

地震時振動応答解析

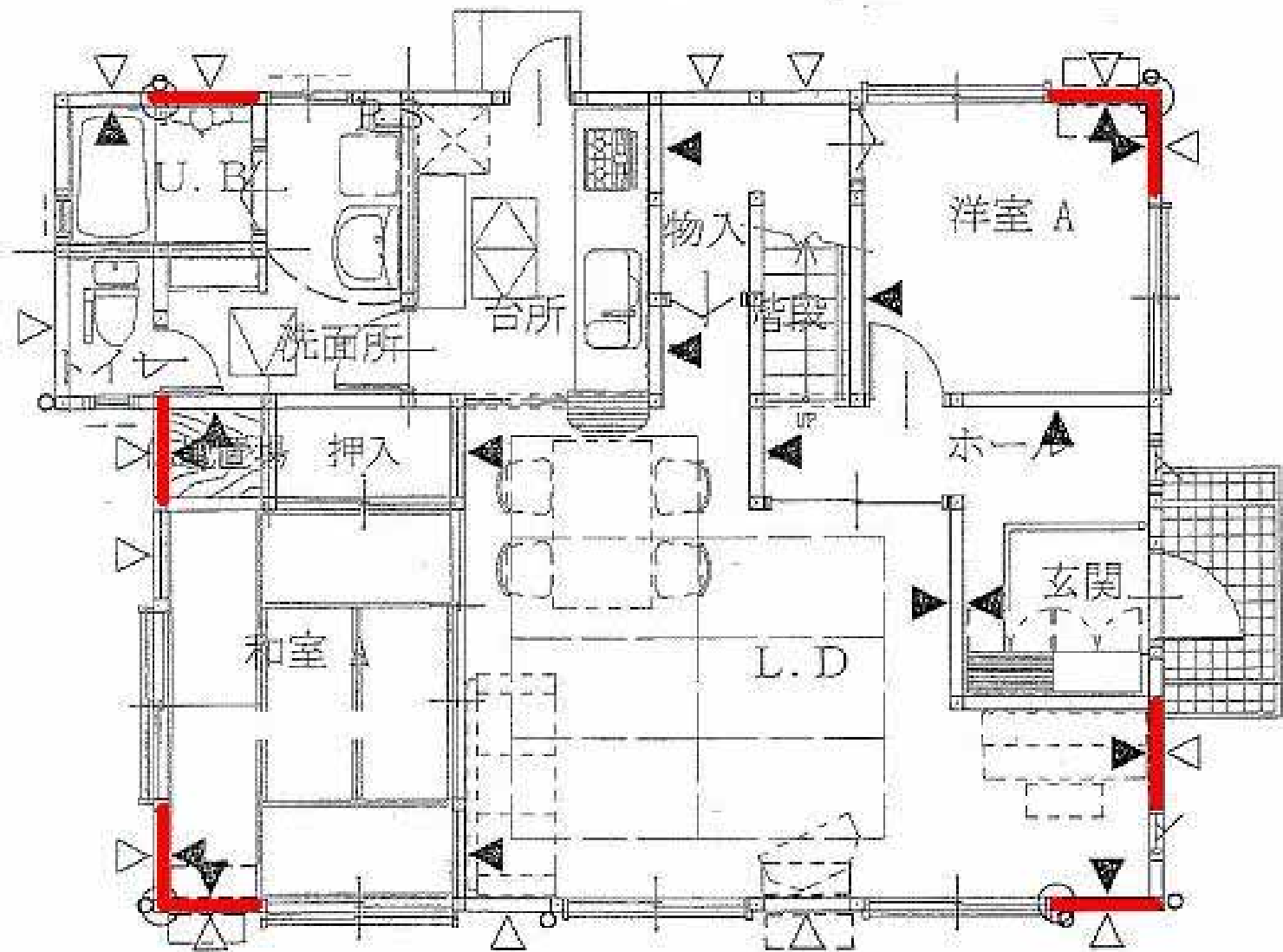


2階建木造の現状とダンパー 配置性能比較

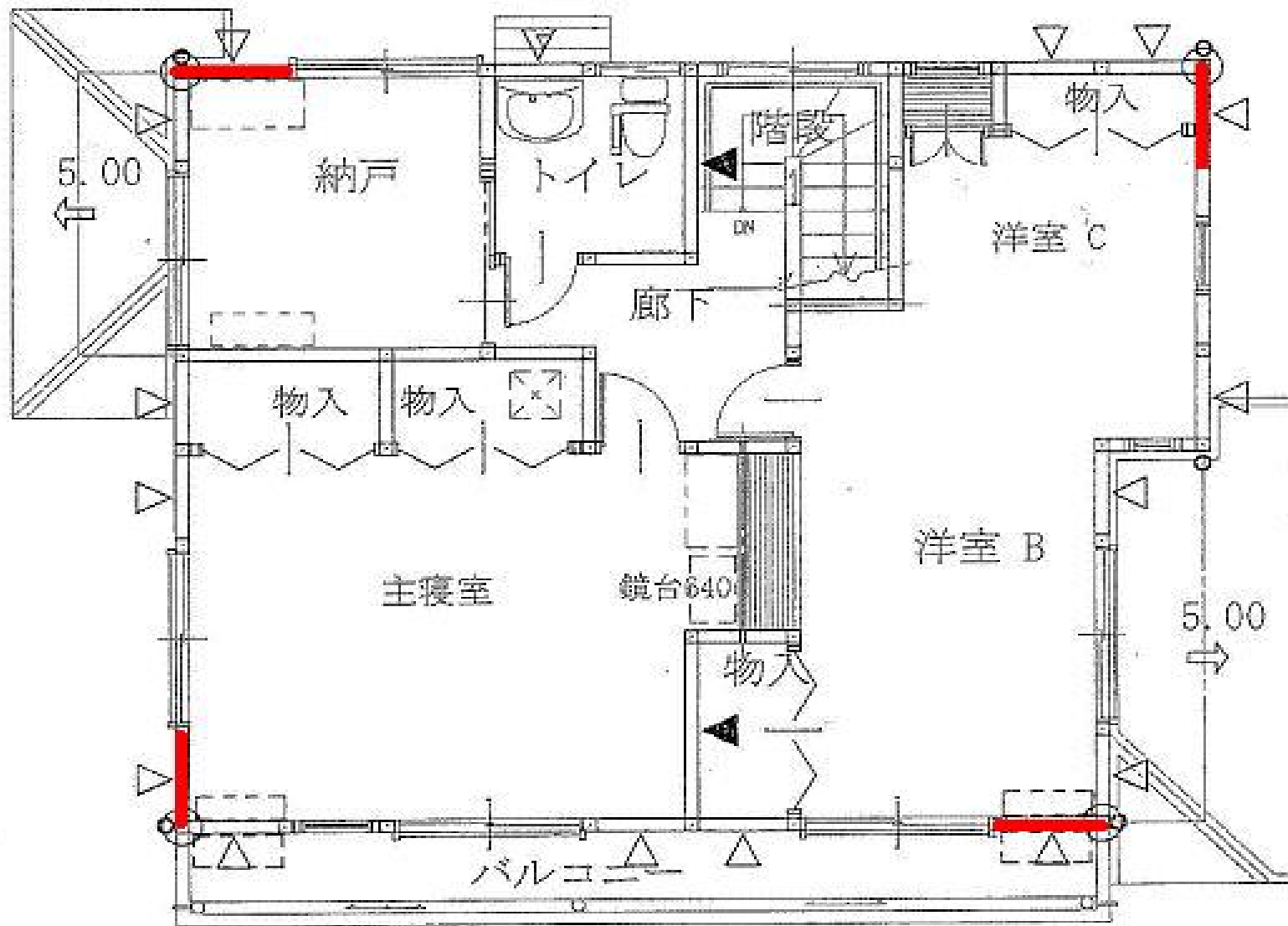
(46条壁量1.5倍とGVAダンパー1階4P, 2階2P配置)

解析法の種類

1. 簡易静的慣性解析 (令46条)
2. 静的弾性解析 (許容応力度法)
3. 静的弾塑性解析 (保有耐力設計法)
4. 動的等価弾塑性解析 (限界耐力法)
5. 動的弾塑性解析 (エネルギー法)
6. 動的弾性振動解析 (時刻歴応答)
7. 動的弾塑性振動解析 (時刻歴応答)
8. 損傷制御設計法 (制振・免震工法)



1階 軸組計算 S:1/100



2階 軸組計算 S:1/100

Ld/Lnの比率の表

「令46条の壁量検討」

		風圧に対して				地震力に対して			
		X方向		Y方向		X方向		Y方向	
		壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln	壁長	Ld/Ln
2階	Ld	13.65		14.56		13.65		14.56	
	Ln	9.71	1.41	12.46	1.17	9.44	1.45	9.44	1.54
1階	Ld	29.58		31.17		29.58		31.17	
	Ln	21.71	1.36	27.38	1.14	19.93	1.48	19.93	1.56

地震力の算定 「許容応力度設計の壁量検討」

階	Wi(kN)	Wi(kN)	i	Ai	Ci	eQi(kN)	Pi(kN)		eQi/ Pi	
2	104.653	104.653	0.367	1.3400	0.2680	28.047	X	26.75	1.048	> 1.0 NG!!!!
							Y	28.54	0.983	1.0 OK
1	180.299	284.952	1.0000	1.0000	0.2000	56.990	X	57.97	0.983	1.0 OK
							Y	61.09	0.933	1.0 OK

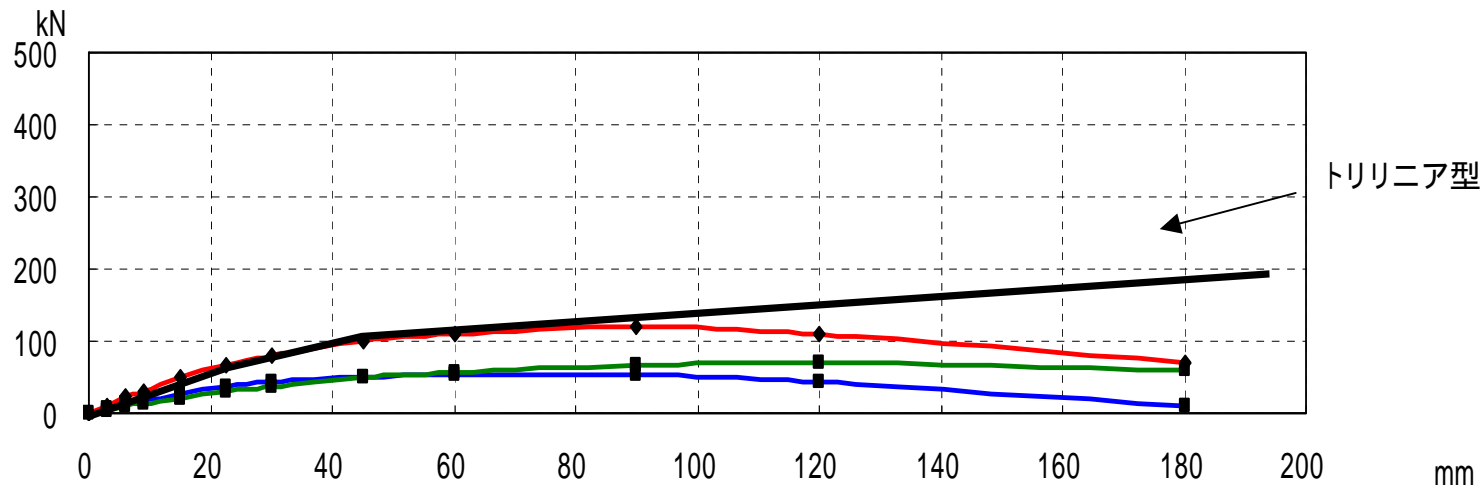
1階Y方向建物の骨格曲線補強前

重量 (180.3 KN)

単位 kN

壁種類 \ 変形(mm) h=2935	標準骨格曲線に乗じる壁長	0.00	3.00	6.00	9.00	15.00	22.50	30.00	45.00	60.00	90.00	120.00	180.00
2 片筋かい(45 × 90)	8.19 m	0.00	6.80	12.69	17.85	26.86	35.30	42.18	50.37	53.15	52.74	41.69	9.83
5 構造用合板9.0mm片面	5.91 m	0.00	4.61	9.28	13.77	21.57	30.50	38.18	50.00	57.21	66.07	69.32	58.51
合計(kN)		0.00	11.41	21.97	31.62	48.43	65.79	80.36	100.37	110.36	118.82	111.01	68.34

1階Y方向建物骨格曲線



2階Y方向建物の骨格曲線補強前

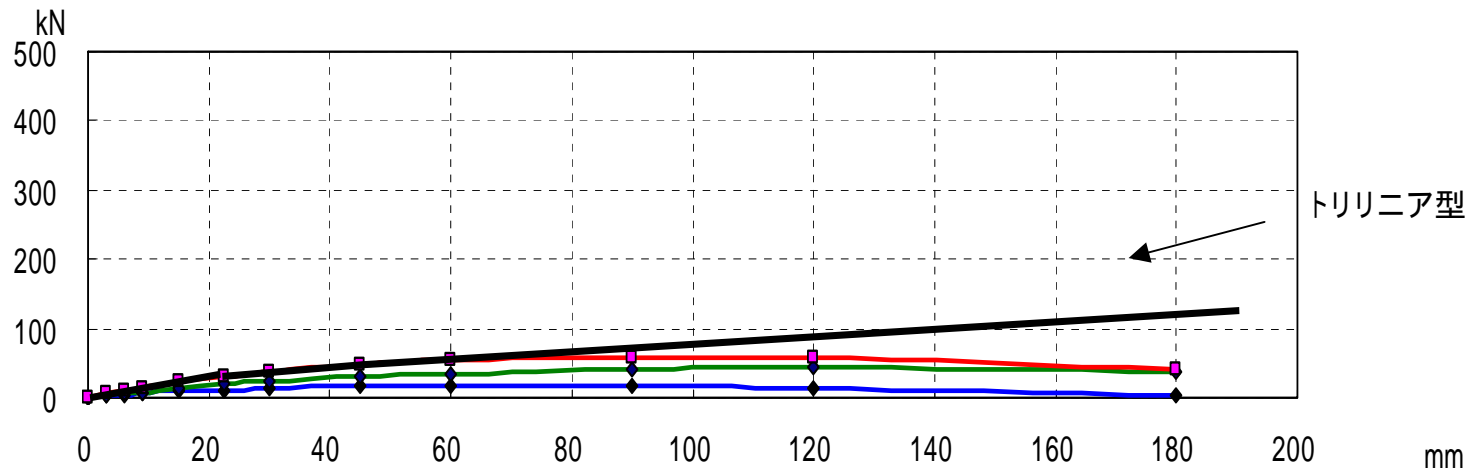
重量 (104.65 KN)

単位 kN

壁種類\変形(mm) h=2840	標準骨格曲線に乗じる壁長	0.00	3.00	6.00	9.00	15.00	22.50	30.00	45.00	60.00	90.00	120.00	180.00
2 片筋かい(45×90)	2.73 m	0.00	2.27	4.23	5.95	8.95	11.77	14.06	16.79	17.72	17.58	13.90	3.28
5 構造用合板9.0mm片面	3.64 m	0.00	2.84	5.71	8.48	13.29	18.78	23.51	30.79	35.24	40.70	42.70	36.04
合計(kN)		0.00	5.11	9.95	14.43	22.24	30.55	37.57	47.58	52.95	58.28	56.59	39.31

2階Y方向建物骨格曲線

- ◆ 片筋かい(45×90)
- ◆ 構造用合板9.0mm片面
- 合計(kN)



1階Y方向建物の骨格曲線補強後

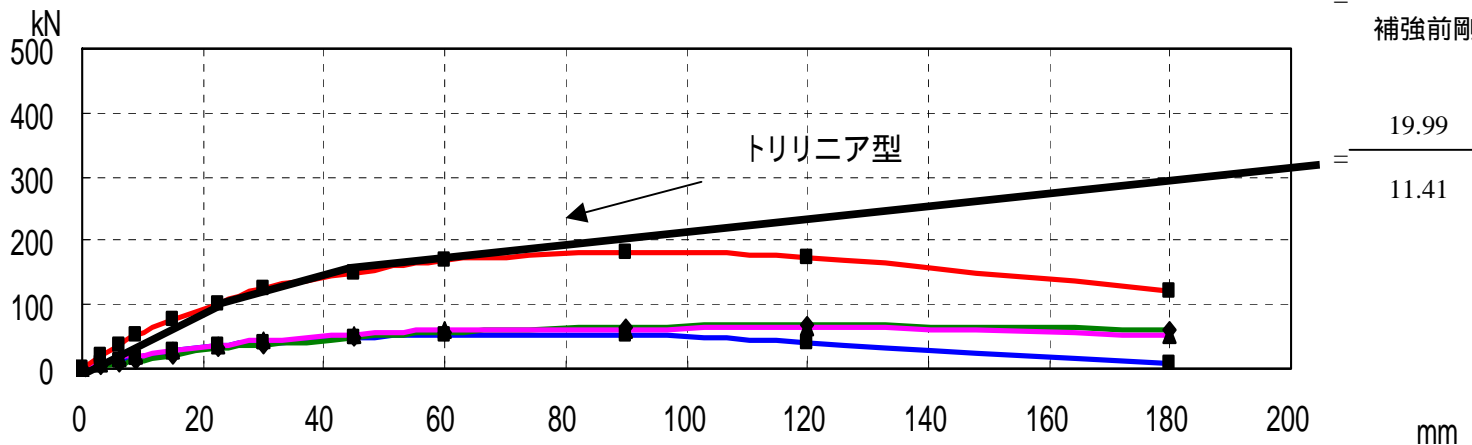
重量 (180.3 KN)

単位 KN

	壁種類 \ 変形(mm) h=2935	標準骨格曲線に乗じる壁長	0.00	3.00	6.00	9.00	15.00	22.50	30.00	45.00	60.00	90.00	120.00	180.00
2	片筋かい(45×90)	8.19 m	0.00	6.80	12.69	17.85	26.86	35.30	42.18	50.37	53.15	52.74	41.69	9.83
5	構造用合板9.0mm片面	5.91 m	0.00	4.61	9.28	13.77	21.57	30.50	38.18	50.00	57.21	66.07	69.32	58.51
13	GVA-NRD2 上下 (m当り)	3.64 m	0.00	8.58	15.06	20.72	29.48	35.22	42.86	50.72	59.06	61.82	64.20	52.76
	合計(kN)		0.00	19.99	37.03	52.34	77.91	101.01	123.22	151.09	169.42	180.64	175.21	121.10
	ダンパー補強後剛性比			1.75	1.69	1.66	1.61	1.54	1.53	1.51	1.54	1.52	1.58	1.77

1階Y方向建物骨格曲線

- 片筋かい(45×90)
- ◆ 構造用合板9.0mm片面
- ▲ GVA-NRD2 上下 (m当り)
- 合計(kN)



2階Y方向建物の骨格曲線補強後

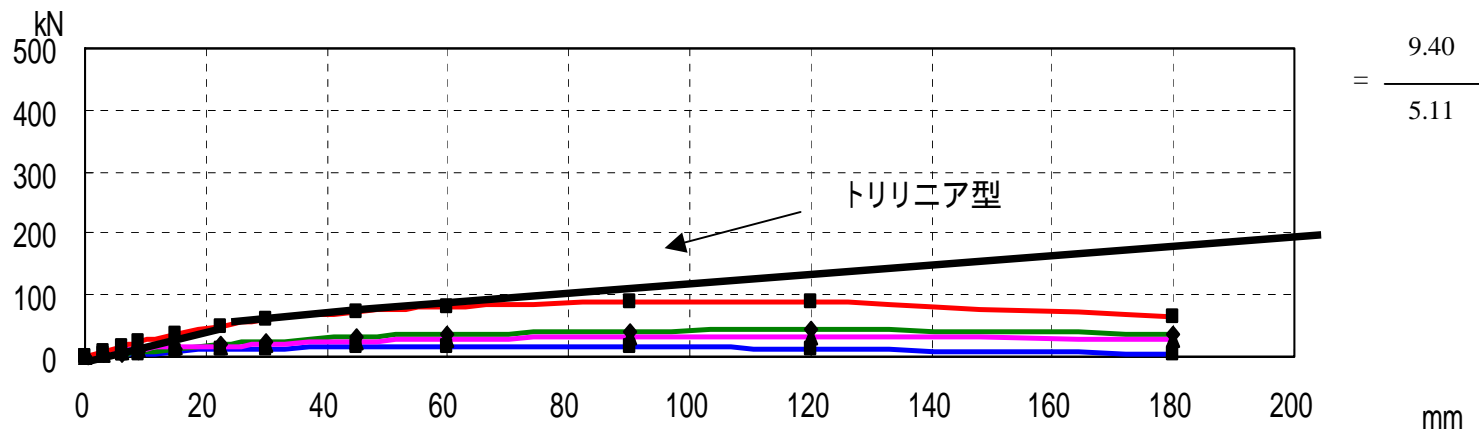
重量 (104.65 KN)

単位 kN

壁種類 \ 変形(mm) h=2840	標準骨格曲線に乗じる壁長	0.00	3.00	6.00	9.00	15.00	22.50	30.00	45.00	60.00	90.00	120.00	180.00
2 片筋かい(45×90)	2.73 m	0.00	2.27	4.23	5.95	8.95	11.77	14.06	16.79	17.72	17.58	13.90	3.28
5 構造用合板9.0mm片面	3.64 m	0.00	2.84	5.71	8.48	13.29	18.78	23.51	30.79	35.24	40.70	42.70	36.04
13 GVA-NRD2 上下 (m当り)	1.82 m	0.00	4.29	7.53	10.36	14.74	17.61	21.43	25.36	29.53	30.91	32.10	26.38
合計(kN)		0.00	9.40	17.48	24.79	36.98	48.16	59.00	72.94	82.48	89.19	88.69	65.69
ダンパー補強後剛性比			1.84	1.76	1.72	1.66	1.58	1.57	1.53	1.56	1.53	1.57	1.67

2階Y方向建物骨格曲線

- 片筋かい(45×90)
- ◆ 構造用合板9.0mm片面
- ▲ GVA-NRD2 上下 (m当り)
- 合計(kN)



ダンパー補強後剛性

=

補強前剛性

9.40

=

5.11

振動解析結果

令46条壁量1階.2階共1.5倍

現状壁量

1F片筋かい18.19m

構造用合板5.91m

2F片筋かい12.73m

構造用合板3.64m

標準3波

h=10%

		階	25cm/sec基準化			50cm/sec基準化		
			EI Centro -NS	HACHI-NS	Taft-EW	EI Centro -NS	HACHI-NS	Taft-EW
Q	N	2	48365	29113	41676	117174	56712	90530
		1	83979	66577	73072	132275	118604	152953
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	cm	2	4.97	2.14	3.72	30.13	7.86	20.32
		1	3.43	2.30	2.72	9.95	7.62	13.49
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/R		2	59	132	76	9	36	14
		1	85	127	108	29	38	22
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AD	cm	2	6.82	4.28	6.02	40.06	15.48	33.61
		1	3.43	2.30	2.72	9.95	7.62	13.49
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AV	cm/s	2	60.03	37.85	44.52	118.30	64.94	78.34
		1	27.34	19.73	19.12	55.19	35.84	50.07
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AA	cm/s ²	2	465.0	282.3	382.0	665.3	453.9	602.5
		1	257.8	232.0	269.5	514.9	358.0	428.6
		0	255.3	165.2	248.4	510.8	330.1	496.6

振動解析結果

令46条壁量1階.2階共1.5倍 + 1階4P.2階2P
ダンパー補強後

1F 片筋かい18.19m 構造用合板5.91m
2F 片筋かい12.73m 構造用合板3.64m

標準3波

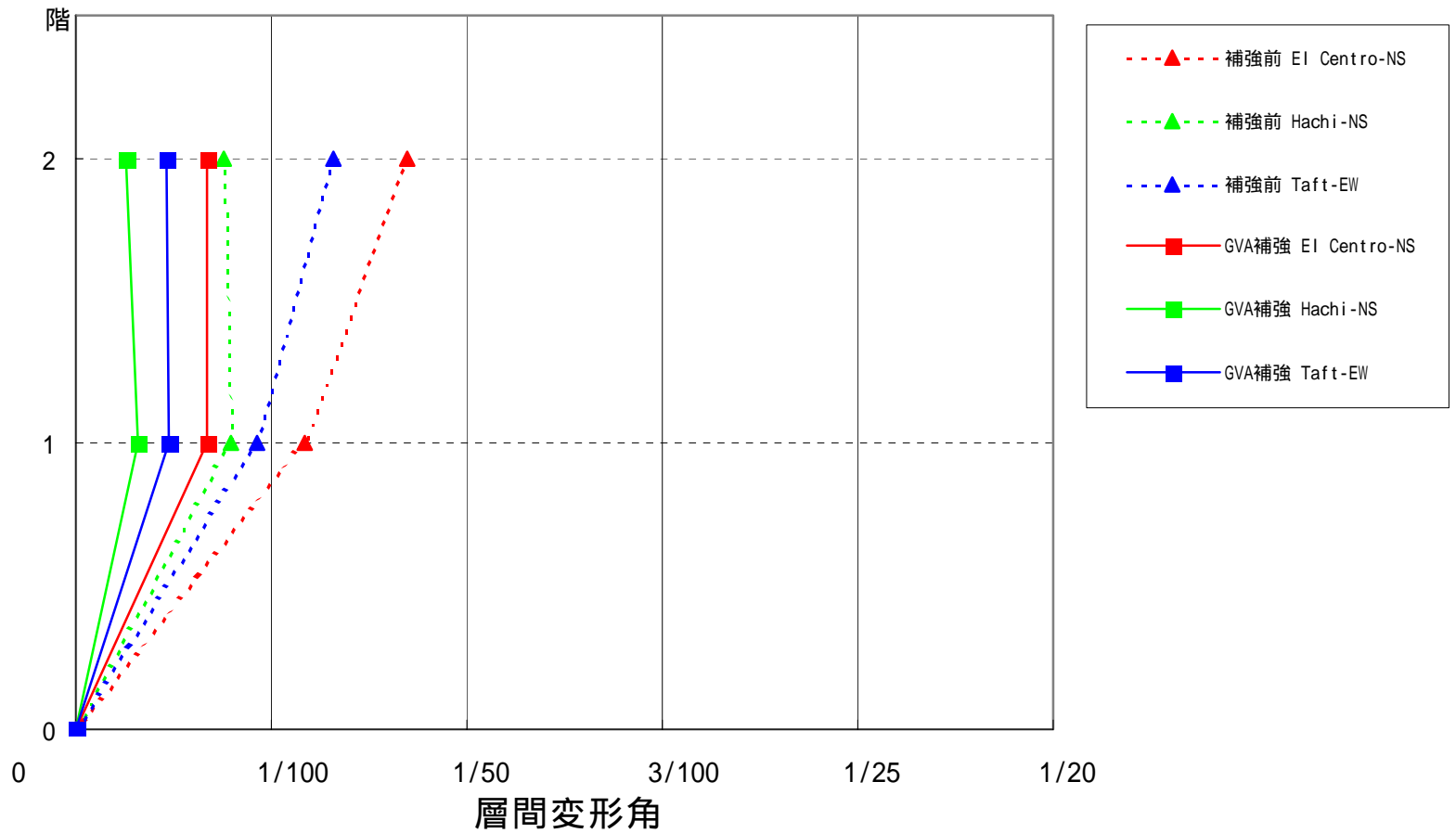
h=10%

1F4P(C1=1.345N/(cm/sec)), 2F2P(C2=673N/(cm/sec))

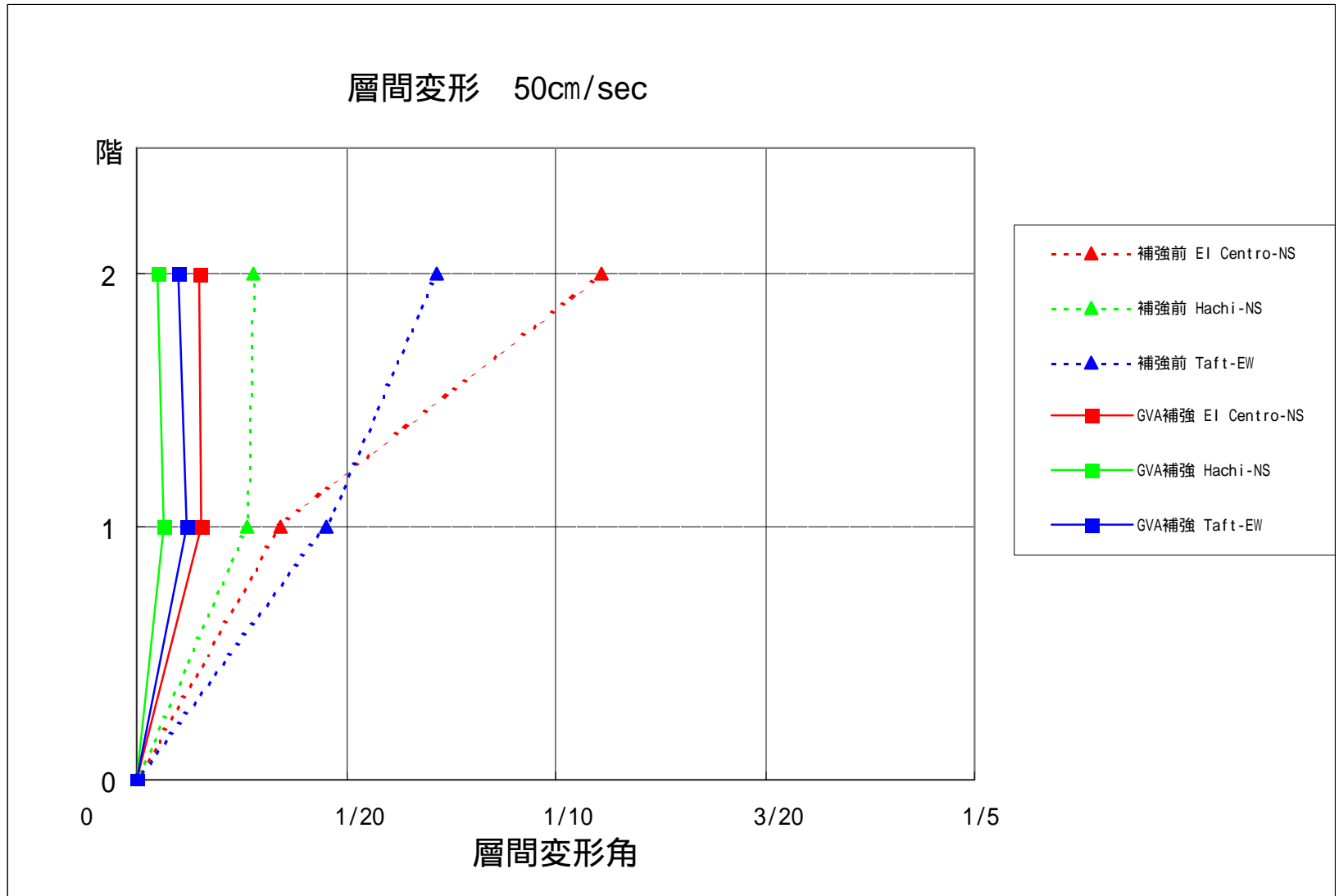
		階	25cm/sec基準化			50cm/sec基準化		
			EI Centro -NS	HACHI-NS	Taft-EW	EI Centro -NS	HACHI-NS	Taft-EW
Q	N	2	43720	16220	29986	74554	32418	58710
		1	95562	43264	65421	167016	86469	139268
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	cm	2	1.92	0.72	1.32	4.24	1.45	2.75
		1	1.97	0.93	1.39	4.55	1.86	3.50
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/R		2	148	392	215	67	196	103
		1	149	314	211	64	157	84
		0	0	0	0	0	0	0
AD	cm	2	3.80	1.62	2.66	8.79	3.24	6.19
		1	1.97	0.93	1.39	4.55	1.86	3.50
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AV	cm/s	2	33.54	19.30	26.04	65.87	38.57	51.57
		1	16.68	10.33	12.36	34.37	20.64	24.64
		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AA	cm/s ²	2	442.9	169.5	302.5	769.1	338.7	582.5
		1	326.0	168.3	242.5	579.1	336.3	484.8
		0	255.3	165.2	248.4	510.8	330.1	496.6

層間変形 25cm/sec

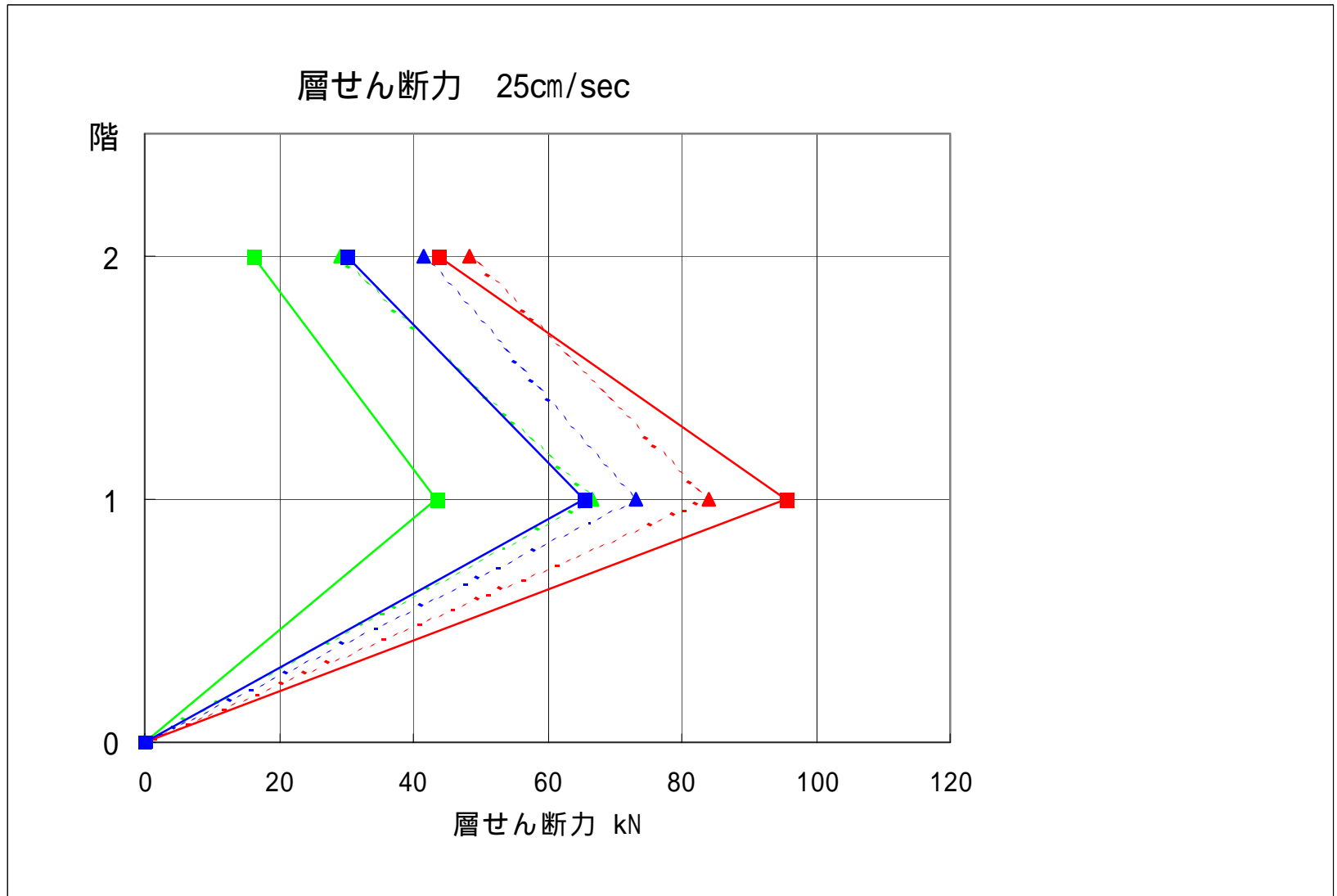
層間変形 25cm/sec



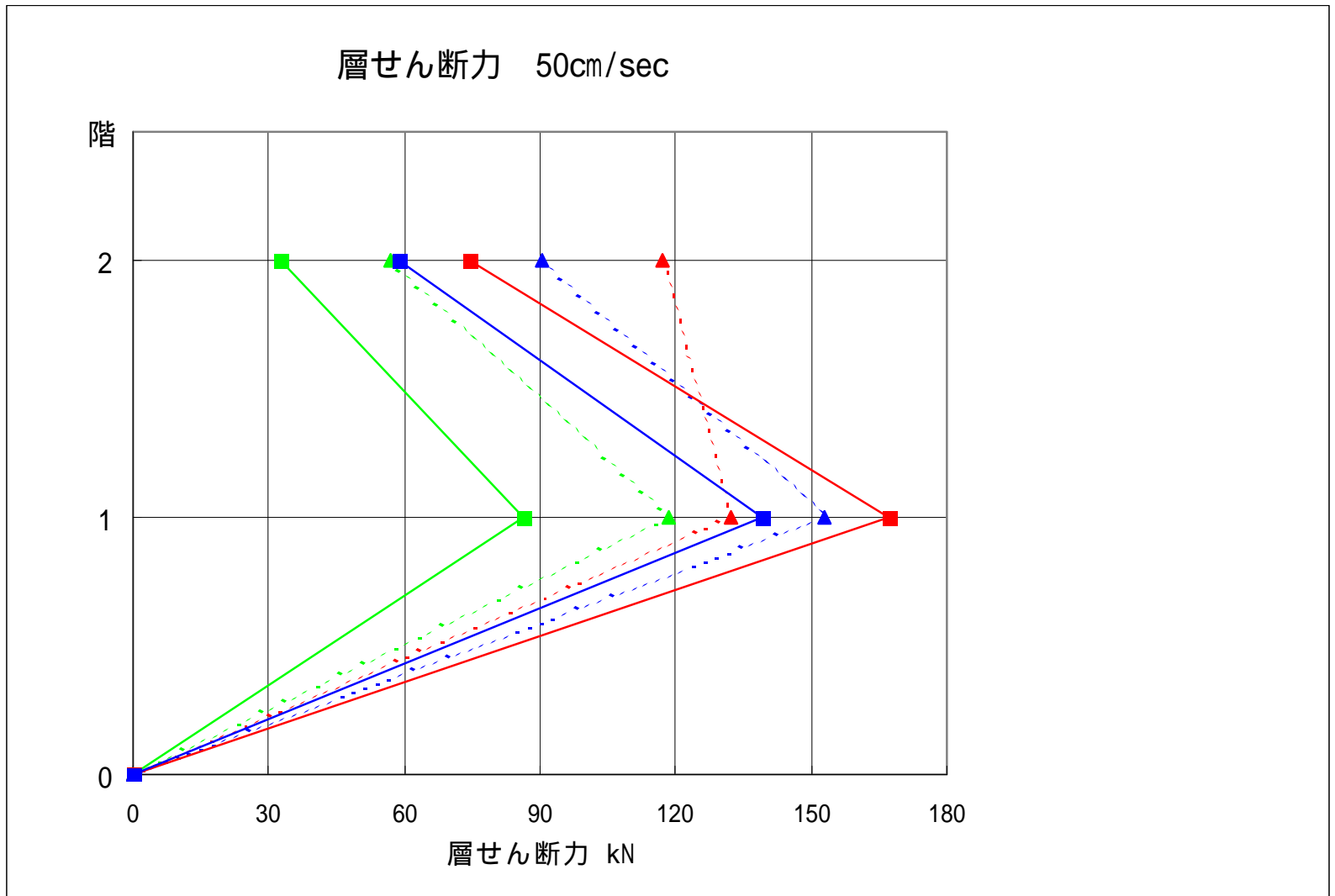
層間変形 50cm/sec



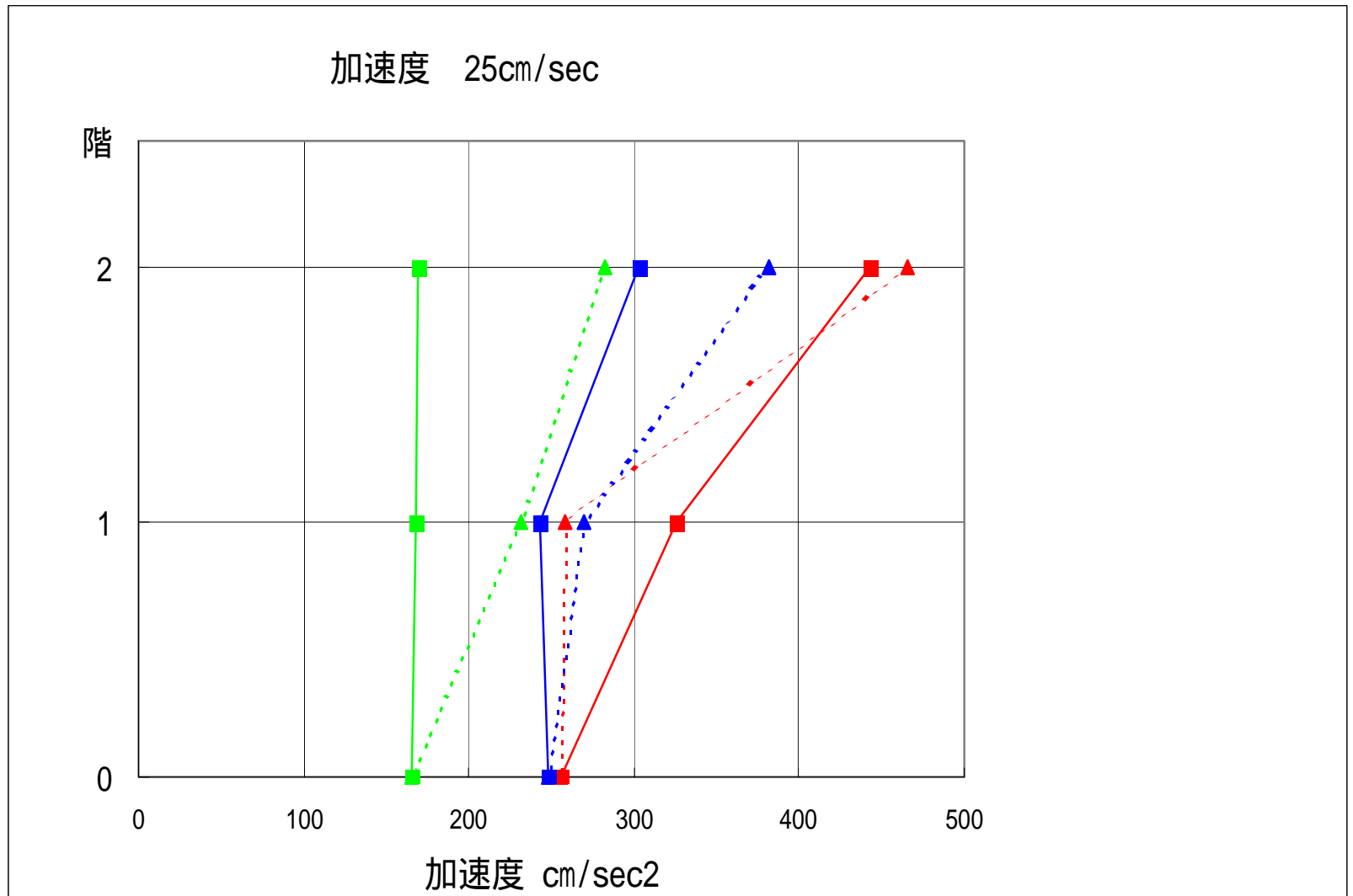
層せん断力 25cm/sec



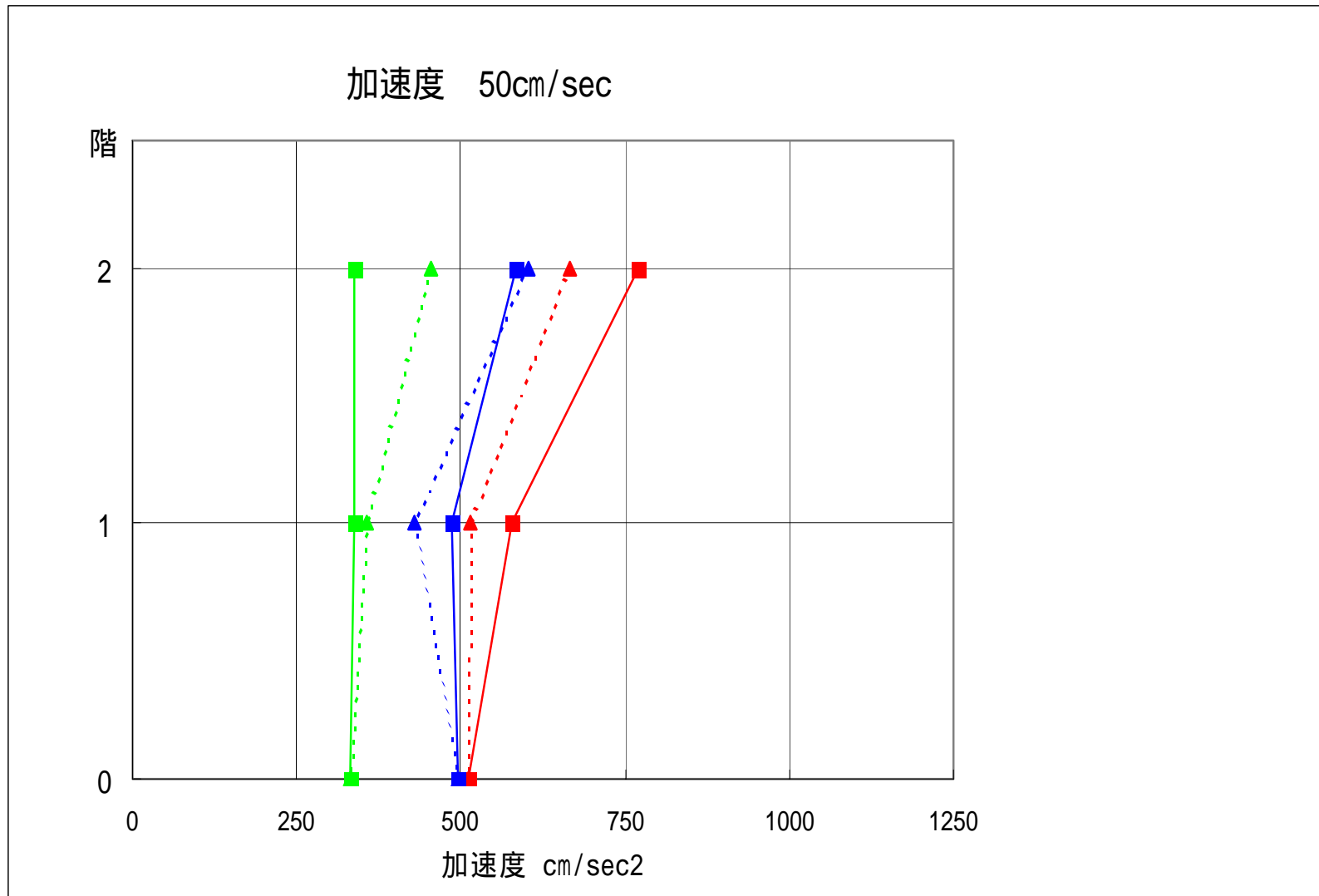
層せん断力 50cm/sec



加速度 25cm/sec

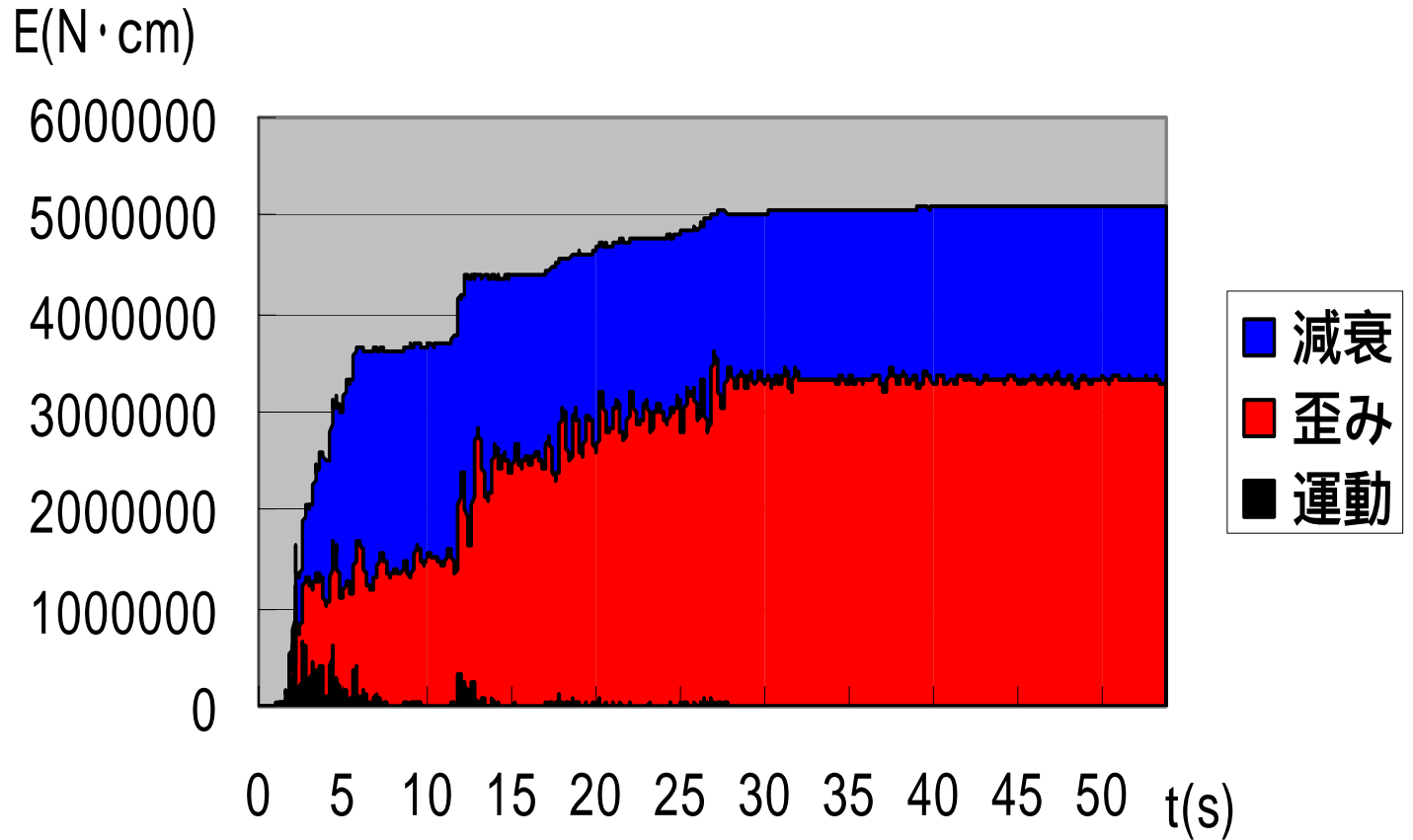


加速度 50cm/sec



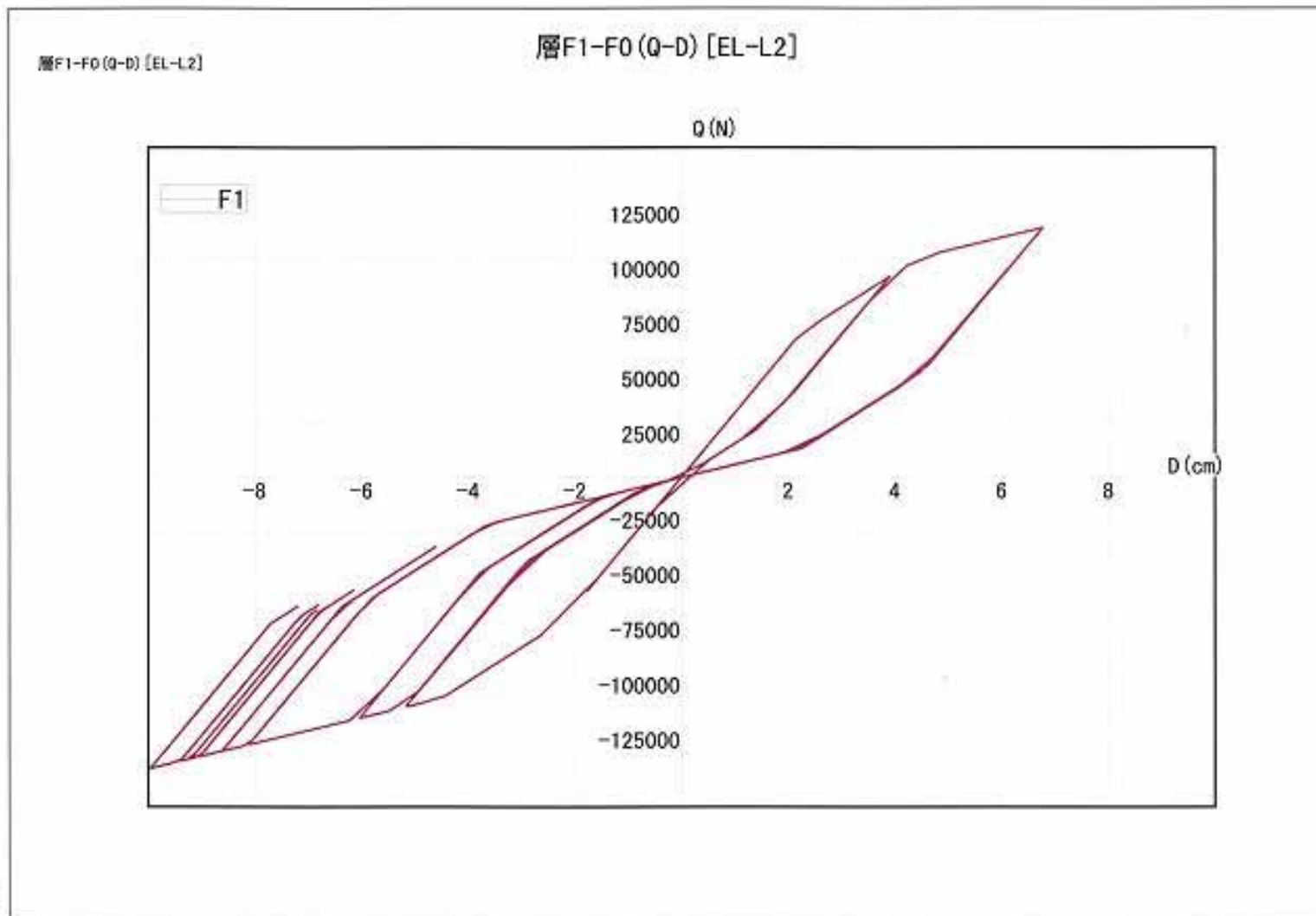
補強前エネルギー消費割合図

AKANE邸補強前

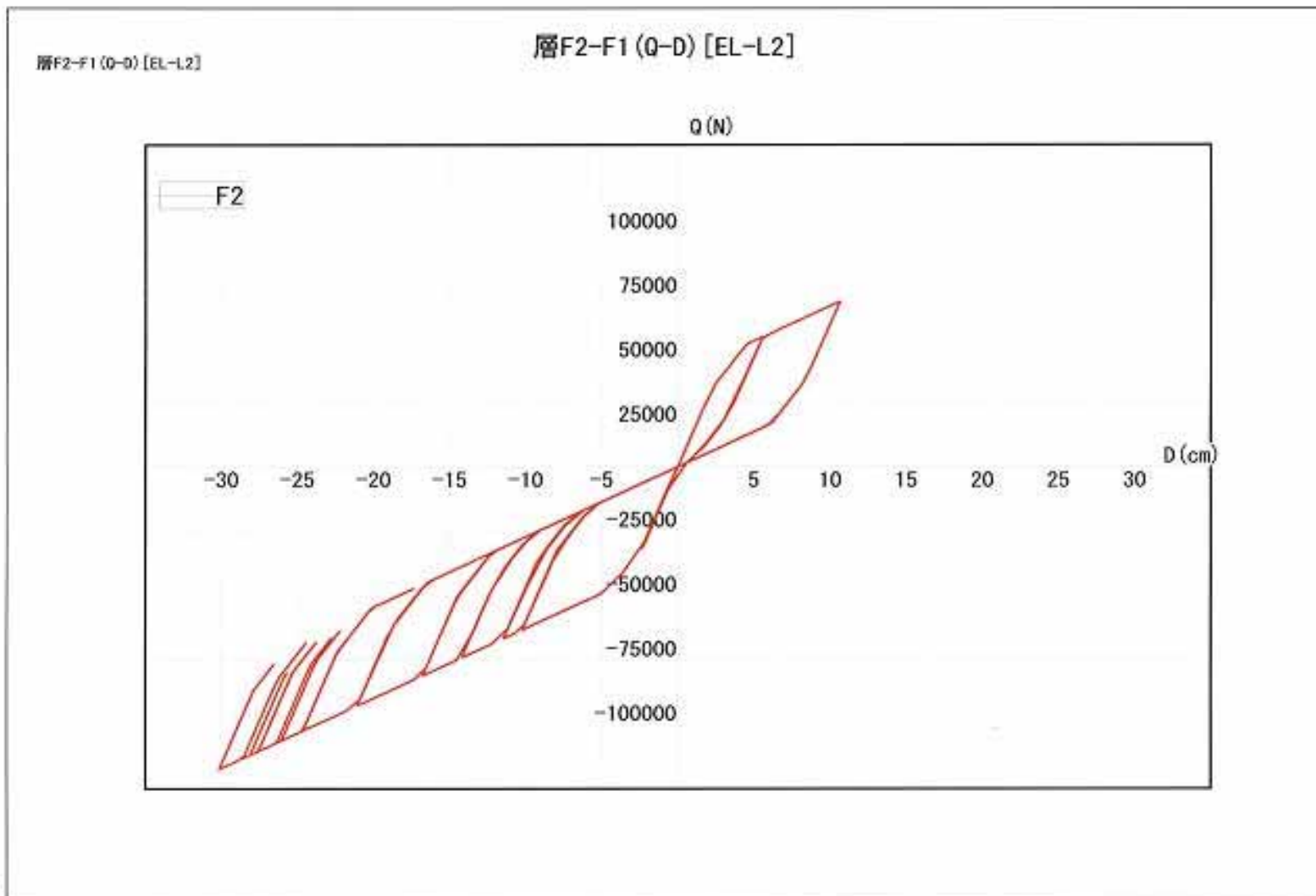


補強前1階履歴ループ図

<1/1>

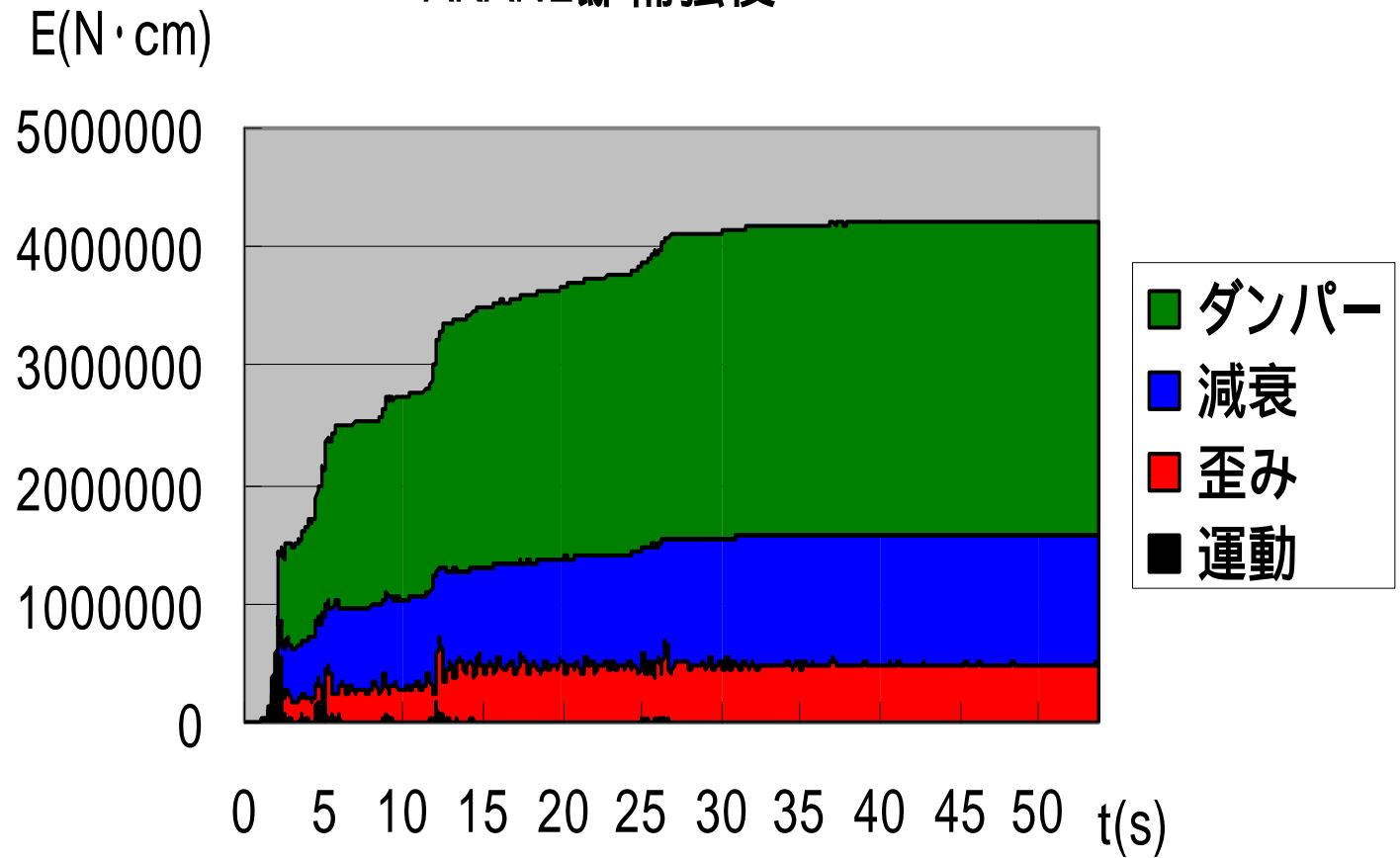


補強前2階履歴ループ図

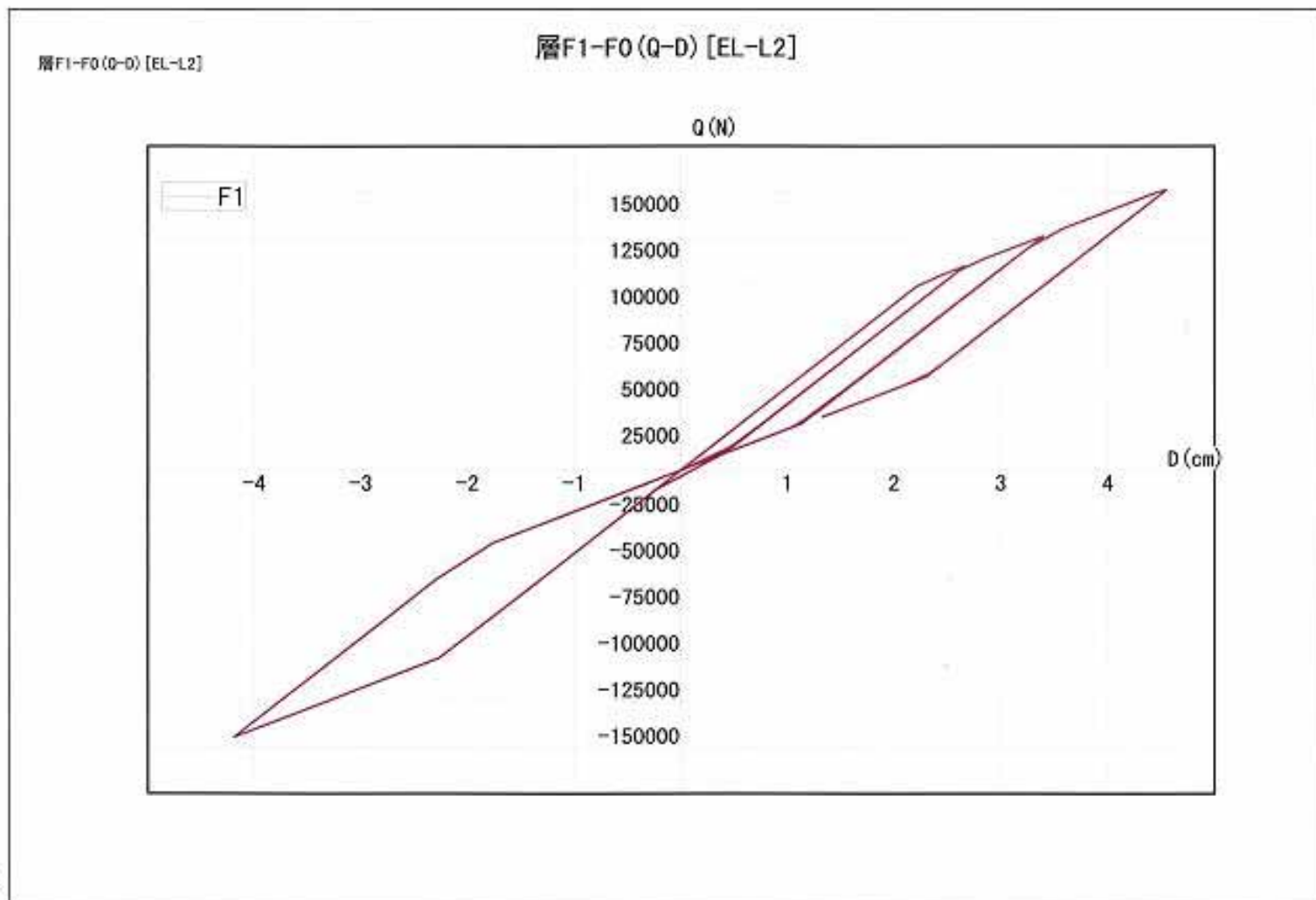


補強後エネルギー消費割合図

AKANE邸補強後



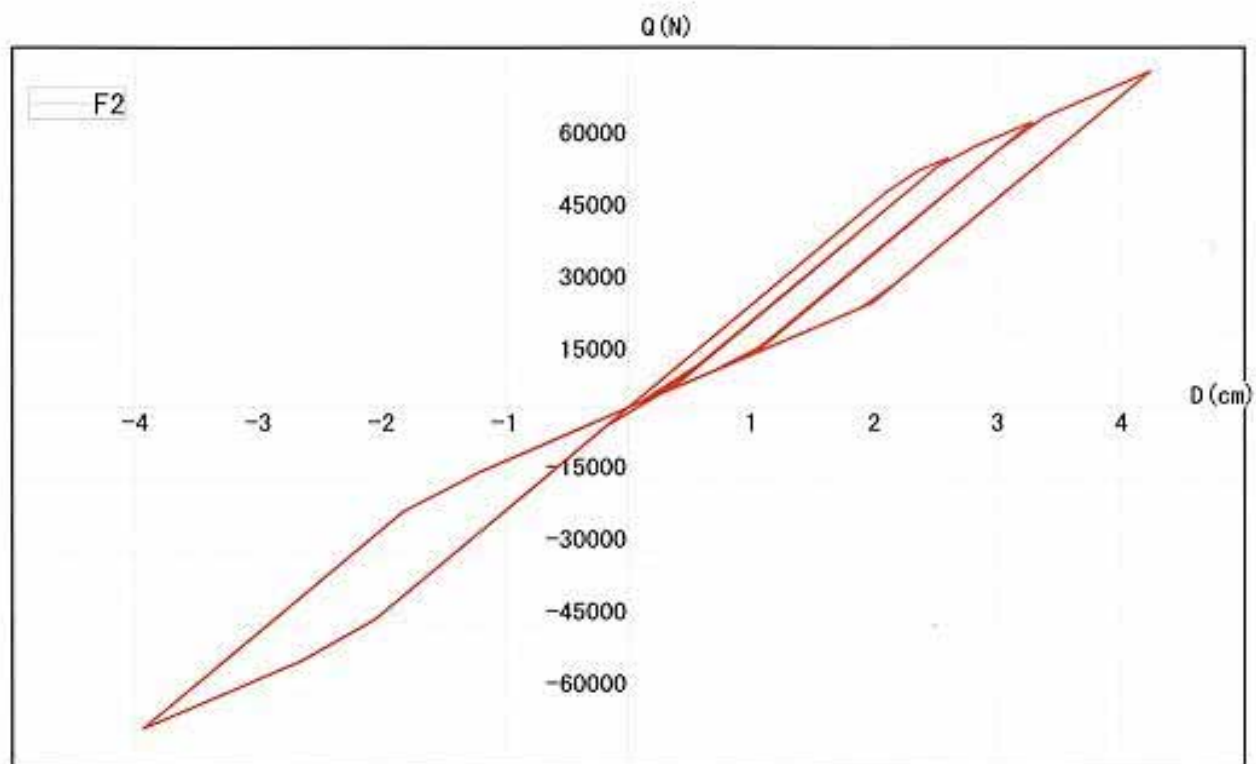
補強後1階履歴ループ図



補強後2階履歴ループ図

層F2-F1 (Q-D) [EL-L2]

層F2-F1 (Q-D) [EL-L2]





「木造2階建て」

考 察

1. 解析条件

- 某一級建築士事務所より提供頂いた、設計図書に基づき壁量、重量を使用する。
- 地震力の方向はY方向とする。耐力要素は筋かい45x90,合板とする。
- 其の1：現状の**令46条壁量は1階1.5倍、2階1.5倍**として解析する。
- 其の2：制振ダンパー補強は現状壁量に対してGVA-NRD2を**1階片側4P . 2階片側2P**として解析する。

2. 解析方法

- 解析方法は多質点系弾塑性地震応答解析（ソフト名 構造システムDAP v1）
- 入力地震波は標準3波
- EL centro-NS. Hachi-NS. Taft-EW
- 地震のレベルは25カイン、50カインとする。
（約 250ガル、500ガル）
- 復元力特性は標準トリリニア型（TL3）を使用する
- 標準の減衰定数は $h = 0.10$ とする。
- GVAダンパーの粘性部の減衰係数は試験結果（住宅構造研究所）のデーター（GVA-NRD2）より式にて算出したものを用いる

3. 解析結果の考察

その1 解析結果

- 現状の層間変形はきわめて稀におこる大地震を想定した50カイン・エルセントロNS波を例にとると1階の層間変位 $1/29$ に対して2階の層間変位 $1/9$ となっている。1階が大きく1階と2階の地震時の応答バランス（ A_i 分布）が良くない事がわかる。又、1階は層間変位が $1/30$ を超えることで倒壊に恐れがある。

4. 解析結果の考察

その2 解析結果

- 1階と2階にGVAダンパーを入れることにより**1階の層間変位 1/64**に対して**2階の層間変位 1/67**と1階と2階の層間変位が揃い地震力（エネルギー）が特定層に集中しないバランスの良い抵抗を示している事が解かる。
- きわめて稀におこる大地震に対して**層間変位が 1/30 以内に収まる**ことで建物の倒壊に対する安全率は向している。残りの2波も略、同様の傾向にある。十分と思われる。
- 稀におこる地震を想定した25カイン・エルセントロNS波でも**1階の層間変位 1/149**に対して**2階の層間変位 1/148**となっている。共に損傷の限界以内の層間変位 1/120以内にバランス良く収まっている。

5. 解析結果の考察

履歴ループ

- ダンパーの無い場合は振動の繰り返しにより、木造に顕著な塑性歪の蓄積によるループの片流れ現象が生じている。しかしダンパーの設置により歪の偏りが減少している。この事は**地震の終了後に残留歪が少ない**ことを現している。

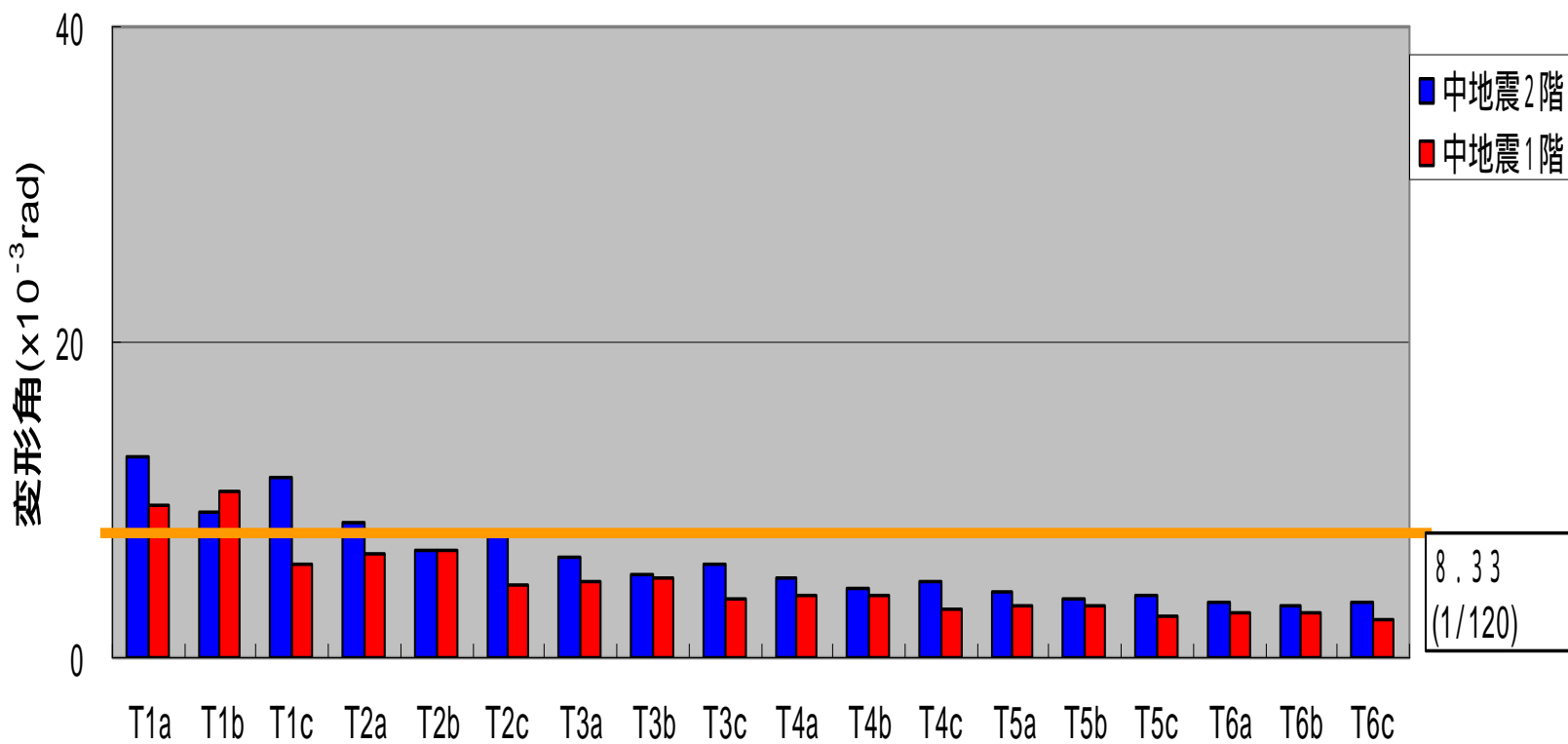
6. 解析結果の考察

エネルギーの消費図

- 地震終了後の歪エネルギーは取りも直さず建物の損傷のバロメーターである。GVAダンパーを入れる事により**歪エネルギーは1/6.8**に少なくなっている。損傷防止にダンパーの効果が発揮され**損傷割合が1/6.8**に収ったと言える。

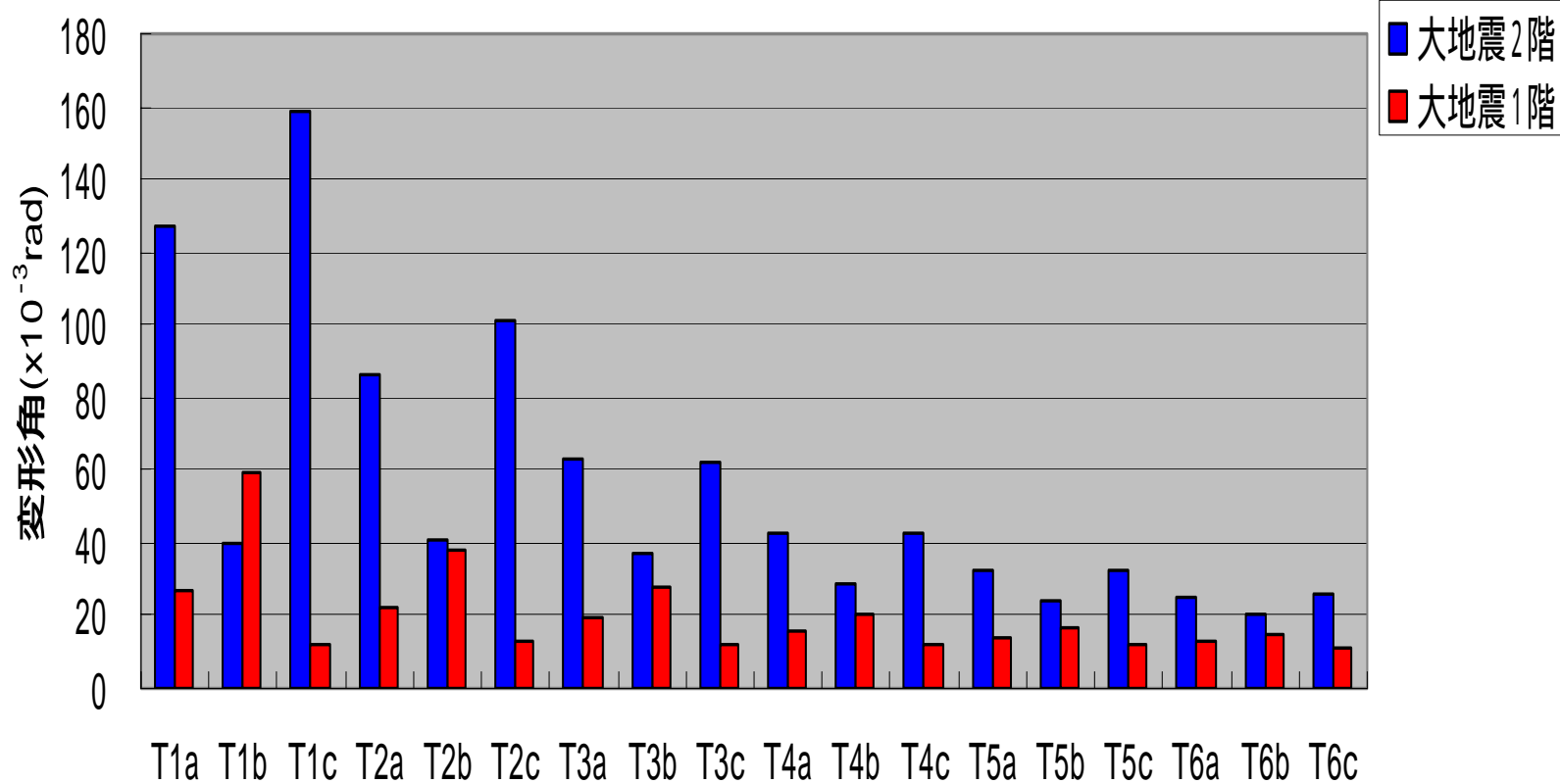
7-1. 木造住宅の耐震性能をエネルギー法で試算

中地震時変形比較



7-2. 木造住宅の耐震性能をエネルギー法で試算

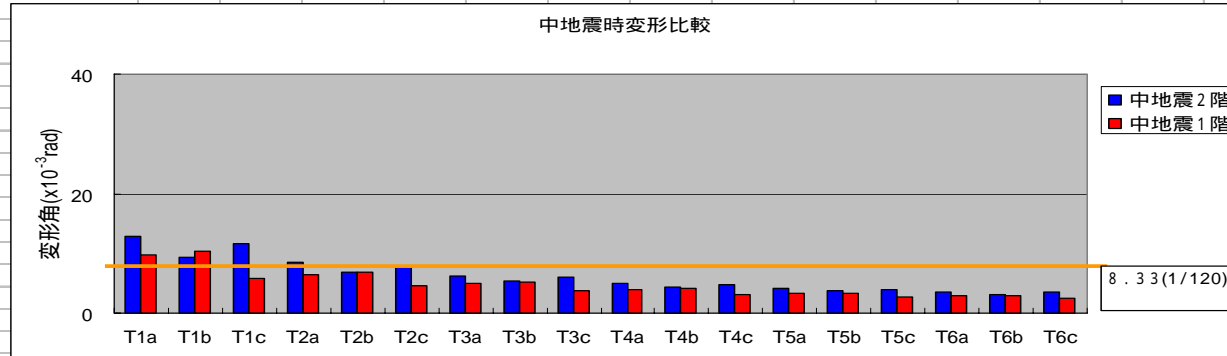
大地震時変形比較



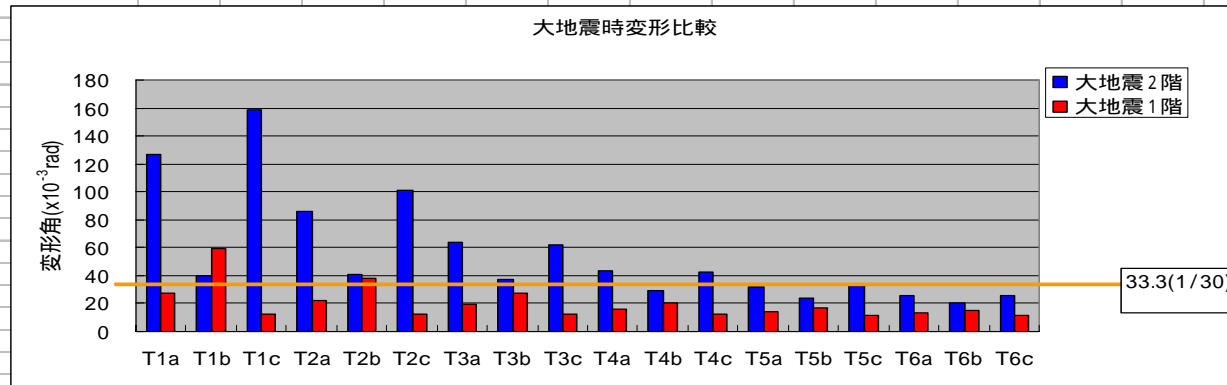
7-3.木造住宅の耐震性能をエネルギー法で試算

エネルギー法による性能比較モデル

規模: 2階建	各階床面積: 1階 89㎡	2階 69㎡	軸組架構: 筋かいあるいは合板耐震壁を主要耐震要素とする
屋根仕様: 重い屋根	各階階高: 1階 3.1m	2階 2.85m	エネルギー法変数: $n=4, n_1=1.5, T_s=1.4T_0$
	各階重量: 1階 240kN	2階 180kN	復元力特性: スリップ型とバイリニア型を合成したモデルで評価
			初期減衰定数: $h=5\%$



中地震(稀に発生する地震)にて検討の結果、各階とも許容値 層間変形角を満足しているタイプは1変形角 (x10⁻³rad) 1階と2階のどちらかの階が令46条の必要最低壁量であるT1a、T1b、T1cは8.33(1/120)を下回っている 従って令46条の地震時(床面積よりの壁量)の1.5倍を確保すれば中地震時は全て満足する



大地震(極めて稀に発生する地震)にて検討の結果、各階とも安全限界変形角 33.3(1/30) 変形角 (x10⁻³rad) を満足しているタイプはT4bおよびT5aからT6cとなる。

1階、2階共、令46条の3倍以上の壁量を確保すれば、エネルギー法の内容である

損傷集中を考慮しても全て満足する。タイプT4b(1階2.5倍、2階3.0倍)は1階が3.0倍を下回っても満足する

各タイプ共、中地震時の1階、2階の変形の乖離が大地震時での累積塑性変形により増大した傾向が読み取れる

各階の使用壁量令46条の必要壁量との比 L_d / L_n

	T1a	T1b	T1c	T2a	T2b	T2c	T3a	T3b	T3c	T4a	T4b	T4c	T5a	T5b	T5c	T6a	T6b	T6c
2階	1.0	1.5	1.0	1.5	2.0	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.5	3.0	3.5	4.0	3.5
1階	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	4.0