	鉛直方向1次
3	8.09	0.124	0.057	0.002	0.003	
4	8.10	0.123	0.005	-0.309	0.079	
5	8.10	0.123	0.000	-0.003	0.506	
6	8.10	0.123	-0.152	0.000	-0.005	
7	8.10	0.123	-0.008	0.000	-0.001	
8	8.11	0.123	-3.051	-0.009	-0.039	
9	8.36	0.120	-0.017	0.622	-0.075	
10	9.54	0.105	0.001	2.228	-0.004	東西方向1次
11	9.89	0.101	-0.006	0.186	0.210	
12	10.39	0.096	-0.001	0.098	0.340	
13	11.18	0.089	0.001	-0.556	0.006	
14	11.68	0.086	0.002	-0.001	0.000	
15	11.72	0.085	-0.027	-0.002	0.000	
16	11.80	0.085	-0.014	0.001	-0.001	
17	12.15	0.082	0.002	0.515	-0.047	
18	13.00	0.077	0.000	0.000	0.079	
19	14.59	0.069	-0.003	-0.540	-0.013	
20	14.61	0.068	0.000	-0.448	0.015	

屋根トラスの地震応答解析より得られたトラス上部の最大応答加速度を図-4に示す。

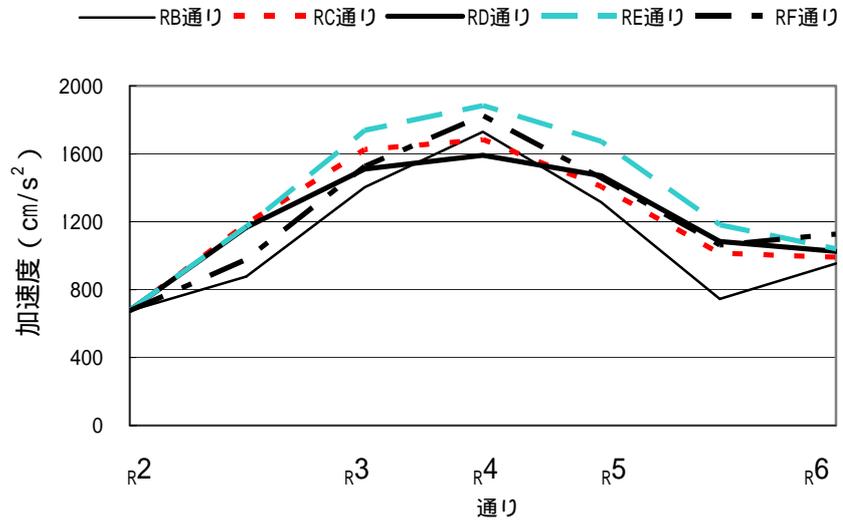


図-4 屋根トラスの鉛直方向加速度分布

#### (4) 評価基準

立体架構モデルの時刻歴地震応答解析により生じる各部材応力が評価基準値以下であることを確認する。

屋根トラスを構成する各構面の上下弦材・斜材・束材を対象として、地震時に生じる軸力および曲げモーメントより短期許容応力度に対する断面検定について、下式を用いて行う。

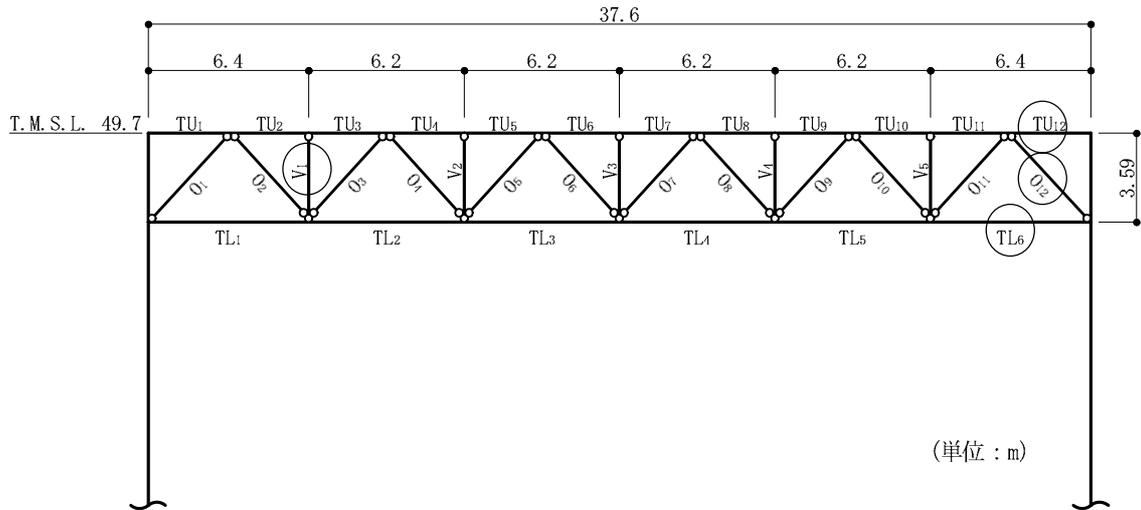
$$\frac{s\sigma_N + s\sigma_b}{sf_N \quad sf_b} \leq 1.0$$

ここに、 $s\sigma_{N,b}$  : 地震時における部材の軸応力度または曲げ応力度

$sf_{N,b}$  : 短期許容圧縮・引張及び曲げ応力度

各部材の評価結果のうち、屋根トラスを構成する主トラス方向のフレームの発生応力度と評価基準値の比（発生応力度 / 評価基準値）が最も大きい部材を含む<sub>R</sub>D 通りについて、評価部位を図-5 に、評価結果を表-3 に示す。

屋根トラスについて各部材の発生応力度は、評価基準値以下であり、耐震健全性は確保されていると評価した。



: 最大応力度発生位置を示す。

図-5 K7-R/B 評価部位 (屋根トラス<sub>R</sub>D フレーム)

表-3 最大応力度比(<sub>R</sub>D 通り)

部 材		発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	評価基準値 (N/mm <sup>2</sup> )	発生応力度 / 評価基準値	位 置
上弦材	(圧縮)	46.6	315.0	0.21	TU12
	(曲げ)	21.2	325.0		
下弦材	(圧縮)	63.3	228.0	0.40	TL6
	(曲げ)	41.2	325.0		
斜 材	(圧縮)	96.4	273.0	0.35	O <sub>12</sub>
束 材	(圧縮)	22.7	166.0	0.14	V <sub>1</sub>