

最大応答変位に影響は無いものといえる。なお、設計地震動の結果と比較した場合、築館なら周期0.5秒まで、仙台なら1秒程度までなら、観測地震動の方が大きな最大応答変位を示す。これは、図-3で示したとおり、固有周期が1秒を越えると最大応答変位は設計地震動の方が大きくなるので、構造物が降伏し、固有周期が長くなった状態では、設計地震動のほうが、構造物の変位応答が大きくなる事が分かる。

4.3 残留変位

図-5に残留変位（解析終了時の変位）を示す。第2波と総合波を比較すると最大応答変位のとときと違い、残留変位の値に少し差が見られるケースがある。そこで、図-6に固有周期0.7秒の時の築館の結果と、固有周期0.5秒のときの仙台の結果を示す。図-6をみて分かる通り、第1波目と第2波目による残留変位の生じる方向が同じ場合もあれば異なる場合もあることが見て取れる。築館のように、第1波目と第2波目の残留変位の方向が違えば、全体としてみたときの最大応答変位も残留変位も小さくなるので、構造物の損傷という観点からすると構造物に優しい地震動といえるが、仙台の場合のように、同じ方向に残留変位が生じると、第1波目の影響が全体としてみたときの残留変位に影響を及ぼすといえるために、継続時間の長さの影響は今後も検討すべき課題といえる。

最後に観測地震動と設計地震動を比較すると周期が0.7秒以上では設計地震動による残留変位が明らかに大きいことが分かる。図-7に設計地震動で残留変位の大きかったタイプ111地震動周期0.9秒とタイプ121地震動周期1.5秒の時刻歴波形を示す。設計地震動では地震動作用中ゆるやかに、振動中心が移動しており、結果的に大きな残留変位が生じていることが分かる。この理由については図-3の(iii)に示すとおり、周期1秒以上では設計地震動による変位応答が観測地震動に比べて約3倍大きくなる事が影響していると考えられる。

5.まとめ

本研究を通じて得られた結果を以下に示す。

- ・築館、仙台の例を示したが、今回の地震動では第2波目が構造物の応答に対しては支配的であったことが分かった。
- ・1自由度非線形解析結果より、最大応答変位については、第1波目の影響はそれほど受けていない結果となったが、残留変位については、第1波目と第2波目の残留変位の方向が一致する場合については構造部の損傷が大きくなり、断層が連動して破壊する場合は、断層破壊を一つずつ照査すると危険であることが分かった。第1波目と第2波目による残留変位が出る方向は同じ地震動でも構造物の特徴（形状、周期）などにもよるので、海溝型地震を想定して設計するときには、断層が連動して破壊することも考慮し、継続時間の長さも検討したほうが良いと考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、強震観測網（K-net）のデータを使用させていただきました。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（V耐震設計編），2002.12

表-1 非線形1自由度モデルの質量と剛性

	周期	質量	剛性	降伏力	降伏変位
	T(sec)	M(t)	k(kN/m)	y(kN)	x(m)
モデル1	0.2	760	750000	1490.6	0.00198748
モデル2	0.5	5000	775000	9806.7	0.01265374
モデル3	0.7	10000	790000	19613.3	0.02482696
モデル4	0.9	17000	813000	33342.6	0.04101182
モデル5	1	21000	813000	41187.9	0.05066166
モデル6	1.5	48000	826000	94143.8	0.11397559
モデル7	2	86000	833000	168674.4	0.20249025
モデル8	2.5	136000	842000	266740.9	0.31679439

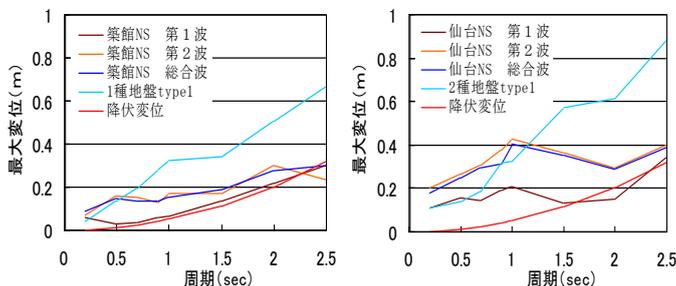


図-4 最大応答値

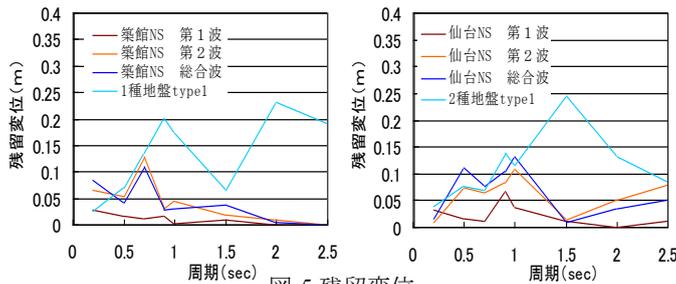
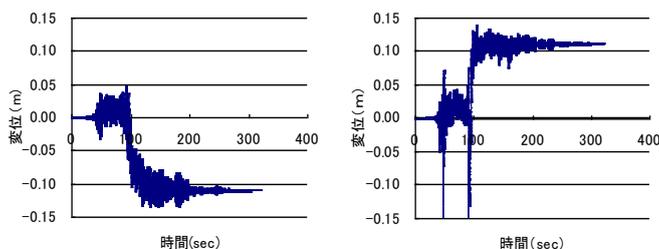
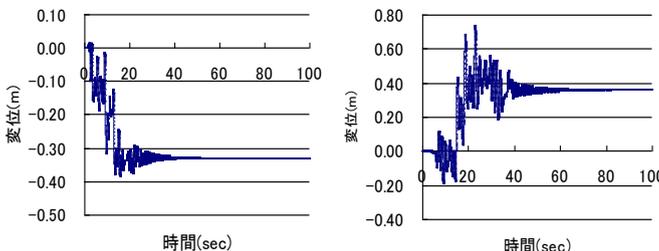


図-5 残留変位



1) 築館NS 総合波 周期0.7秒
2) 仙台NS 総合波 周期0.5秒
図-6 観測地震動 変位時刻歴波形



i) type1-1-1 周期0.9秒
ii) type1-2-1 周期1.5秒
図-7 設計地震動 変位時刻歴波形