超高鋼製煙突の動特性評価
（その１　常時微動観測）

正会員　○舛田　健次 1*
正会員　笹嶋　健 2*
正会員　吉田　昭仁 3*
正会員　田村　幸雄 3*

超高煙突　耐風設計　カルマン渦

1.　まえがき

鋼製型超高煙突は一般的な建築物とは異なり、風によって発生する外力が振動性状に大きく影響するので、耐震設計のみならず耐風設計を動的な観点から検討する必要がある。

特に火力発電所の煙突では、筒身を鉄塔で支持する集合形式が採用されるため、筒身に作用する風の影響が強く、円筒状の筒身では、風向に対して直角方向に振動する、いわゆるカルマン渦による振動が問題になる。

カルマン渦による振動問題では，外力となる渦の発生が構造物の固有周期に依存し、また振動振幅が構造物の減衰に深く関係することから、煙突の風応答を推定するには、固有振動数・固有モード・減衰などの動特性を把握することが重要である。

本研究では、耐風設計における共振問題に着目し、適切な応答値を推定するために実機煙突で振動観測を実施し、解析を行った。　その１では振動観測概要を、その２では解析結果を報告する。

2.　対象構造物

振動観測は東京電力株式会社所有のＨ火力発電所（高さ230ｍ鋼製型煙突）で実施した。本煙突は鉛直材がなく、斜材だけで構成されたトラス型煙突で、内部に円筒状の筒身が１基（将来は２基）建設されている。煙突の平面形状は八角形のため、八角クロススパイラル鉄塔型と称している。

対象構造物の緒元を表１に，外形図を図１に示す。

3.　振動観測

振動観測は、図１に示す鋼製煙突に「加速度計」、「超音波風向風速計」を設置し、煙突近傍にある通信機械室内の地震・気象観測室で行った。

3.1　観測点位置

振動計測機器を図２に示す煙突の支持点（鉄塔と筒身を連結する平面）の位置に設置した。

◆　加速度計設置場所

煙突鉄塔部及び煙突基部に４測点12成分を設置した。

（設置点内訳）第６支持点（GL+220.0m）　３成分
第４支持点（GL+148.0m）　３成分
第２支持点（GL+76.0m）　３成分
煙突基部　（GL-0.5m）　３成分

◆　超音波風向風速計設置場所

煙突鉄塔部第６支持点より５ｍ北側に張出したステージに１測点２成分を設置した。

3.2　観測方法と観測結果

振動計測は、常時微動測定を実施した。

観測装置全てのチャンネルの感度を 2000Gal フルスケール(LSB:0.061Gal)から 200Gal フルスケール(LSB:0.0061Gal)に変更し、手動起動により約 30 分間の計測を実施した。

表２に観測装置設定緒元、表３に常時微動測定時の最大加速度振幅値を示す。また観測波形の１例を図３に示す。

表１　対象構造物の緒元

対象構造物：八角クロススパイラル鉄塔型煙突			
筒身部		鉄塔部	
高さ	230.0m	高さ	220.0m
筒身径	φ7.26m	頂開き	21.72m
本数	1筒身	根開き	45.00m

表２　観測装置設定緒元

記録時間	1800秒
サンプリング	100Hz
A/D変換	16bit
フルスケール	200Gal（加速度計チャンネルのみ） (LSB：0.0061Gal)
計測成分	加速度12ch（水平2成分・上下1成分：各4箇所） 風　速 2ch　(水平2成分)

Dynamic characteristics of a tall steel chimney
Part 1 Ambient response measurements

1*　Kenji MASUDA
2*　Takeshi SASAJIMA
3*　Akihito YOSHIDA
3*　Yukio TAMURA

表３　常時微動測定時の最大加速度振幅値

No.	起動日時	最大風速 X成分 Y成分 (m/s)	最大加速度振幅値 (単位：Gal) NS成分 EW成分 UD成分 加速度計設置点 基　部 GL-0.5m	第2支持点 GL+78.0m	第4支持点 GL+148m	第6支持点 GL+220m
1	2001．11．30		0.158	1.44	1.91	3.01
	10:50	-11.4	0.182	3.06	3.69	7.01
		6.2	0.431	4.26	4.90	9.83
2	2001．11．30		0.122	2.29	5.09	7.82
	15:05	-13.5	0.161	7.93	7.27	11.8
		13.2	0.265	8.67	10.8	22.4
3	2001．12．7		0.148	1.98	2.66	3.64
	13:55	-10.4	0.138	7.40	5.68	6.20
		9.6	0.172	5.99	6.98	15.9

注 1）加速度波形再生時は相加平均による零線補正を実施。最大加速度振幅値は補正後の値。

注 2）超音波風向風速計の記録成分について

X 成分は東西記録（風が東→西で X+、西→東で X-）

Y 成分は南北記録（風が北→南で Y+、南→北で Y-）

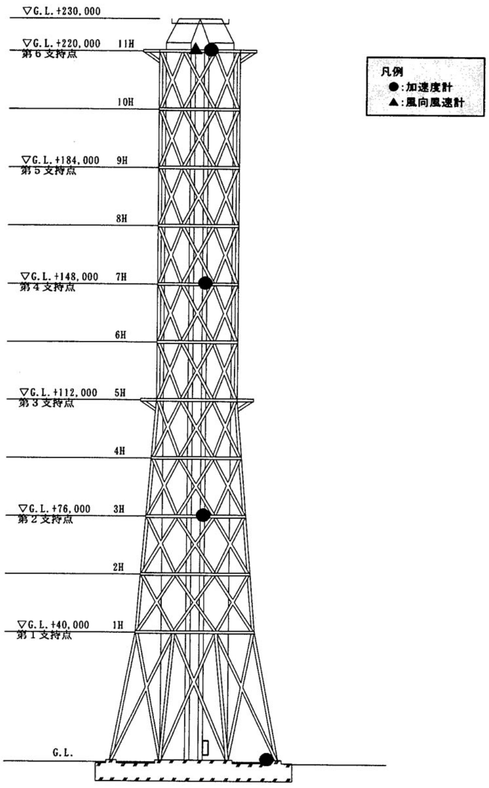

図 1　煙突外形図･機器設置

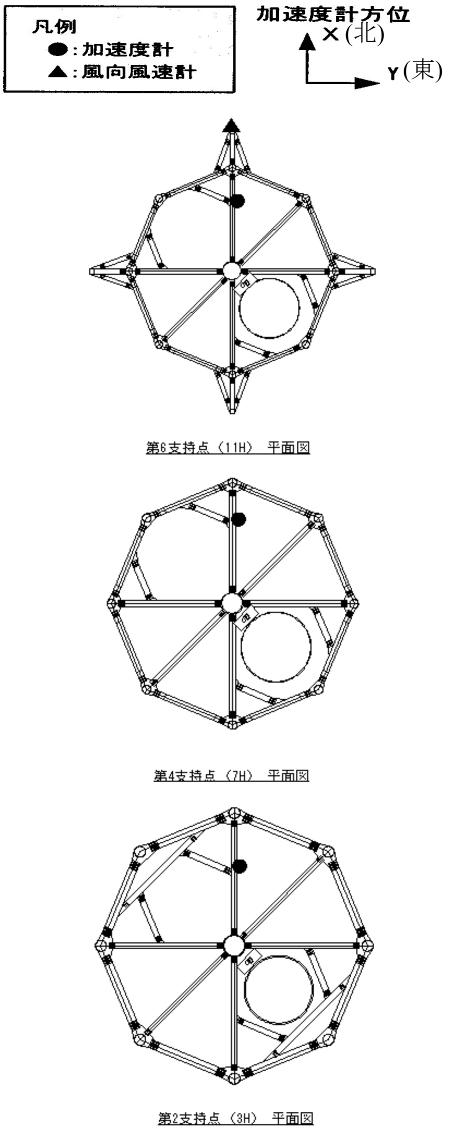

図２　機器設置図

4.　まとめ

鋼製型集合煙突の動特性を検討する目的で、実機構造物に観測機器を設置し、常時微動測定を実施した。

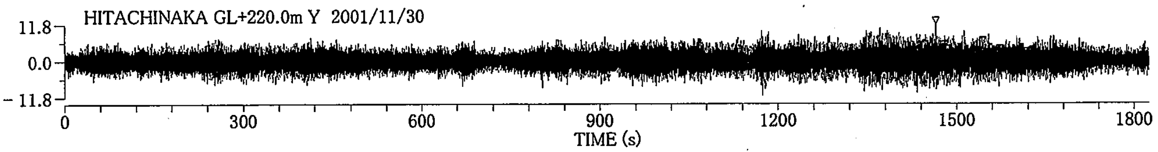

図３　観測加速度波形（第６支持点（高さ 220m）東西方向　最大風速 13.2m/s（高さ 220m）　）

1*　東京電力株式会社電力技術研究所建築グループ
2*　東電設計株式会社建築本部建築設計部
3*　東京工芸大学工学部建築学科

1*　TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY
2*　TOKYO ELECTRIC POWER SERVICE Co.,Ltd
3*　TOKYO INSTITUTE OF POLYTECNICS