

東京電力(株) 技術開発研究所 正員 鈴木 英世

同 上 江阪 俊男

同 上 正員 坂本 幸男

1. まえがき : 電力施設一般を他のライフライン系施設と比較すると、その耐震性は良好であるとみなされているが、脆性材料を多用している変電機器は稀に被害を生ずることもある。本文では変電所内の機器のうち、上下動の影響を受け易いと思われる空気しや断器を対象に、水平動と上下動を同時に加振した場合についての検討を水平上下2軸振動台を用い実施した。なお空気しや断器は大電流の流れている回路を圧縮空気の吹付けにより瞬時に切るための大型スイッチと考えてよい。

2. 供試器と振動台 : 供試器は275kV規格の空気しや断器(東芝製ABM型)を原型とし、より上級の機種の検討資料も得られるように、その力学的構造の一部に若干の改造を加えた。図-1に供試器形状、各部名称と重量、計測器配置(歪ゲージの一部は省略)を示す。このようになりにトップヘビーな構造であるが、主・補助しや断部いずれもステアー碁子3本によって、各々約2tonの張力で水平成分の支持をとり、又ステアー碁子と鉄構架台との間にはフリクションダンパによって減衰の増加を計っている。なお供試器のステアー碁子と鉛直とのなす角は 74° とし、平面的には3方向に 120° 間隔に振付けた。供試器には24点のサーボ型加速度計(一部は積分回路による変位同時出力)、3点の渦電流型変位計(ダンパ部)、29点の歪ゲージを取付け計測した。振動台は鹿児島建設技術研究所の水平上下同時加振大型振動台*を使用した。

3. 試験結果 : 供試器は主・補助しや断部に大別できる2個の独立した振動系から成っているが以下には主しや断部の挙動について報告する。図-2aは水平50gal正弦波加振によって得た各部の加速度・歪共振曲線である。別途行つた位相解析とあわせ1次振動が2.5Hz、2次振動が7.0Hzとみなされたが、図-2aによると供試器の複雑な質点・バネ系により多数のピークが生じている。1次振動よりも2次振動により大きい応答が一部にみられるが、これは2次振動ではステアーと支持碁子の接続部が節の位置となりステアー・ダンパが有効に働かなかつたためと思われる。又、図-2aの歪共振曲線も加速度共振曲線のピーク位置に類似している。2.5HzでS11、7HzでS21に最大歪が発生しており、各周波数の加速度振幅の順位とともに各次のモード形状を示唆している。

図-3aは上下30gal正弦波加振によって得た加速度・歪共振曲線であるが、A11の18.5Hzにおける応答は水平方向に張出した片持梁の1次共振と思われる。又、別途得たA12の共振曲線から判断して1~20Hzの間には中心支持部の軸方向共振はなかった。図-4には正弦3波で100・200・300gal水平加振時の各共振点付近S51の最大応答歪を示す。又、水平上下加振(上下動は上下方向固有振動数で振幅は水平の $\frac{1}{2}$ とし水平3波加振時間間に一致N波を加振)による最大応答歪は図中白丸で示した。水平方向加振では加速度の増に伴い共振周波数が小さくなっている。水平上下同時加振の方がS51を見る限り水平のみよりも応答が小さい点が目立つ。

地震波加振は水平、水平上下ともエルセントロ(NS・UD)、'79宮城県沖地震東北大1階(NS・UD)により行つたがその波形例を図-5に、正弦波水平のみ300gal加振と、水平300gal・上下150gal加振波形の例を図-6に示す。表-1には正弦波、地震波各々水平300galによる最大応答値を水平のみと水平上下入力共に上下段に示した。これらによると上下動の同時入力の有無によって、上下動応答加速度は波形、値ともに変化が明らかであるが、他の水平成分応答や歪には大きな変化がなくむしろ最大応答値の減少が目立つ。

4. あとがき : 以上のようになりに複雑な振動性状を有する供試器を対象に水平上下同時加振による挙動を検討したが、この供試器で見る限り水平動のみの入力時に比較してもさほどの大きな応答が生ずることなく(S11のエルセントロで6%の増)むしろ応答の減ずるケースの方が目立つた。従来の共振正弦3波水平300galの設計基準による変電機器の耐震性検討で上下動の影響をカバーできようが、今後とも観測・解析に支持された検証の継続されることが望まれる。

No	名称	数量	重量
①	主しや断部	1	1500g
②	補助しや断部	1	880
③	ステー碍子	3本x2	360x2
④	支持碍子	1本x2	315x2
⑤	銀板碍子	1	3,000
⑥	7リソソダンパ	3個x2	5x6
⑦	空気ダンパ	1	1,600

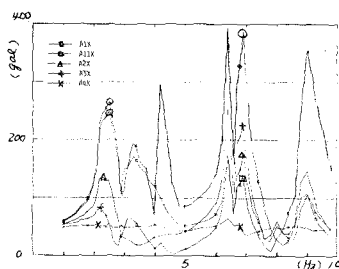


Fig. 2-a Acceleration Resonance Curves of 50gal Horizontal Sinusoidal Waves

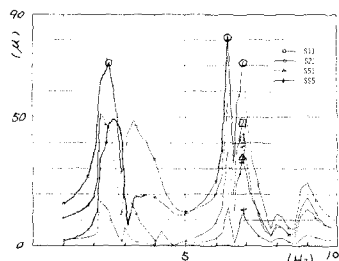


Fig. 2-b Strain Resonance Curves of 50gal Horizontal Sinusoidal Waves

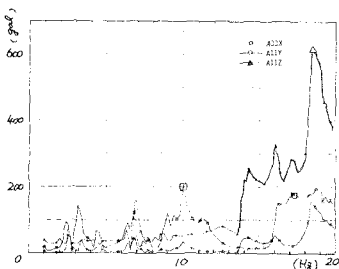


Fig. 3-a Acceleration Resonance Curves of 30gal Vertical Sinusoidal Waves

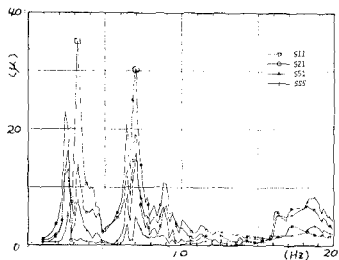


Fig. 3-b Strain Resonance Curves of 30gal Vertical Sinusoidal Waves

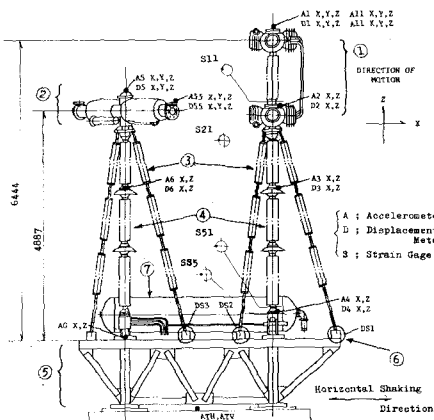


Fig. 1 Specimen & Sensor Distribution

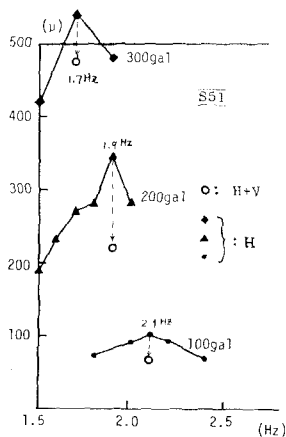


Fig. 4 Quasi-Resonance Curves of 3/N Sinusoidal Waves

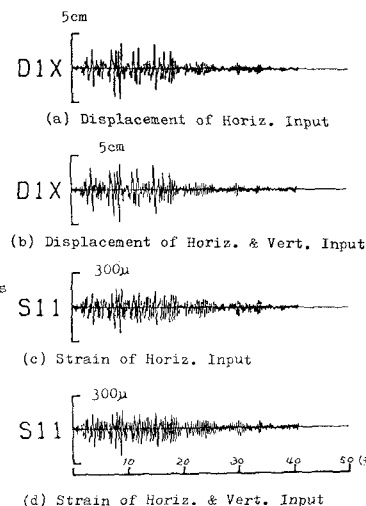


Fig. 5 Response Waves of '79MIYAGI Eq.

表-1 水平動、水平+上下動入力による最大応答値の比較

計測点	入力波	共振振幅 3.4N波	工場の MS,UD	79年 新潟県中越後 地震の MS,UD
1	X	1590	732	502
	Y	1720	762	481
	Z	-191	45	48
	W	-267	-223	-164
11	X	2115	908	653
	Y	1929	879	-684
	Z	876	-181	-180
	W	-868	-296	351
2	X	1179	521	376
	Y	984	553	372
	Z	-151	-37	40
	W	-251	-218	-145
11	X	-458	-208	-148
	Y	-465	-216	-140
	Z	416	182	124
	W	-418	-181	-117
51	X	-587	-209	-151
	Y	476	-221	149
	Z	-151	-37	40
	W	-251	-218	-145

各欄: 上段: 水平動300gal only
下段: 水平動300gal + 上下動30gal

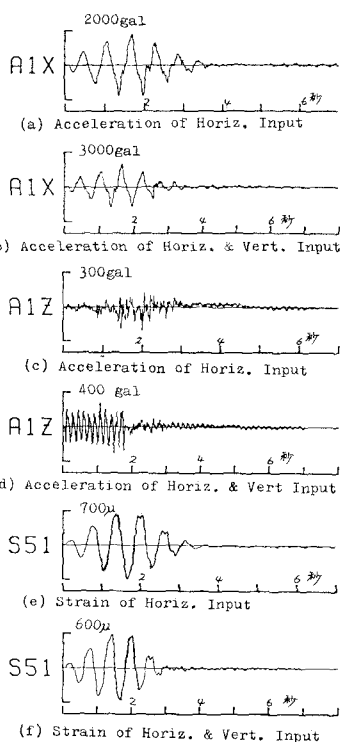


Fig. 6 Response Waves of 3/N Sinusoidal Waves

*注く参考文献> 「水平垂直同時加振の振動台と振動特性」久田・太田・足立・越田・五十嵐 才4回日本地震工学シンポジウム講演集(1975) pp1007~pp1014