

平成8年度 農林水産省補助事業
技術開発研究推進事業
住宅部材安全性能向上等事業

建築用木材性能評価事業報告書

(水平ダイヤフラム)

平成9年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

平成8年度農林水産省補助 住宅部材安全性能向上事業

建築用木材性能評価委員会 委員名簿

(ダイヤフラム委員会)

委員長	野口 弘行	明治大学理工学部建築学科 助教授
委員	鈴木 秀三	職業能力開発大学校建築工学科 教授
委員	神谷 文夫	森林総合研究所木材利用部構造性能研究室長
委員	山口 修由	建設省建築研究所第三研究部
委員	稲山 正弘	稲山建築設計事務所 代表取締役
W G	宮越 喜彦	一級建築士事務所 木住研
W G	中野 栄吉	中野工務店
協力委員	関 充利	林野庁林産課住宅資材技術班課長補佐
事務局	牧 勉	(財)日本住宅・木材技術センター試験研究部長
事務局	鴛海 四郎	(財)日本住宅・木材技術センター主任研究員

目 次

1. 研究の目的	.....	1
2. 試験体	.....	2
3. 試験方法	.....	1 3
4. 試験結果	.....	2 1
5. 結果の考察	.....	5 9

1. 研究の目的

水平構面は、地震力や風圧力が建物に加わった時に、鉛直の抵抗要素である耐力壁と一体になって、水平力に抵抗する要素である。もし、水平構面の抵抗力が小さく、変形が大きければ、耐力壁は、弱い壁も強い壁も一体となって抵抗することができず、弱い壁に力が集中し、破壊に至る可能性が強い。すなわち、耐力壁等の抵抗要素は水平構面が十分な剛性・耐力を有していることを前提としている。法規的には、床組や小屋組の隅角部に火打材を使用して水平構面の剛性や・耐力を確保するよう規定されているが、構造計画上、火打材だけ水平構面の剛性や耐力を確保することは現状では、なかなか難しい面を包含している。現状で水平構面の性能や施工を考慮すると、木質プレファブや枠組壁工法で使用されている合板などの幅広い面材張りの水平構面が非常に有効な方法である。最近の軸組構法の改良型の住宅では、床や屋根に合板やOSBなどの面材を使用するケースが増加しているが、それらの水平構面の構造性能のデータがほとんどないのが現状である。そのため、少しでも多くの現状の床組や小屋組の水平ダイヤフラムデータを蓄積することが必要である。

本研究では、現状の在来軸組構法で一般的に使われている床組および小屋組の仕様のうち、床根太と床下地の組み合わせ、屋根の垂る木と屋根下地の組み合わせについての水平せん断試験を行い、その性能を明確にするのが目的である。本試験では、根太または、垂る木と下地材の組合せについてのせん断性能を実験的に確認した。本実験での実施目的および実施内容は、次のとおりである。

(1) 床根太と床下地

- 1) 根太の掛け方（転ばし根太、半欠き根太、落とし込みねた）による水平せん断耐力の相違を確認する。
- 2) 根太の間に受け材を入れ、根太のころげ（回転）を防止する効果を確認する。試験では剛床仕様と表現している。
- 3) 開口部の有無が、せん断耐力に及ぼす影響を確認する。
- 4) 根太掛けの方向が、加力と平行方向と直交方向のせん断耐力の相違を確認する。

(2) 小屋組と屋根下地

- 1) 屋根下地の板張りと合板張りの相違を確認する。
- 2) 垂る木の成と留め付け方の違いを確認する。

なお、この実施内容の素案は、主に稲山委員を中心に作成されたものを原案として、別紙の水平ダイヤフラム委員会（野口委員長）の了解もとに実施された。

2. 試験体

- 1) 試験体は、小屋組4体を含めて、合計20体である。試験体は形状の大きさ、根太、垂る木の掛け方、留め付け方、開口部の有無等により表2. 1に示す20タイプとなる。
- 2) 試験体の詳細は図2. 1～図2. 9に示す。図2. 8、図2. 9には根太、垂る木の掛けかた図を示す。

表2. 1 試験体の種類

記号	試験体サイズ H×B (m)	開口の有無	根太の留め方 (垂る木)	根太、垂る 木の掛け方	根太、垂る 木の釘打ち	面材と釘
AHPR	2.8×2.8 床組	なし	半欠き・一般型	加力方向に 直交と平行 がある	2-N90斜打	
AHPS			半欠き・剛床型			
A'HPR		1.4m角開口	半欠き・一般型			
A'HPS			半欠き・剛床型			
A'UP			転ばし			
A'DP			落とし込み			
BHPR	2.8×1.4 床組	なし	半欠き・一般型	加力方向に 平行に掛ける。	2-N90斜打	構造用合 板12mm 釘N50 @140
BHPS			半欠き・剛床型			
BUP			転ばし			
BDP			落とし込み			
CHPR		1.4m角開口	半欠き・一般型	加力方向に 直交して掛 ける		
CHPS			半欠き・剛床型			
C'HPR	半欠き・一般型					
C'HPS	半欠き・剛床型					
C'UP	転ばし					
C'DP	落とし込み					
CRU4S	2.8×1.4 小屋組	なし	転ばし・45×45	加力方向に 直交して掛 ける	N90 平打ち	スギ板 12mm 釘2-N50
CRU4P			転ばし・45×45			構造用合 板9mm 釘N50 @140
CRU7S			転ばし・36×75		2-N75 斜打	スギ板 12mm 釘2-N50
CRU7P			転ばし・36×75			構造用合 板9mm 釘N50 @140

3) 部材の寸法と樹種

①梁材、桁材：ベイマツ製材 115×180mm

上下梁と直交梁の仕口は腰掛け蟻

②根太材：ベイツガ製材 45×90mm 2-N90釘斜め打ち

③根太掛け材：ベイツガ製材 30×90mm N75釘@350mm程度で平打ち

④根太受け材（倒れ止め）：ベイツガ製材 30×90mm 2-N75/1カ所

⑤一般型は根太受けなし。剛床型は根太受け有り。

⑥小屋組仕様

周囲の杵材（母屋材）：ベイツガ製材 105×105mm

垂る木 45×45mm N90釘平打ち

36×75mm 2-N75釘斜め打ち

⑦根太の長さは、水平構面の内法に合わせたため、転ばし根太、半欠き根太、落とし込み根太のどの掛け方でも、根太は梁材に釘打ちした根太掛けに止め付けた。

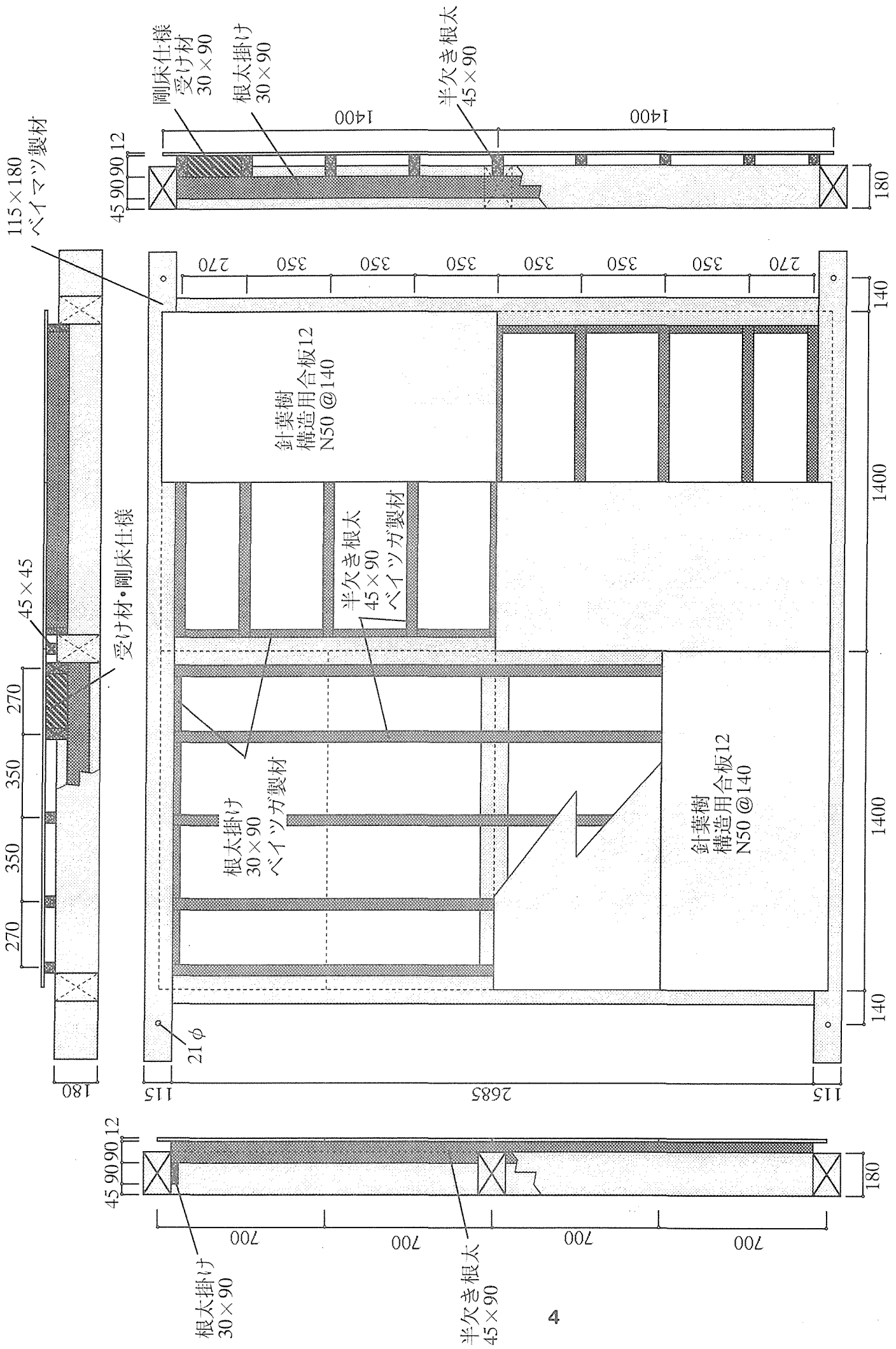


図 2. 1 : 半欠き根太掛けの床組 (AHP R、AHP S) 剛床仕様では根太間に受け材を釘留め (mm)

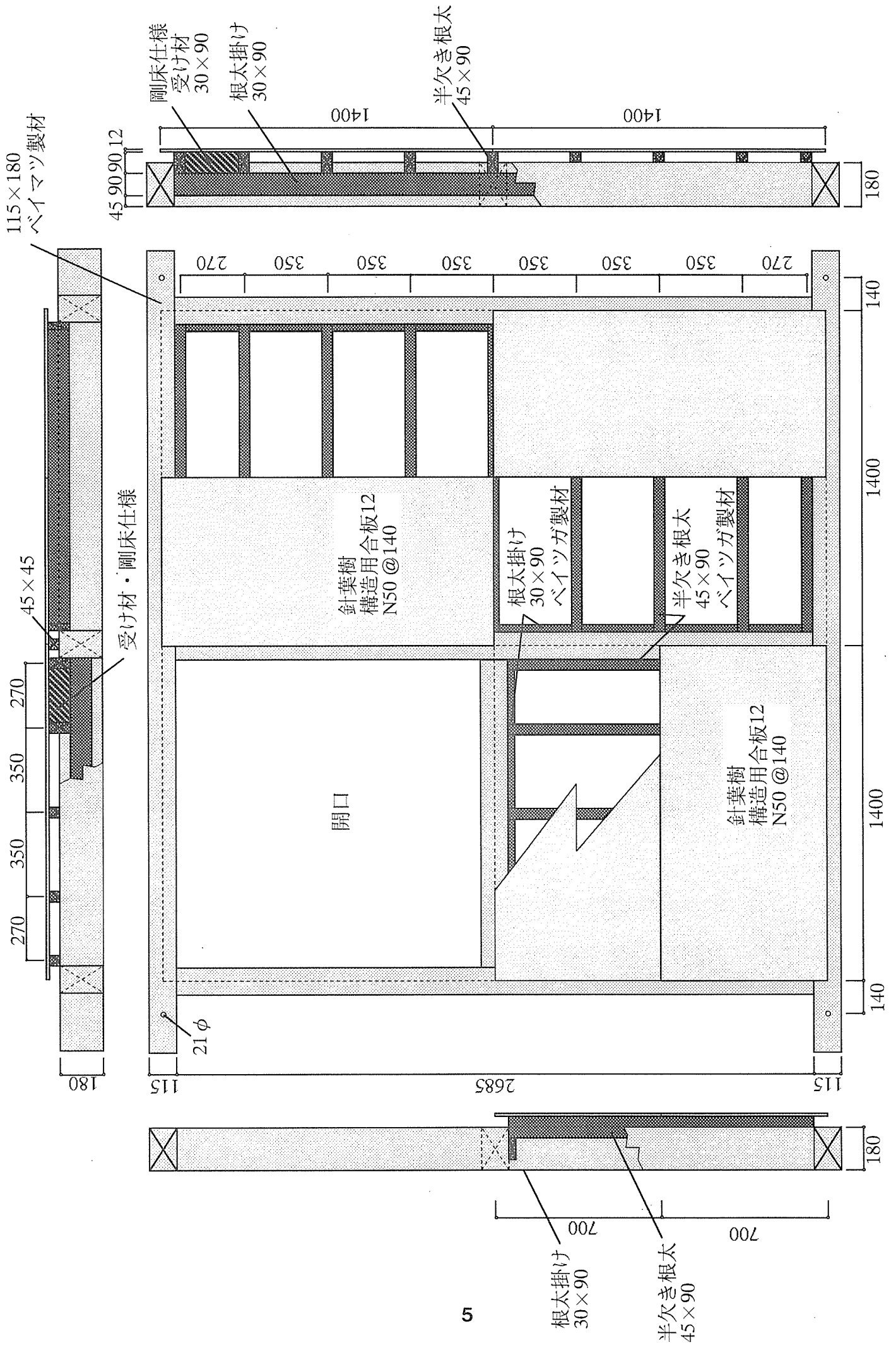


図 2. 2 : 開口部付きの半欠き根太掛けの床組 剛床仕様では根太間に受け材を釘留め (mm)

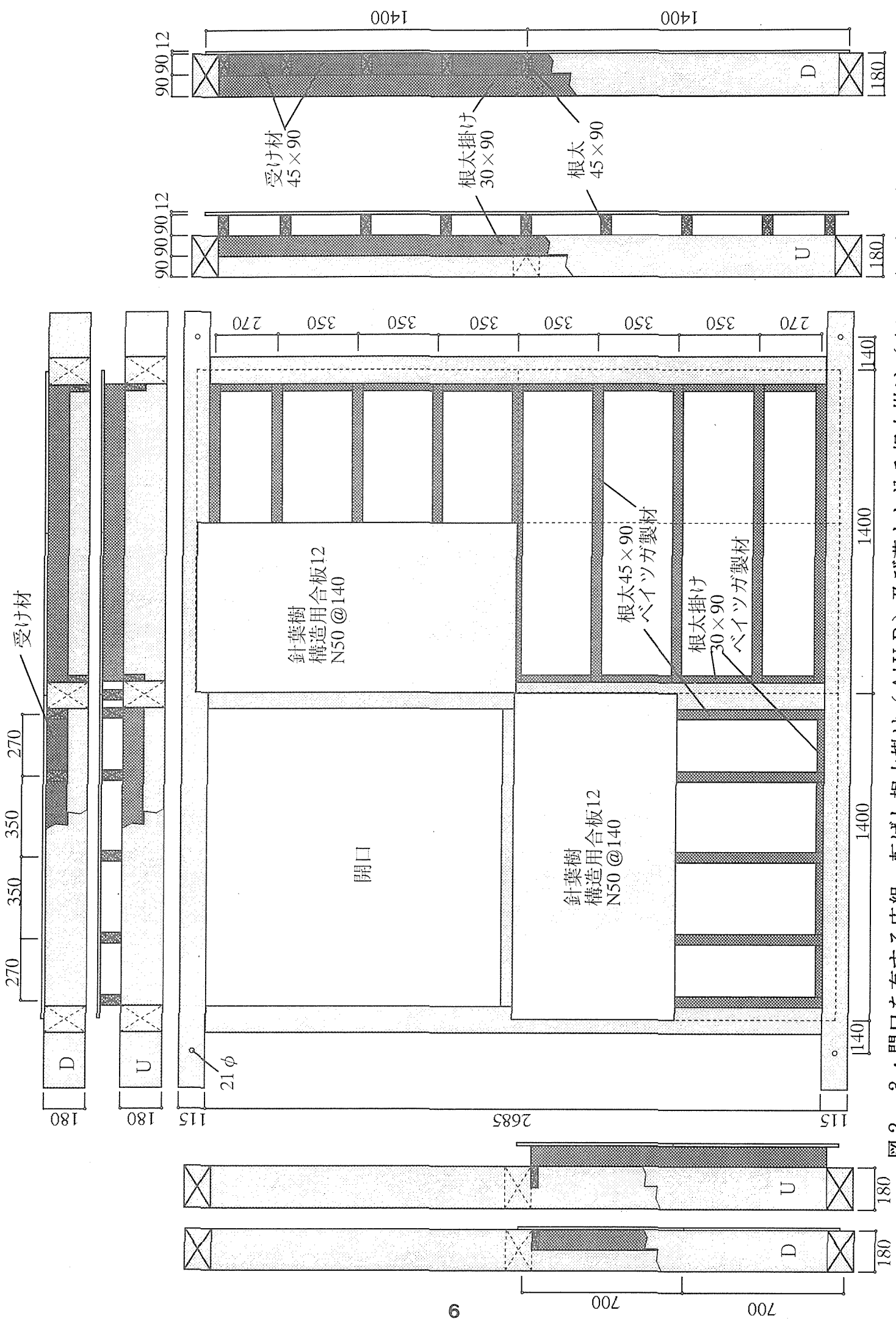


図2. 3 : 開口を有する床組 転ばし根太掛け (A'UP) 及び落とし込み根太掛け (A'DP) (mm)

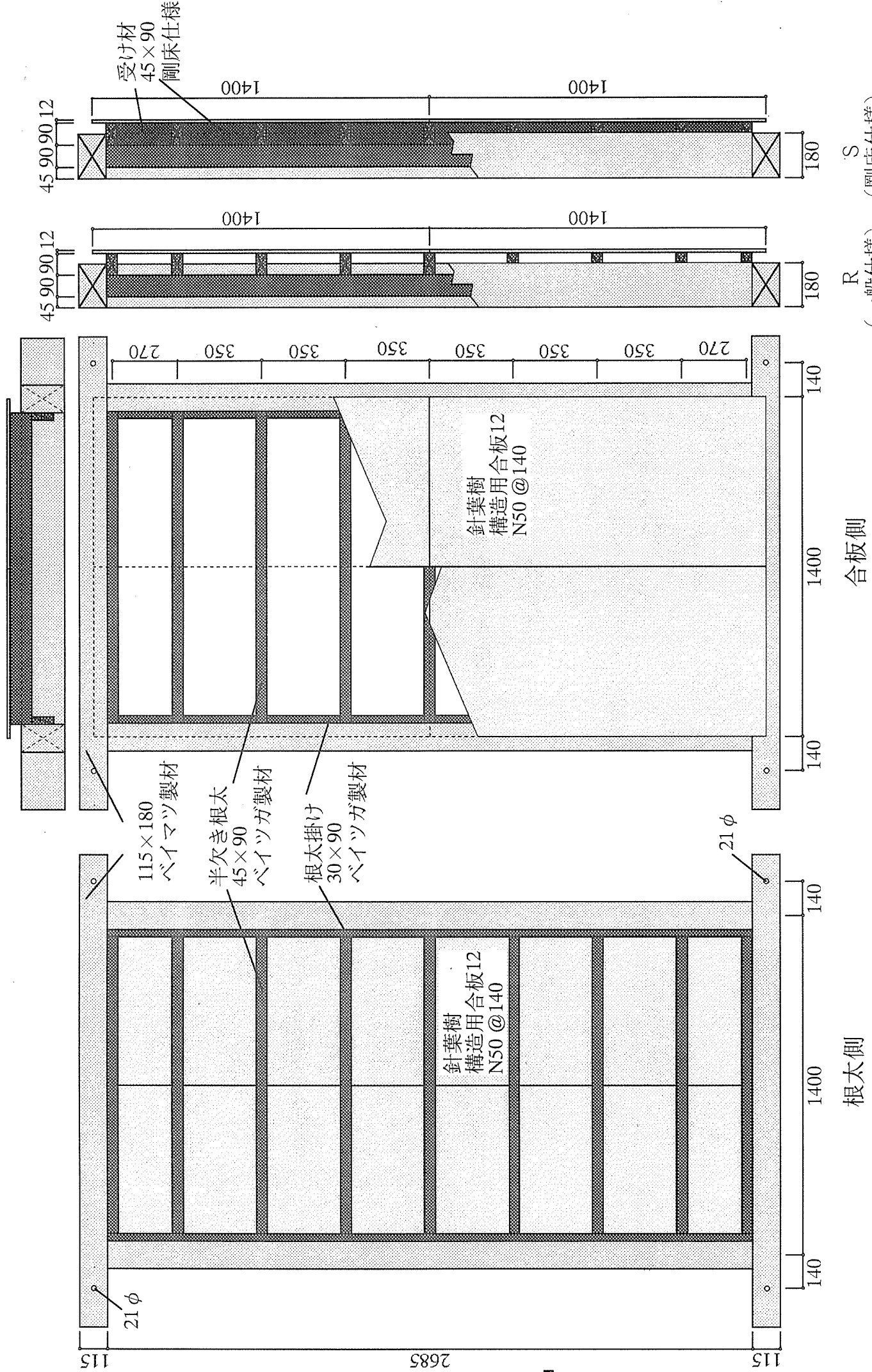


図2. 4 : 1 / 2 モデル半欠き根太掛け床組 (BHP) 剛床仕様では受け材を入れる・根太掛けは加力方向に平行 (mm)

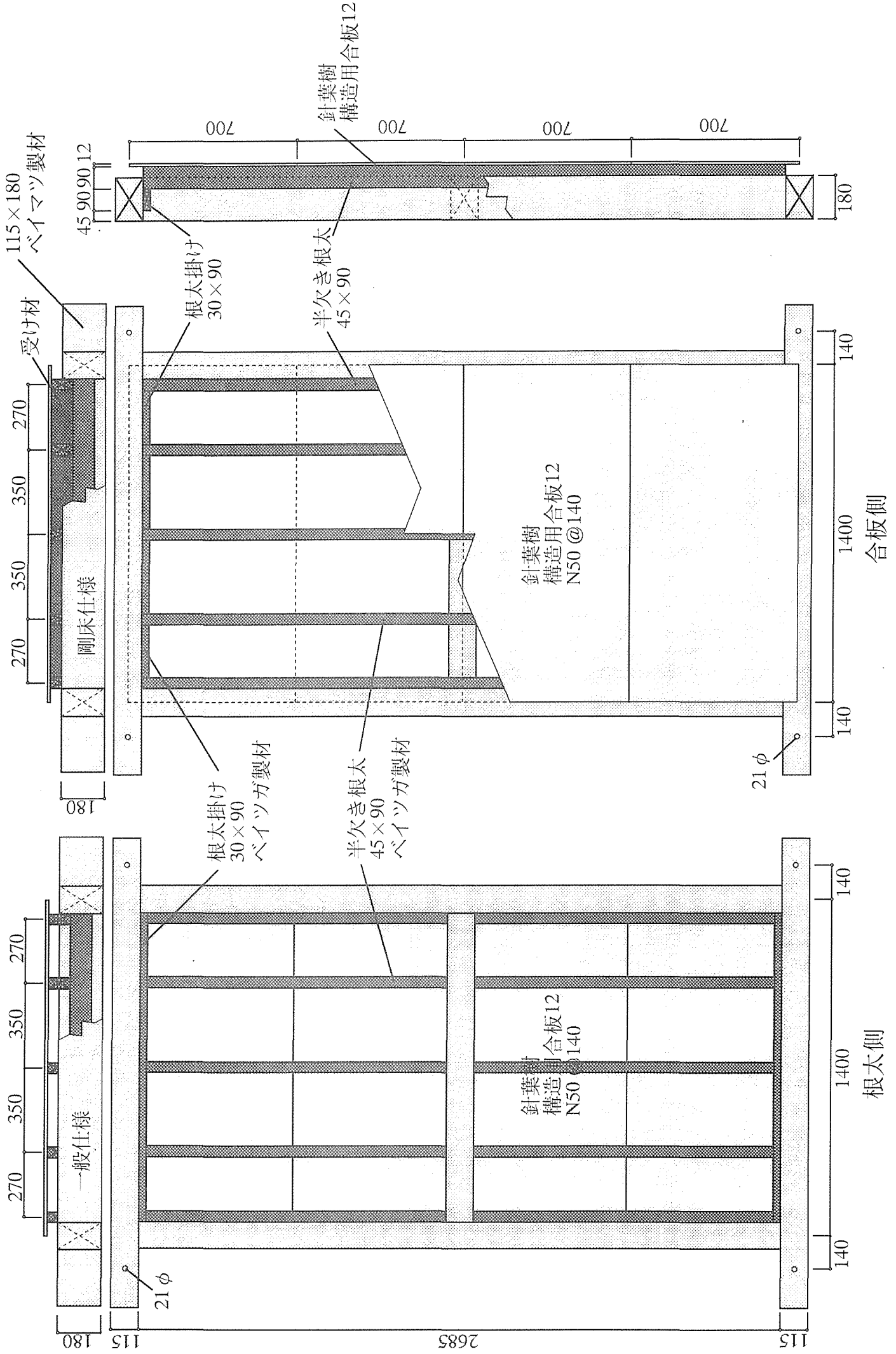


図2. 5 : 1/2モデル半欠き根太掛け床組 (CHP) 剛床仕様では受け材を入れる。根太掛けは加力方向に直交。(mm)

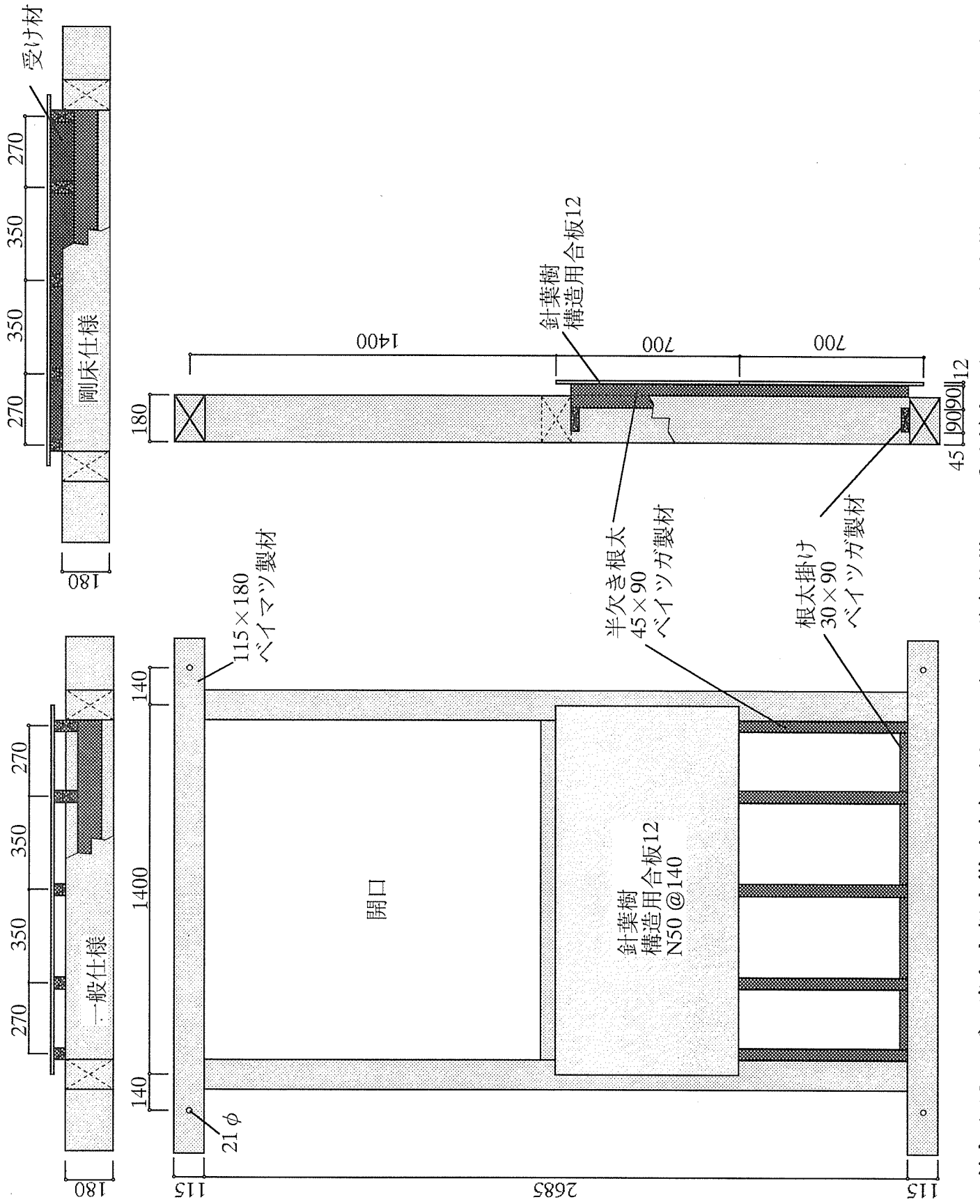


図2. 6 : 開口付き 1/2 モデル半欠き根太掛け床組 (C'HP) 剛床仕様では受け材を入れる。根太掛けは加力方向に直交。(mm)

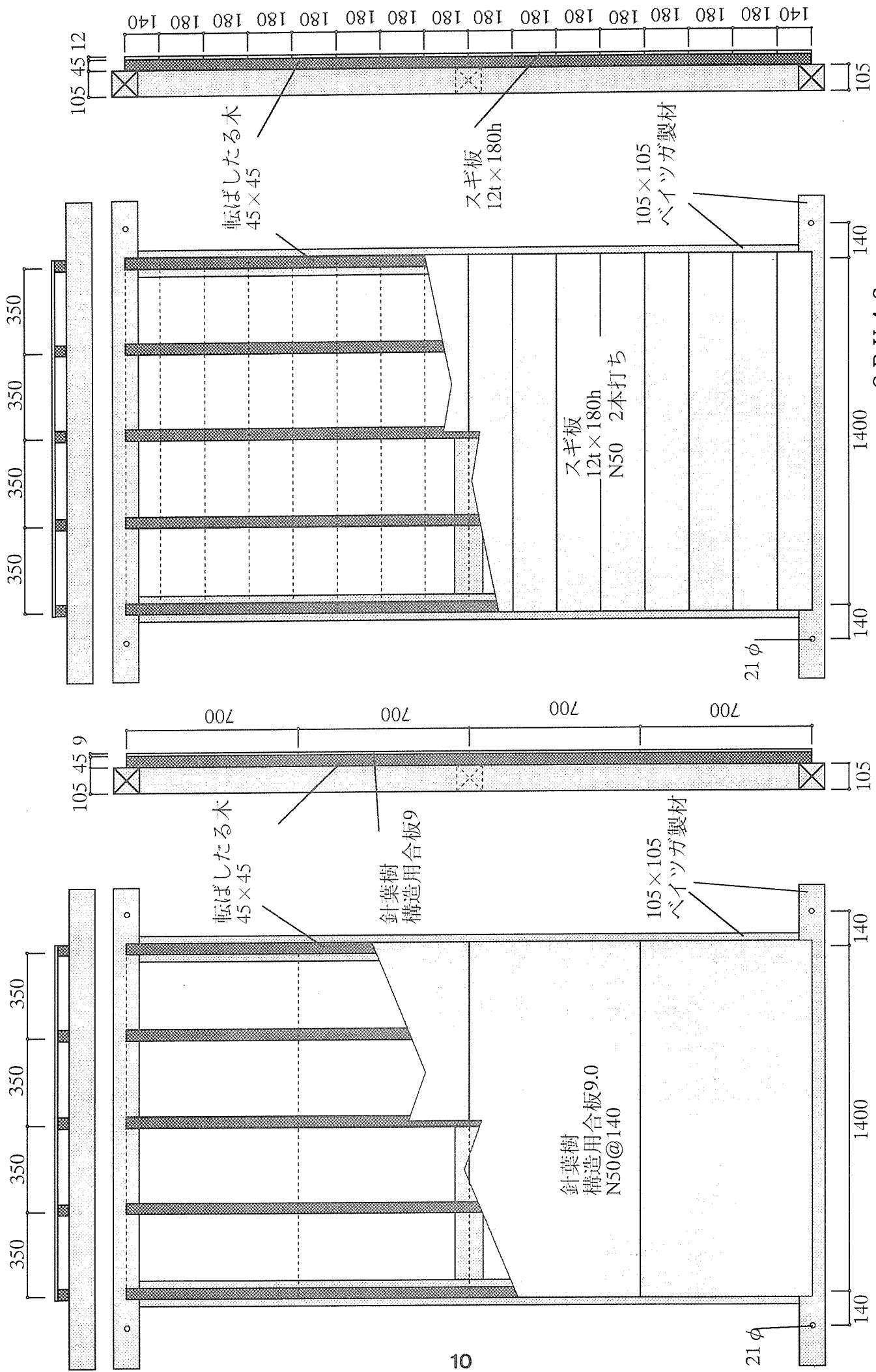
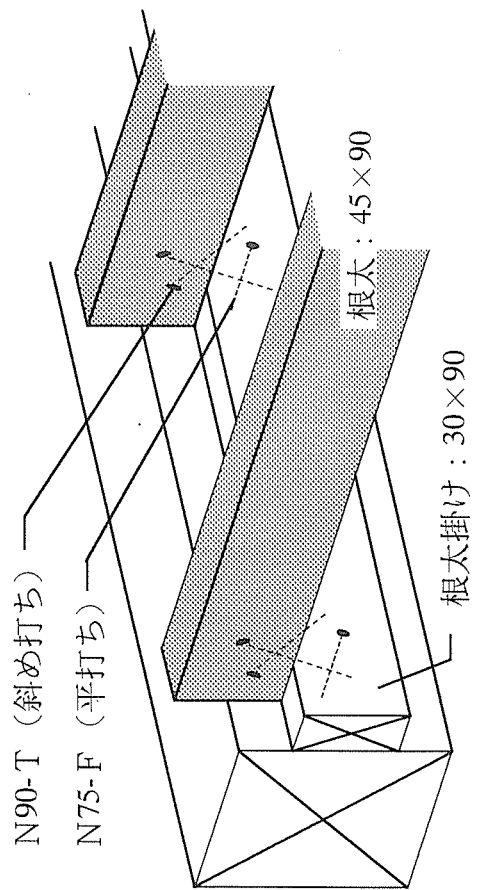
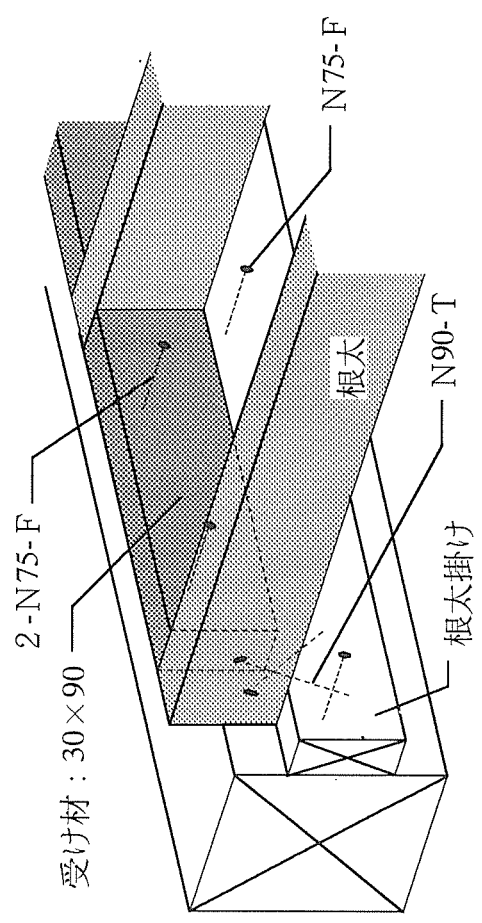


図 2. 7 : 転ばし垂る木 (45×45) 掛け小屋組の試験体図 (mm)



【半欠き根太（一般仕様）】

【転ばし根太】



【半欠き根太（剛床仕様）】

【落とし込み根太】

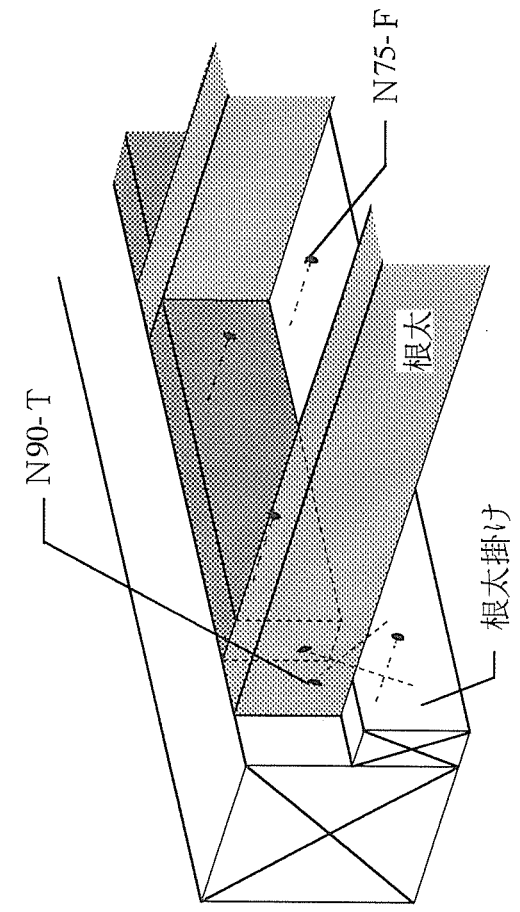
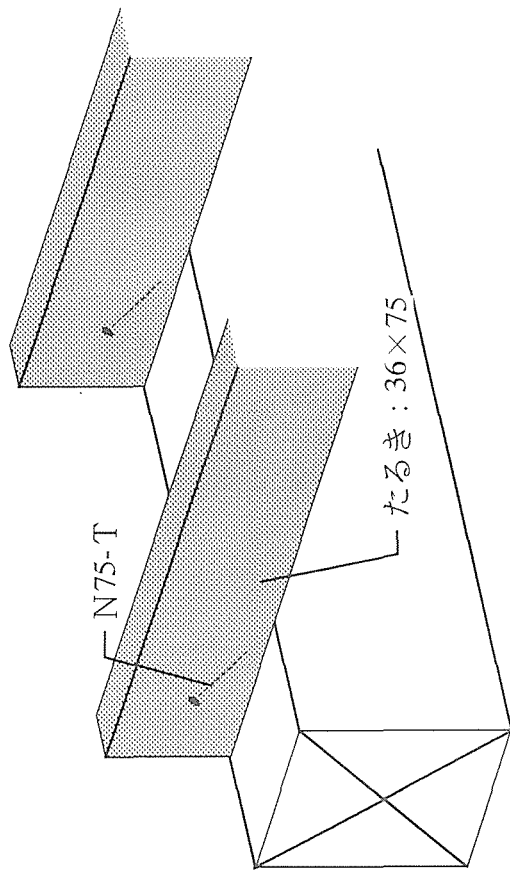
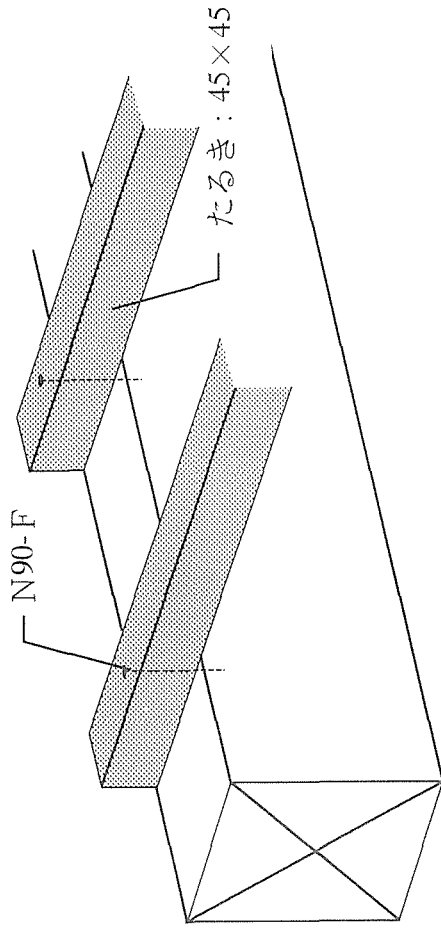


図2. 8 : 根太掛けの止めつけ方法 (mm)



垂る木：36×75のとき
2-N75を斜め打ち



垂る木：45×45のとき
1-N90を平打ち（脳天打ち）

【転ばし垂る木】

図2. 9：たるき掛けの止めつけ方法（mm）

3. 試験方法

面内せん断試験の加力詳細は、図3. 1に示す。

(1) 試験体のセット

せん断試験は、片持ち梁方式とし、試験体の下側の梁材の両端を治具によりピン支持（ $\phi 24\text{ mm}$ ）する。また、上側の梁材にもピン支点（ $\phi 24\text{ mm}$ ）を設け、上下のピン支点をターンバックル付きの鋼棒（ $\phi 12\text{ mm}$ ）で結び、試験時に上下の梁材が浮き上がらないようにそれ等を手締めで引き寄せた。また、下の梁材と直交する梁材の下には、梁のめり込みによる変形を防ぐため、支持用の鋼板（厚さ 30 mm ）を挿入した。

(2) 加力方法

荷重の加力は、 10 t の油圧ジャッキで正負の交番加力を行った。繰返しの履歴は、変形制御とし、 $1/480$ 、 $1/240$ 、 $1/120$ 、 $1/85$ 、 $1/60$ 、 $1/42.5$ 、 $1/30$ r a d. 時で正負各1回の履歴を行った。最大荷重は、正側の圧縮加力で行った。

(3) 計測

変位の計測計画は、図3. 2～図3. 6に変位計の設置位置を示す。

変形の計測は以下の箇所で行った。（ 2.8 m 角の場合）

- 1) 上下梁の相対変位 1カ所（巻き込み式 500 mm ）
- 2) 1.4 m 角の水平構面の変形 4カ所（ \pm ）（巻き込み式 500 mm ）
- 3) 直交梁の曲げ変形 6カ所（CDP25）
- 4) 直交梁のひずみ 6カ所（ペーパーゲージ 30 mm ） 開口付きのみ
- 5) 各梁材の接合部の相対変位 8カ所（CDP50）

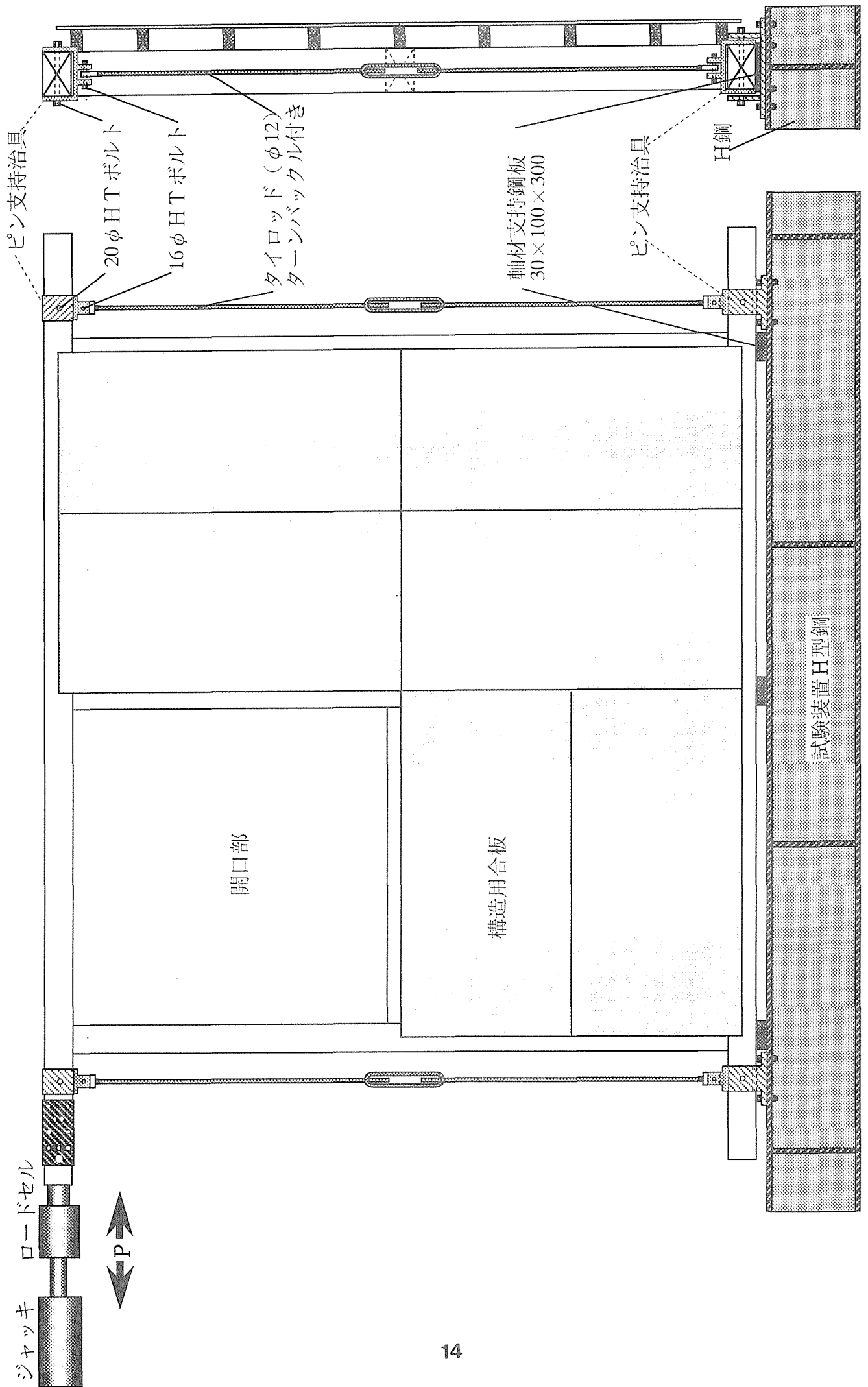


図 3. 1. 1 : 面内せん断試験加力方法図 (mm)

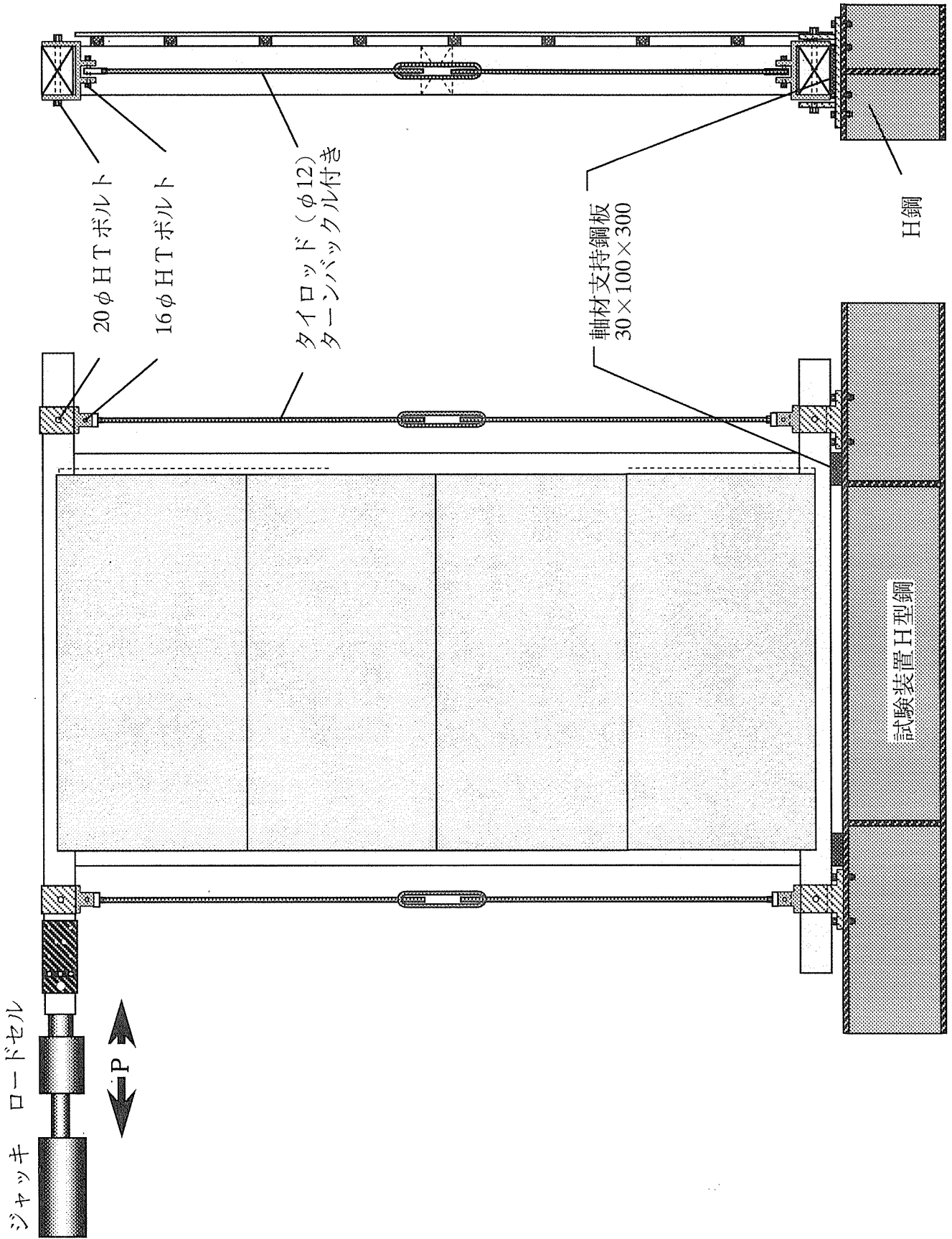
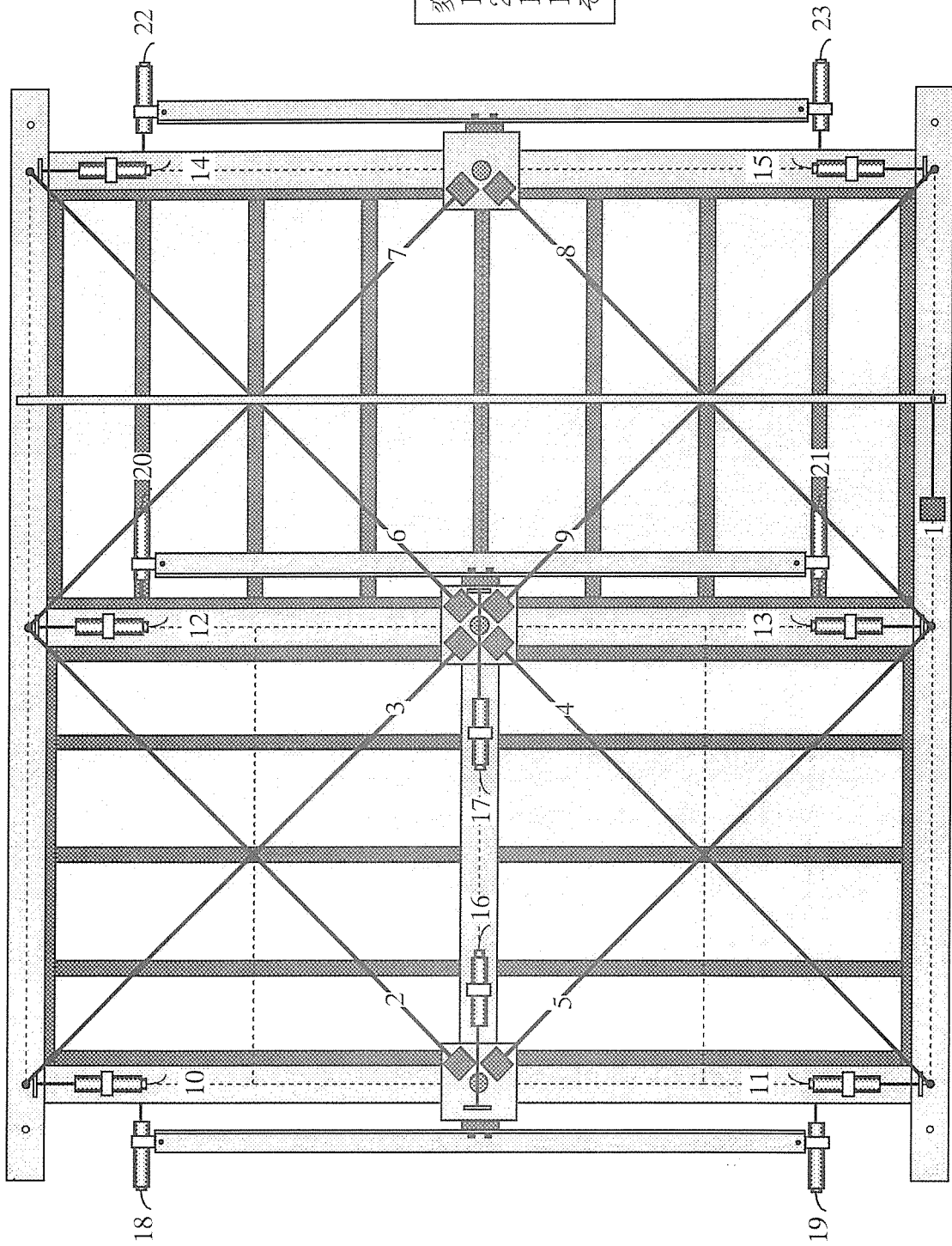
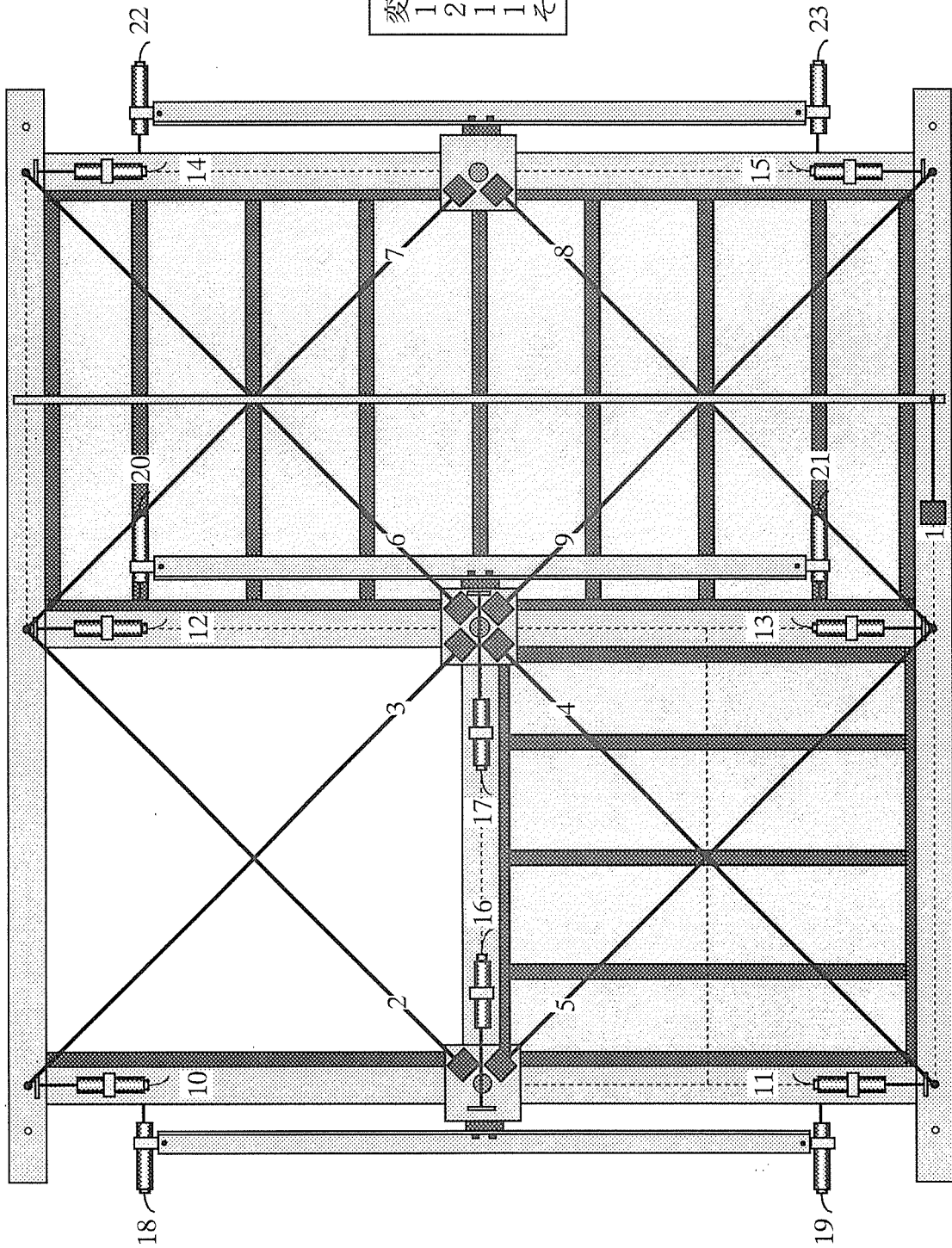


図 3. 1. 2 : 面内せん断試験加力方法図 1/2 モデル (mm)



変位計の計測計画
 1：上下材の相対変位
 2～8：水平構面の変形
 10～17：梁材接合部の相対変位
 18～23：梁材の軸方向変形
 その他：梁材のひずみ

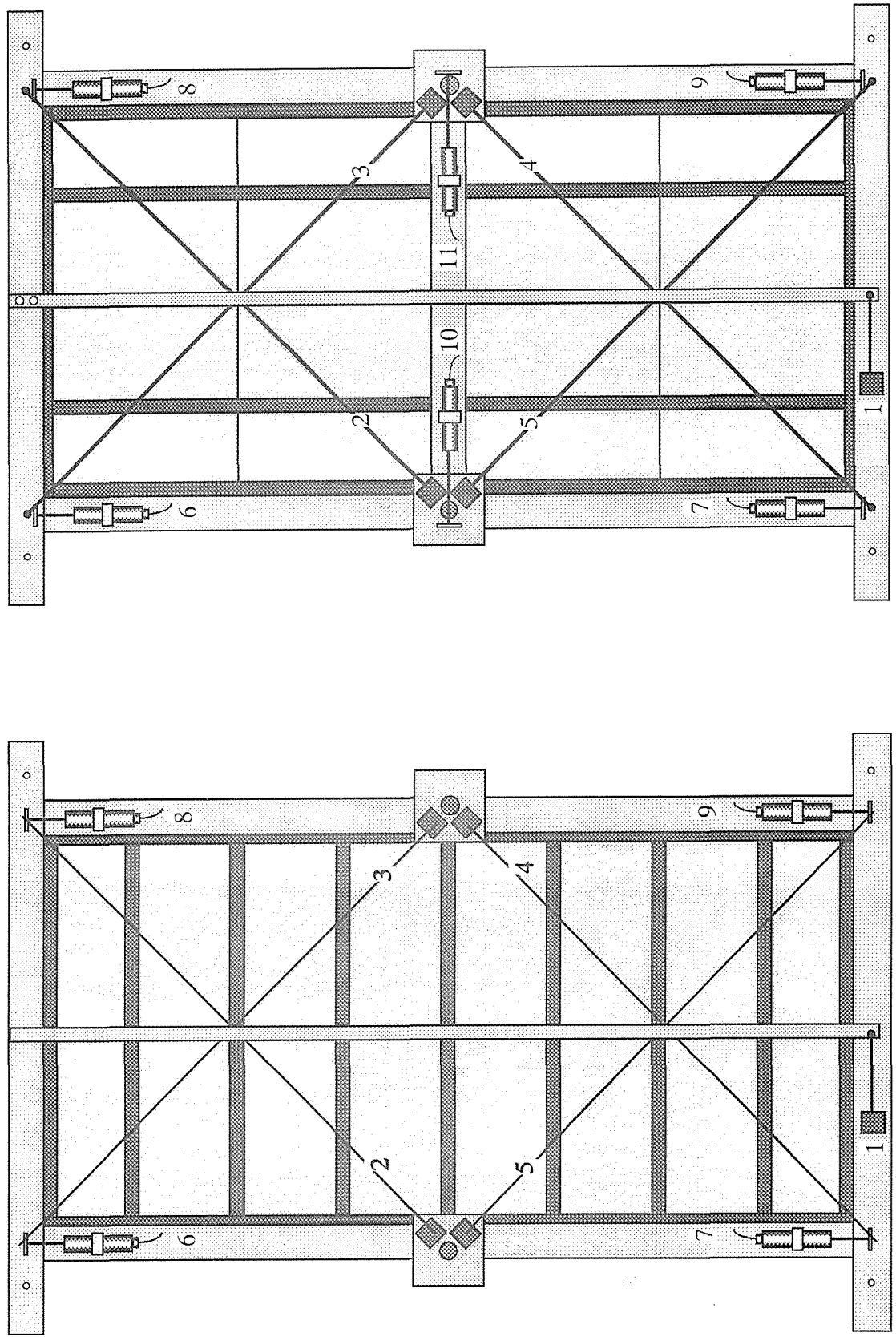
図 3. 2 : 2.8 m 角 A タイプの計測位置 (変位計取付)



変位計の計測計画
 1 : 上下材の相対変位
 2 ~ 8 : 水平構面の変形
 10 ~ 17 : 梁材接合部の相対変位
 18 ~ 23 : 梁材の軸方向変形
 その他 : 梁材のひずみ

図 3. 3 : 開口付き 2.8 m 角 A タイプの計測位置 (変位計取付)

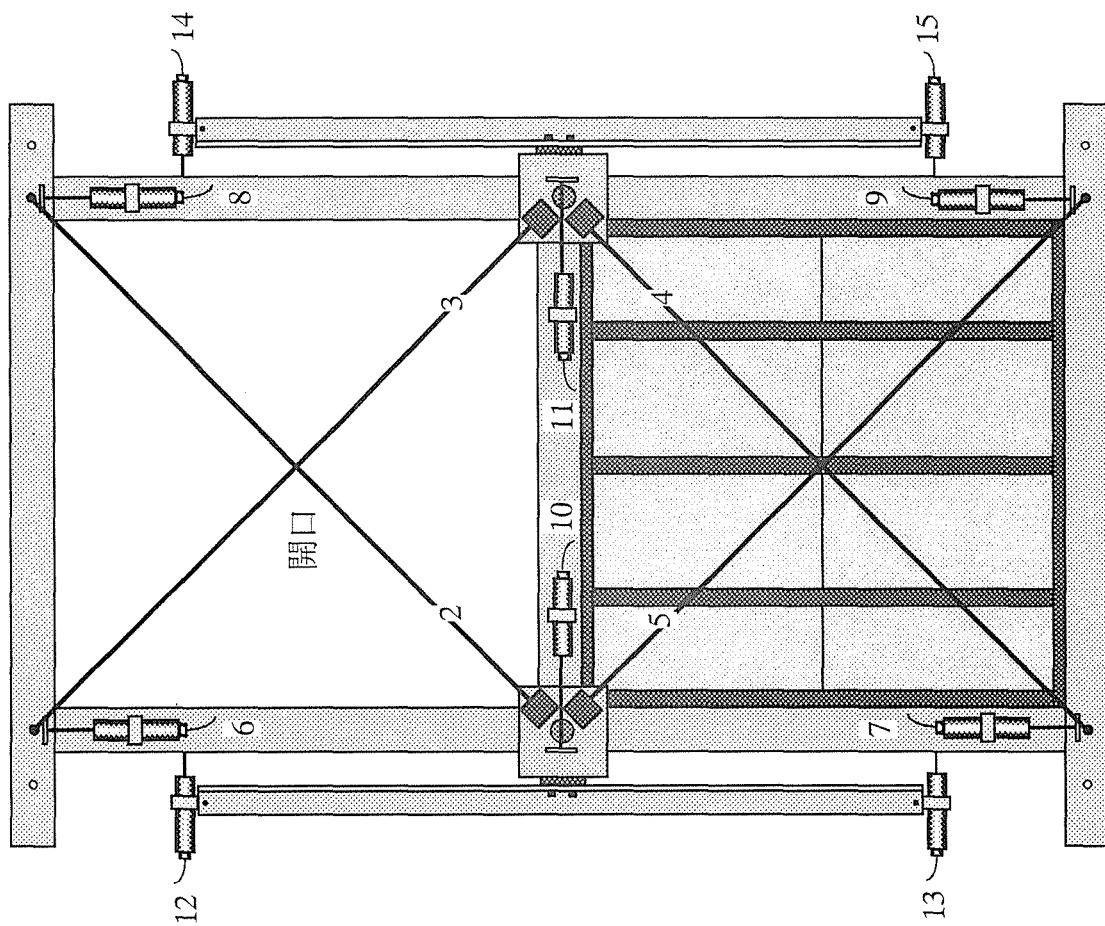
変位計の計測計画
 1 : 上下材の相対変位
 2 ~ 5 : 水平構面の変形
 6 ~ 9 : 梁材接合部の相対変位



根太が加力に平行

根太が加力に直交

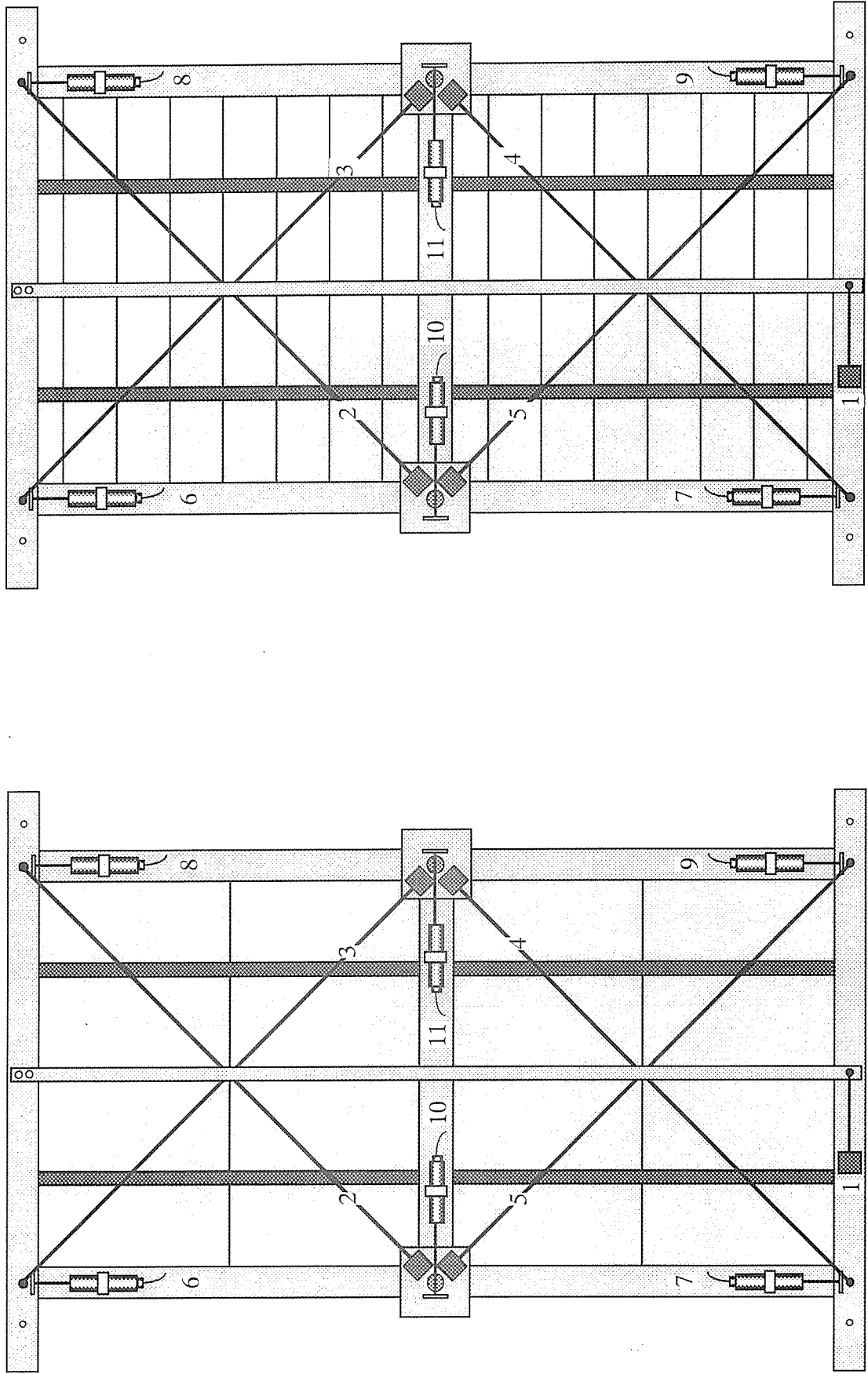
図3. 4 : 1/2 モデル 無開口の床組 (B、Cタイプ) の計測位置 (変位計取り付け位置) (mm)



変位計の計測計画
 1：上下材の相対変位
 2～5：水平構面の変形
 6～11：梁材接合部の相対変位
 12～15：梁材の軸方向変形
 その他：梁材のひずみ

図3. 5：1/2モデル 開口付きの床組（Cタイプ）の計測位置（変位計取り付け位置）（mm）

変位計の計測計画
 1 : 上下材の相対変位
 2 ~ 5 : 水平構面の変形
 6 ~ 9 : 梁材接合部の相対変位



合板張り

スギ板張り

図3. 6 : 1 / 2 モデル 小屋組の計測位置 (変位計取付位置) (mm)

4. 試験結果

(1) 上下梁の相対変位から算定した水平構面のせん断変形を図4. 1～図4. 15に示す。

(2) 各試験体の1.4 m角の対角線変位を図4. 16～図4. 30に示す。

(3) 各試験体の一定変形角時のせん断耐力を表4-1～表4-6に示す。

(4) 各試験体の破壊状況は表4-7に示す。破壊の主な状況はつぎのとおりである。

1) 半欠き根太一般型、転がし根太のように、根太材が不安定なものは、面材のズレに伴う回転によって、根太の転がりや転倒を生じ、変形が大きくなり、それに耐えられなくなると、根太の端部の2本のN90の留め付け部で割れ破壊を生じた。

2) 一方、半欠き根太剛床型や落とし込み根太は、根太を釘や受け材で拘束しているため、転倒や回転が生じにくく、根太自体の破壊は見られず、合板のズレ、変形が大きくなると合板端部の釘部で合板のパンチングが見られた。

3) 小屋組の垂る木では、スギ板張りは釘による拘束が小さいため、大変形が生じ、梁材接合部の腰掛け蟻に破壊が見られた。一方、合板張りでは、45 mm角垂る木では、垂る木端部のN90釘で割れが生じ、背の高い75 mm垂る木では、斜め打ち釘がうき、ため垂る木自体の浮き上がりが観察された。

表4-1 : 【Aタイプ、2.8×2.8m角、H=半欠き根太、P=構造用合板、R=一般床仕様、S=剛床仕様】

一定変形角時の面内せん断耐力結果 (試験体1体)

供試体記号	変形角 (γ) 一定時の荷重 (kgf)												最大荷重時	
	一定変形角 (rad.)												荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30				
AHPR(正)	403	561	877	1095	1319	1484	1621	1993	2251	2371	2388	1/19		
(負)	-400	-533	-816	-1012	-1191	-1344	-1446	-1778	-2015	-2137	----	----		
A v e .	402	547	846	1054	1255	1414	1534	1886	2133	2254	----	----		
AHPS(正)	630	790	1140	1358	1540	1714	1822	2378	2826	3065	3319	1/17		
(負)	-657	-812	-1117	-1328	-1481	-1644	-1773	-2240	-2563	-2787	----	----		
A v e .	644	801	1128	1343	1510	1679	1798	2309	2695	2926	----	----		

表4-2: 【A' タイプ、2.8×2.8 m角開口付き、H=半欠き根太、U=転ばし根太、D=落とし込み根太、P=構造用合板、R=一般床仕様、S=剛床仕様】

一定変形角時の面内せん断結果 (試験体1体)

供試体記号	変形角 (γ) 一定時の荷重 (kgf)															最大荷重時	
	一定変形角 (rad.)															荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30							
A' HPR(正)	323	437	679	837	974	1092	1150	1408	1523	1595	1615	1/20					
(負)	-324	-433	-645	-812	-927	-1085	-1134	-1369	-1524	-1578	----	----					
A v e .	324	435	662	824	950	1088	1142	1388	1524	1587	----	----					
A' HPS(正)	526	654	895	1079	1234	1348	1433	1756	2011	2178	2294	1/19					
(負)	-459	-581	-803	-962	-1091	-1216	-1306	-1640	-1867	-2000	----	----					
A v e .	492	617	849	1020	1162	1282	1370	1698	1939	2089	----	----					
A' UP(正)	203	287	483	636	768	875	965	1235	1425	1490	1548	1/20					
(負)	-200	-307	-513	-657	-787	-904	-960	-1233	-1395	-1511	----	----					
A v e .	202	297	498	647	778	890	963	1234	1410	1501	----	----					
A' DP(正)	477	633	910	1096	1266	1412	1526	1906	2177	2314	2421	1/14					
(負)	-502	-617	-846	-1040	-1200	-1346	-1464	-1860	-2107	-2216	----	----					
A v e .	490	625	878	1068	1233	1379	1495	1883	2142	2265	----	----					

表4-3：【Bタイプ、1/2モデル2.8×1.4m、根太掛けは加力に平行方向、H=半欠き根太、U=転ばし根太、D=落とし込み根太、P=構造用合板、R=一般床仕様、S=剛床仕様】
 一定変形時の面内せん断耐力結果（試験体1体）

供試体記号	変形角（ γ ）一定時の荷重（kgf）														最大荷重時	
	一定変形角（rad.）														荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30						
BHPR(正)	157	227	352	439	512	571	624	793	929	983	990	1/23				
(負)	-149	-206	-338	-447	-529	-600	-652	-827	-946	-985	-----	-----				
A v e.	153	217	345	443	521	586	638	810	938	984						
BHPS(正)	295	376	526	647	741	821	898	1103	1264	1350	1390	1/21				
(負)	-282	-360	-519	-636	-739	-813	-870	-1083	-1231	-----	-----	-----				
A v e.	289	368	523	642	740	817	884	1093	1248	-----	-----	-----				
BUP(正)																
(負)																
A v e.																
BDP(正)																
(負)																
A v e.																

表4-4：【Cタイプ、1/2モデル2.8×1.4m、根太掛けは加力に直交方向、H=半欠き根太、P=構造用合板、R=一般床仕様、S=剛床仕様】

一定変形時の面内せん断耐力結果（試験体1体）

供試体記号	変形角（ γ ）一定時の荷重（kgf）												最大荷重時	
	一定変形角（rad.）												荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30				
CHPR(正)	225	321	493	584	640	691	728	838	957	1093	1294	1/16		
(負)	-243	-337	-544	-639	-713	-769	-805	-947	-1107	-1214	----	----		
A v e .	234	329	519	612	677	730	767	893	1032	1154	----	----		
CHPS(正)														
(負)														
A v e .														

表4-5 : 【C' タイプ、1/2モデル2.8×1.4 m開口付き、H=半欠き根太、U=転ばし根太、D=落とし込み根太、P=構造用合板、R=一般床仕様、S=剛床仕様】
一定変形時の面内せん断耐力結果 (試験体1体)

供試体記号	変形角 (γ1) 一定時の荷重 (kgf)													最大荷重時	
	一定変形角 (rad.)													荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30					
C' HPR(正)	68	97	167	218	257	290	308	416	504	558	641	1/12			
(負)	-69	-98	-163	-211	-249	-282	-308	-398	-482	-545	-----	-----			
Ave.	69	98	165	215	253	286	308	407	493	552	-----	-----			
C' HPS(正)	76	104	163	214	262	304	339	459	560	655	828	1/13			
(負)	-57	-86	-153	-208	-254	-298	-334	-456	-559	-646	-----	-----			
Ave.	67	95	158	211	258	301	337	458	560	651	-----	-----			
C' UP(正)															
(負)															
Ave.															
C' DP(正)															
(負)															
Ave.															

表 4-6 : 【小屋組 1/2 モデル 2.8 × 1.4 m 垂る木掛けは加力に直交方向 R=小屋組、転ばしたる木 (4=45 × 45mm、7=36 × 75mm)、S = スギ板、P = 構造用合板】

一定変形時の面内せん断耐力結果 (試験体 1 体)

供試体記号	変形角 (γ 1) 一定時の荷重 (kgf)														最大荷重時	
	一定変形角 (rad.)														荷重 (kgf)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60	1/40	1/30						
CRU4S(正)	56	76	114	138	158	172	185	230	266	297	418	1/13				
(負)	-71	-88	-119	-140	-158	-170	-184	-226	-259	----	----	----				
A v e .	64	82	117	139	158	171	185	228	263	----	----	----				
CRU4P(正)	126	175	259	305	337	366	381	434	523	596	610	1/23				
(負)	-156	-201	-266	-304	-325	-351	-364	-392	----	----	----	----				
A v e .	141	188	243	305	331	359	373	413	----	----	----	----				
CRU7S(正)	74	91	125	146	164	178	190	232	268	303	408	1/15				
(負)	-86	-104	-139	-162	-182	-198	-212	-253	-295	-327	----	----				
A v e .	80	98	132	154	173	188	201	243	282	315	----	----				
CRU7P(正)	139	200	313	376	423	455	477	545	587	631	633	1/30				
(負)	-140	-195	-287	-344	-382	-418	-441	-508	-553	-595	----	----				
A v e .	140	198	300	360	376	437	459	527	570	613	----	----				

表 4-7 試験体の破壊時の状況

試験体記号	サイズ・開口有無	主な破壊状況
AHPR	2.8m角 無開口	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。 合板のパンチングアウト。
AHPS	2.8m角 無開口	合板のズレ。合板のパンチングアウト。
A'HPR	2.8m角 開口付き	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。 合板のパンチングアウト。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
A'HPS	2.8m角 開口付き	合板のズレ。合板のパンチングアウト。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
A'UP	2.8m角 開口付き	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
A'DP	2.8m角 開口付き	合板のズレ。合板のパンチングアウト。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
BHPR	1/2モデル 無開口	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。 合板のパンチングアウト。
BHPS	1/2モデル 無開口	合板のズレ。合板のパンチングアウト。
BUP		
BDP		
CHPR	1/2モデル 無開口	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。
CHPS		
C'HPR	1/2モデル 開口付き	合板のズレ。根太の倒れ、根太端部の割れ破壊。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
C'HPS	1/2モデル 開口付き	合板のズレ。梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
C'UP		
C'DP		
CRU4S	スギ板	板のズレ。梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
CRU4P	合板	合板のズレ。垂る木の割れ破壊。
CRU7S	スギ板	板のズレ。梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。
CRU7P	合板	合板のズレ。垂る木の浮き上がり。 梁接合部の腰掛け蟻仕口の割れ破壊。

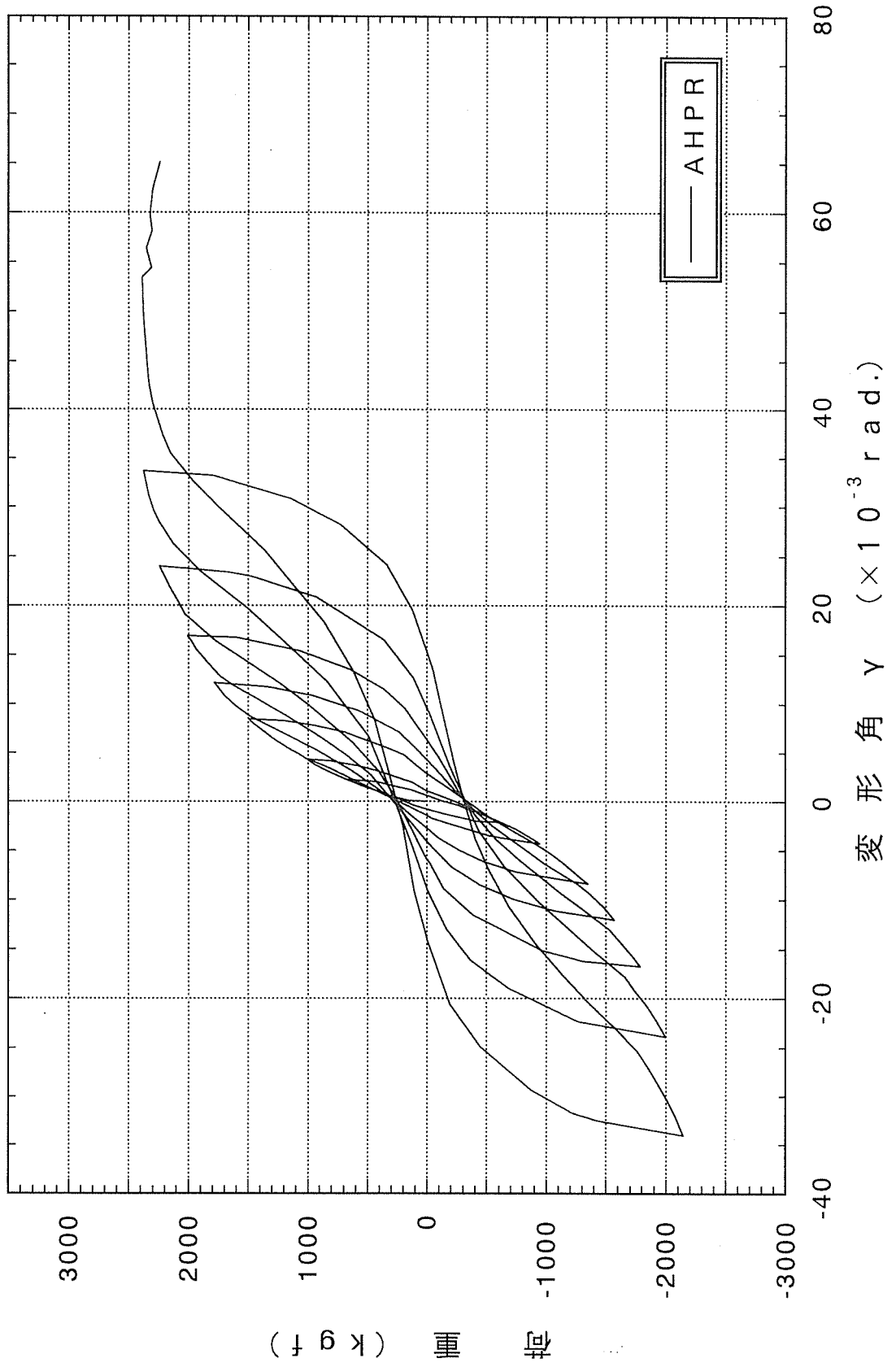


図4. 1 : AHPR (Aタイプ、2.8 m角、半欠き根太一般仕様、構造用合板12 mm)

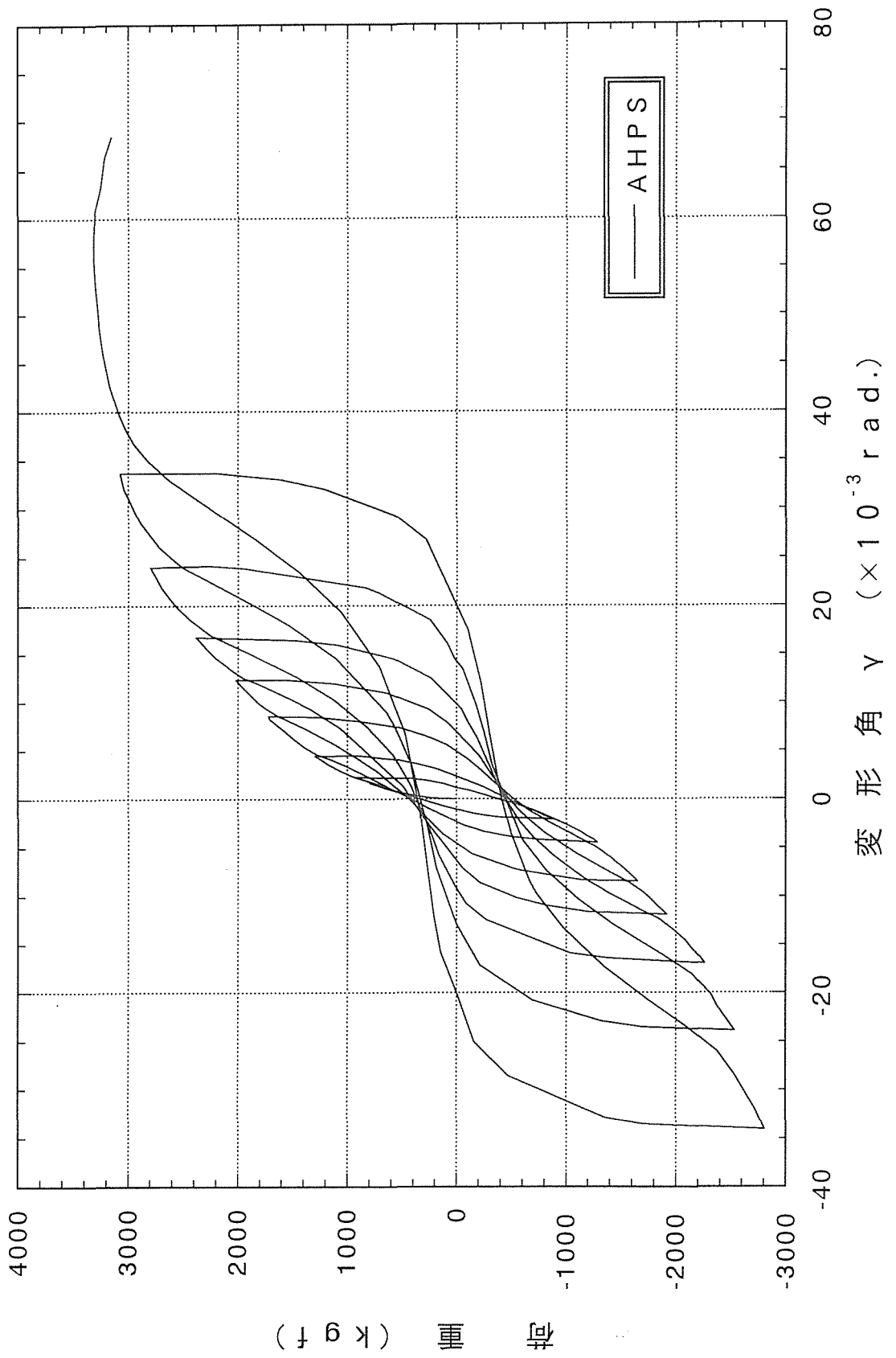


図4. 2 : AHP S (Aタイプ、2.8 m角、半欠き根太剛床仕様、構造用合板12 mm)

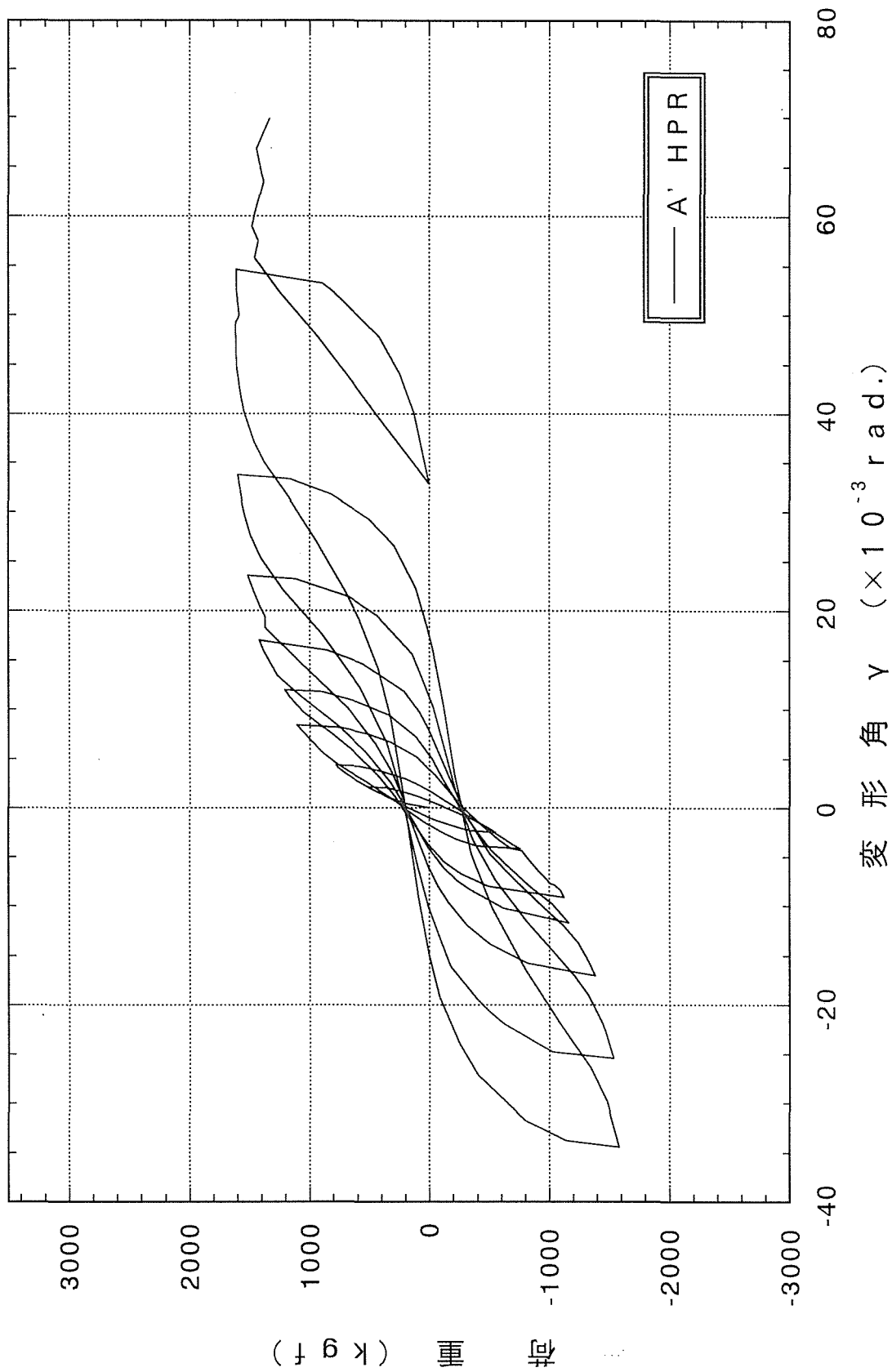


図4. 3 : A' HPR (Aタイプ、2.8m角開口付き、半欠き根太一般仕様、構造用合板12mm)

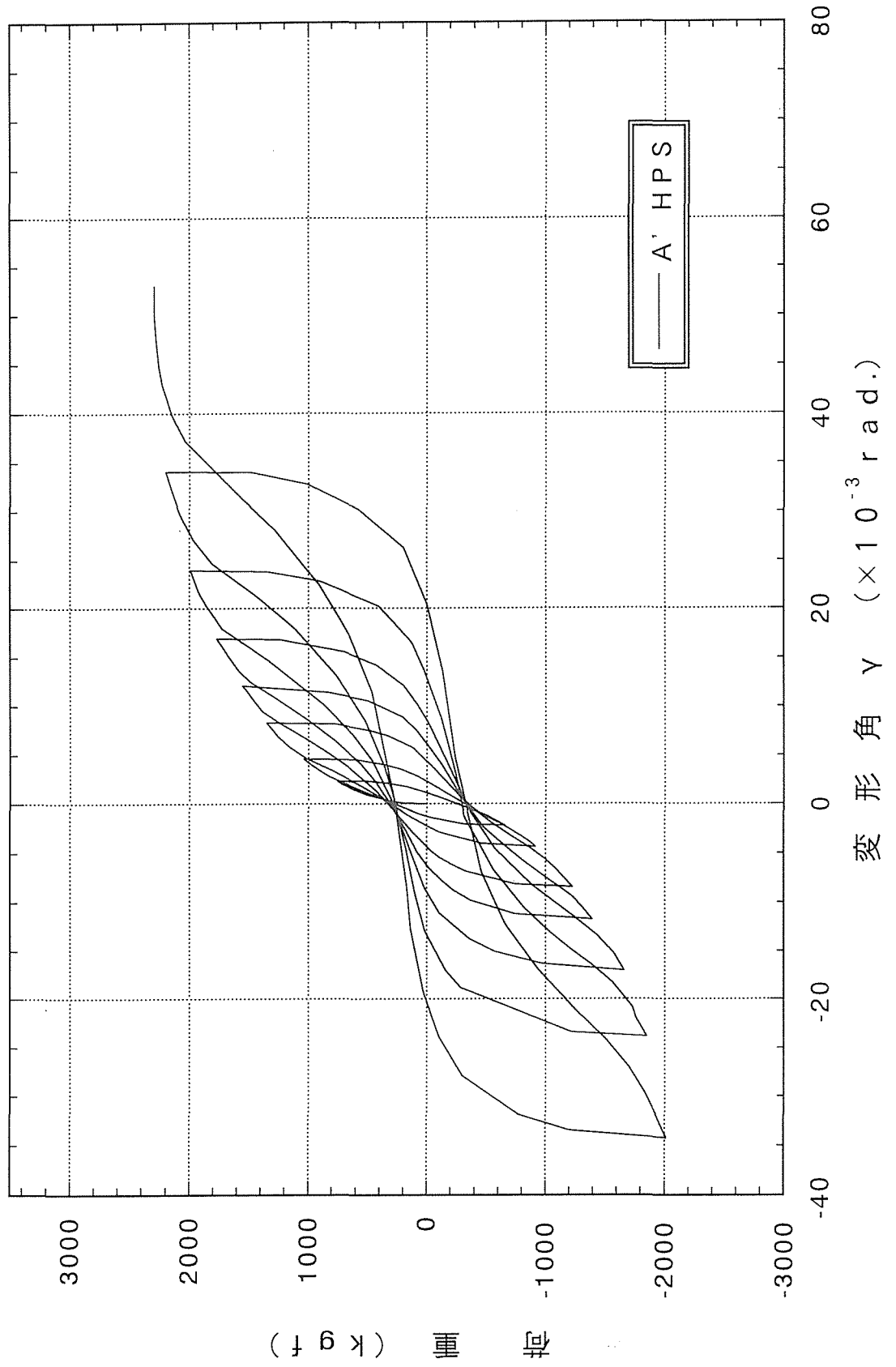


図4. 4 : A' HPS (Aタイプ、2.8 m角開口付き、半欠き根太剛床仕様、構造用合板12 mm)

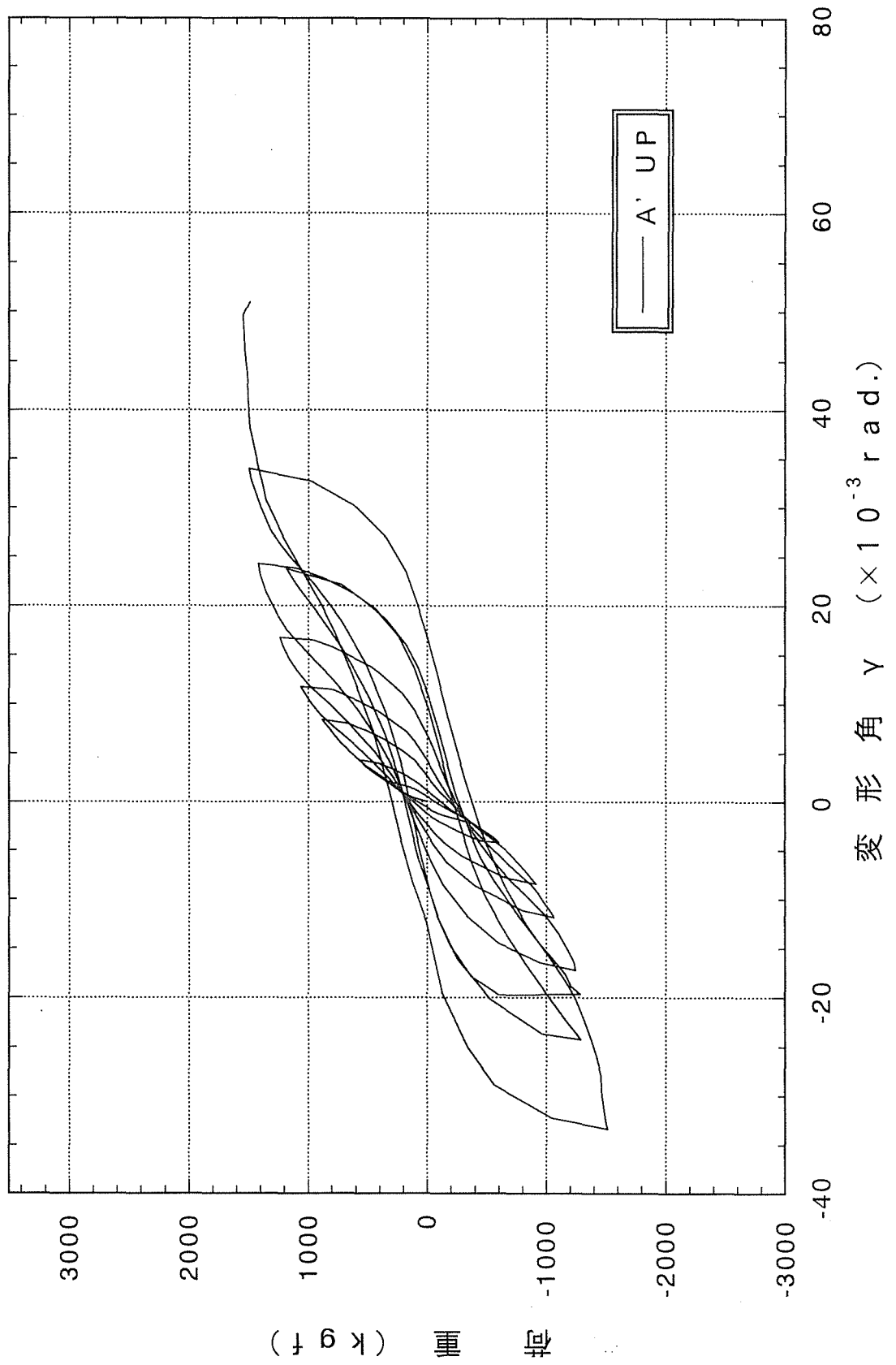


図4. 5 : A' UP (Aタイプ、2.8 m角開口付き、転ばし根太、構造用合板12 mm)

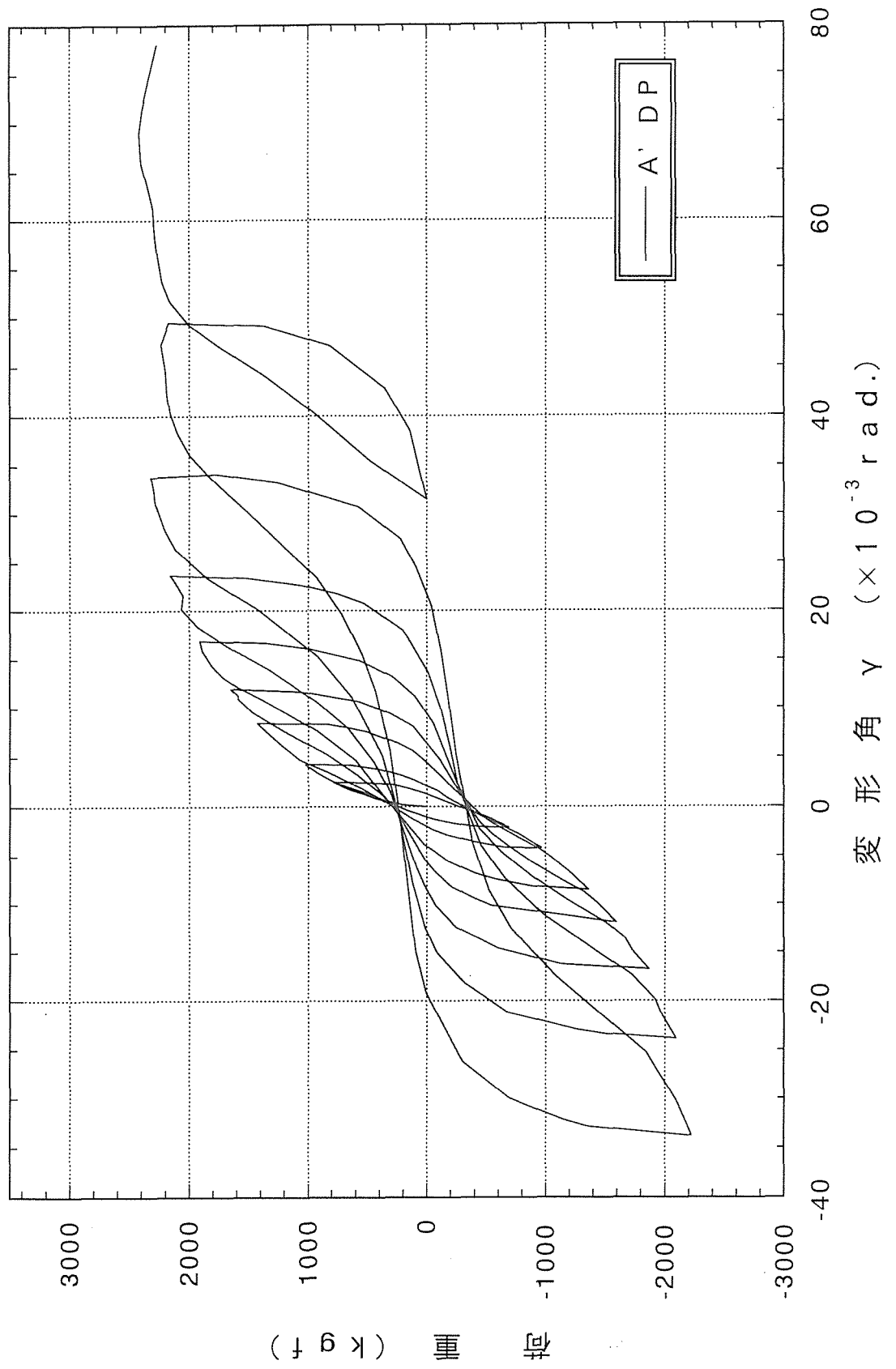


図4. 6 : A' DP (Aタイプ、2.8m角開口付き、落とし込み根太、構造用合板12mm)

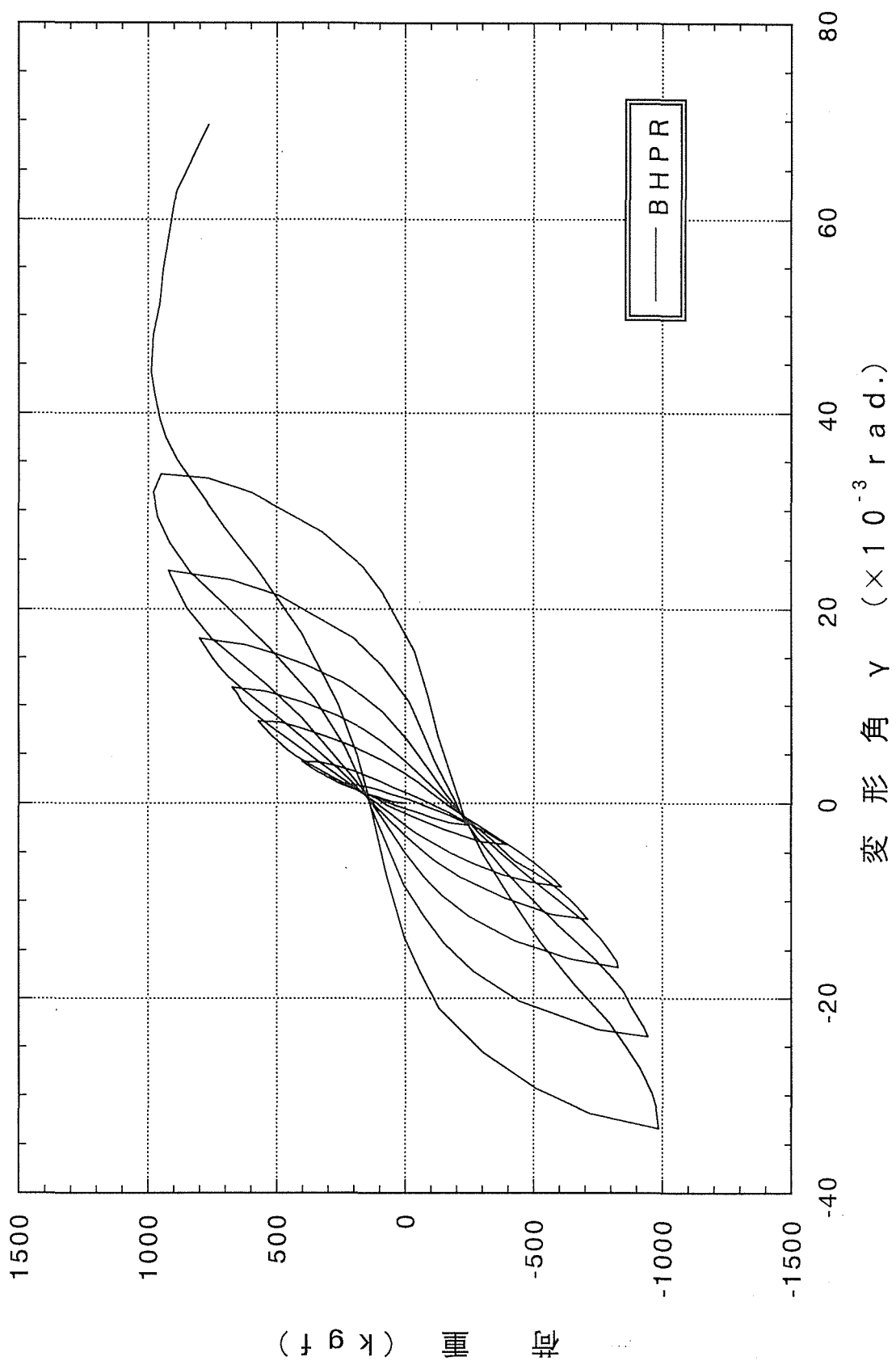


図4. 7 : BHPR (Bタイプ、1/2モデル2.8 × 1.4 m、半欠き根太一般仕様、加力に平行根太、構造用合板1 2 mm

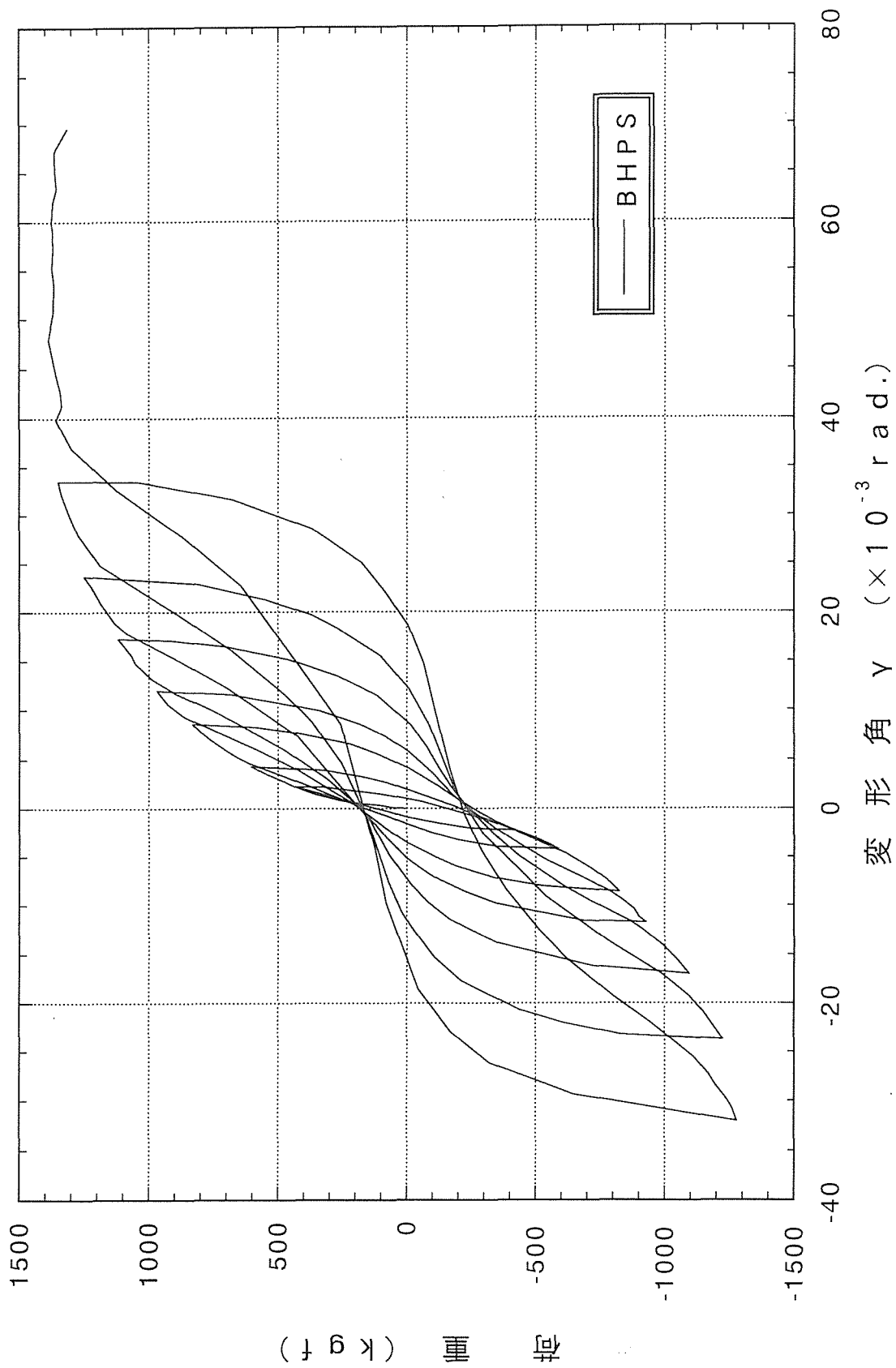


図4. 8 : BHP S (Bタイプ、1/2モデル2.8 × 1.4 m、半欠き根太剛床仕様、加力に平行根太、構造用合板12 mm

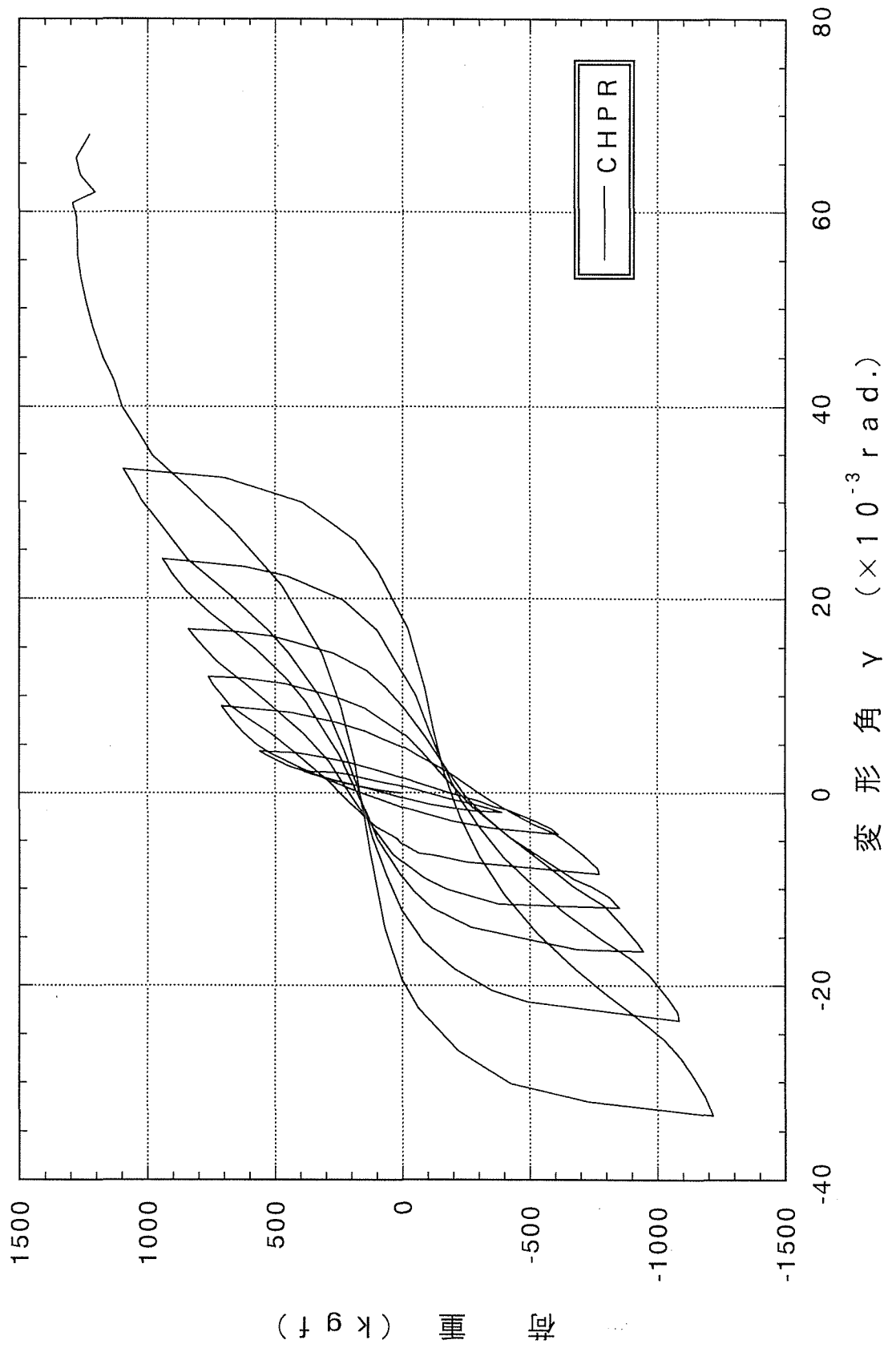


図4. 9 : CHPR (Cタイプ、1/2モデル 2.8×1.4 m、半欠き根太一般仕様、加力に直交根太、構造用合板 12 mm

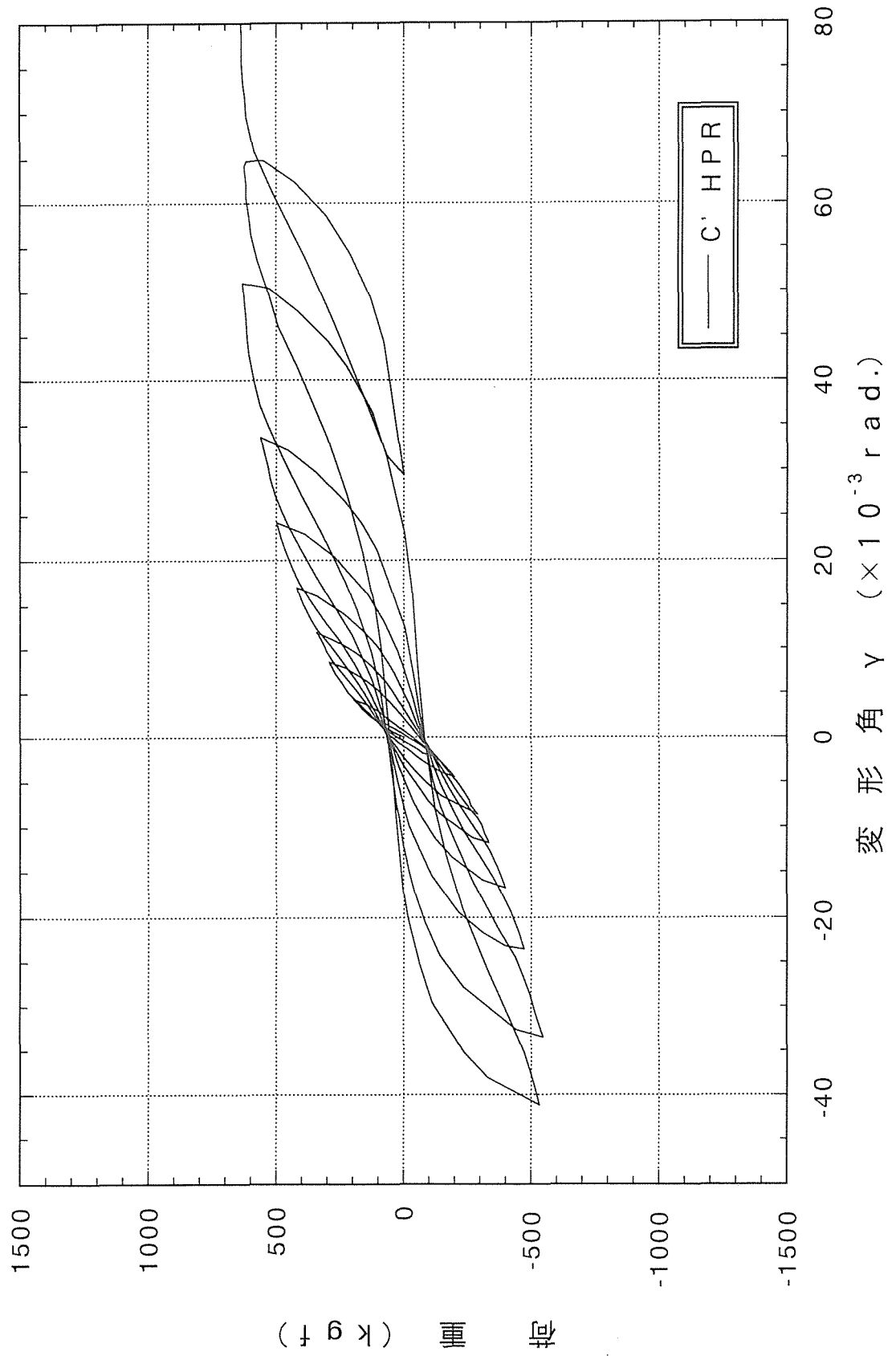


図4. 10 : C' HPR (Cタイプ、1/2モデル2.8 × 1.4 m開口付き、半欠き根太一般仕様、根太直交、構造用合板12)

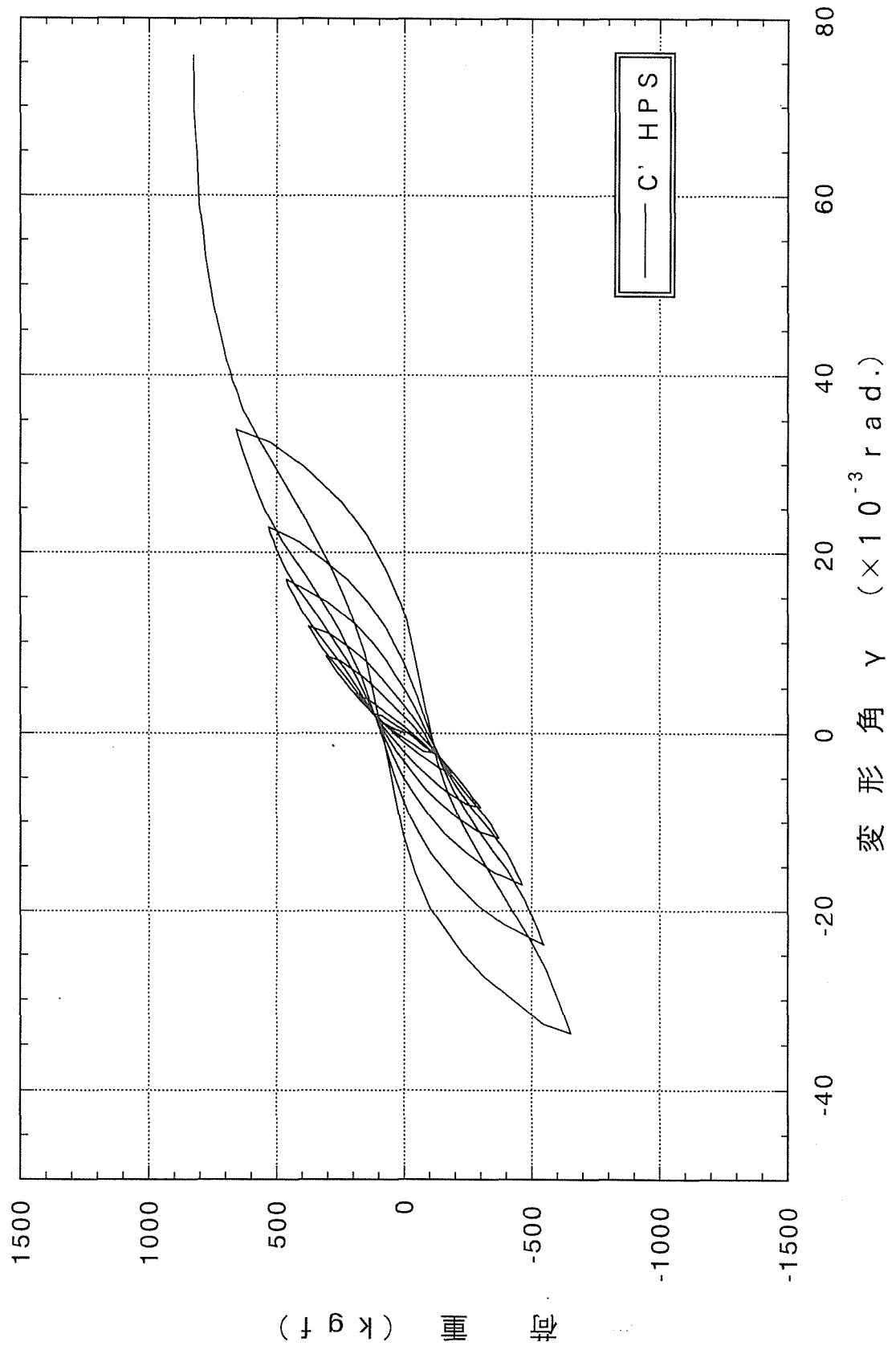


図4. 11 : C' HPS (Cタイプ、1/2モデル開口付き、半欠き根太剛床仕様、構造用合板12mm)

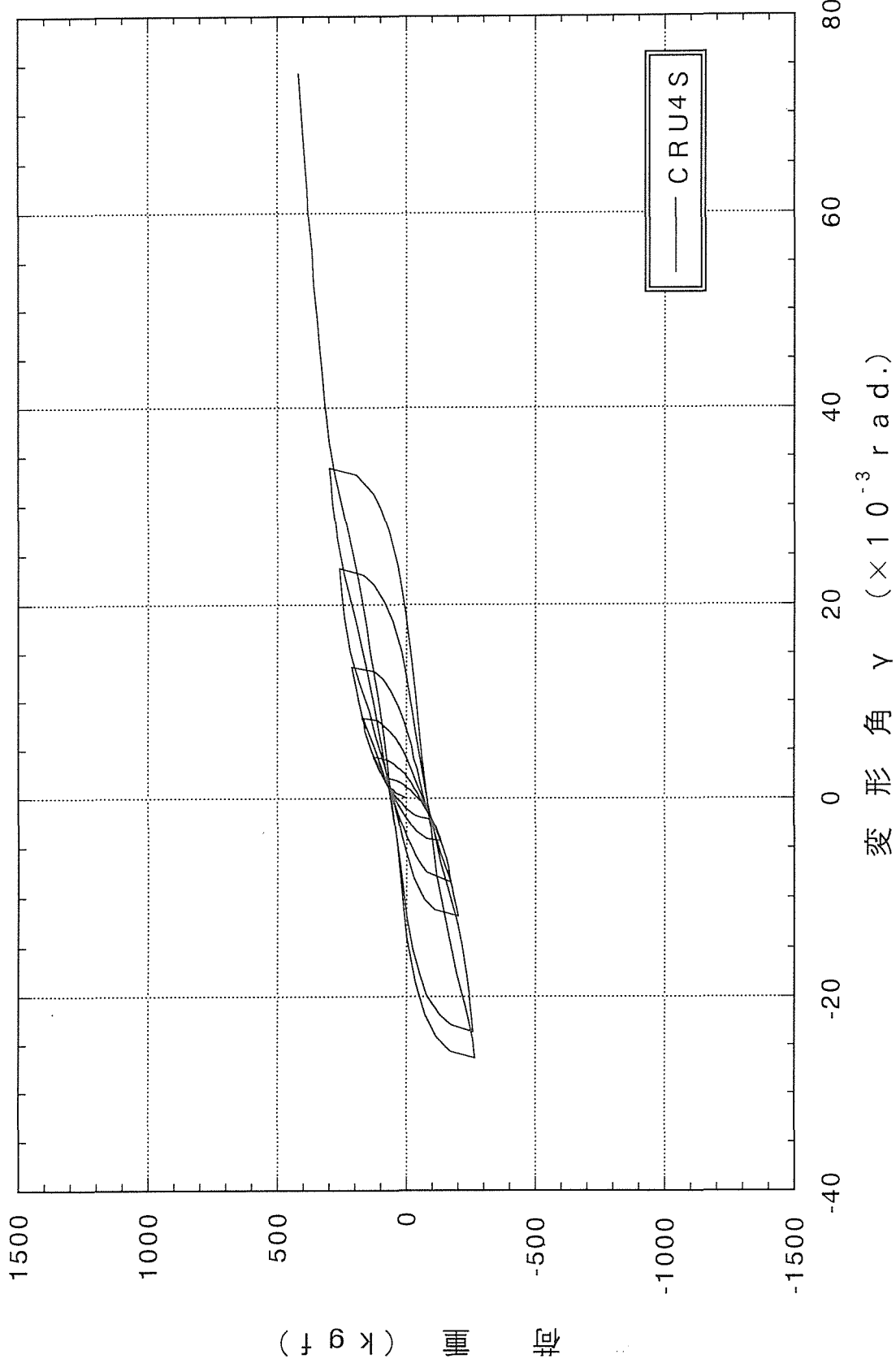


図4. 12: CRU4S (小屋組、1/2モデル、転ばしたる木45×45mm、スギ板12mm)

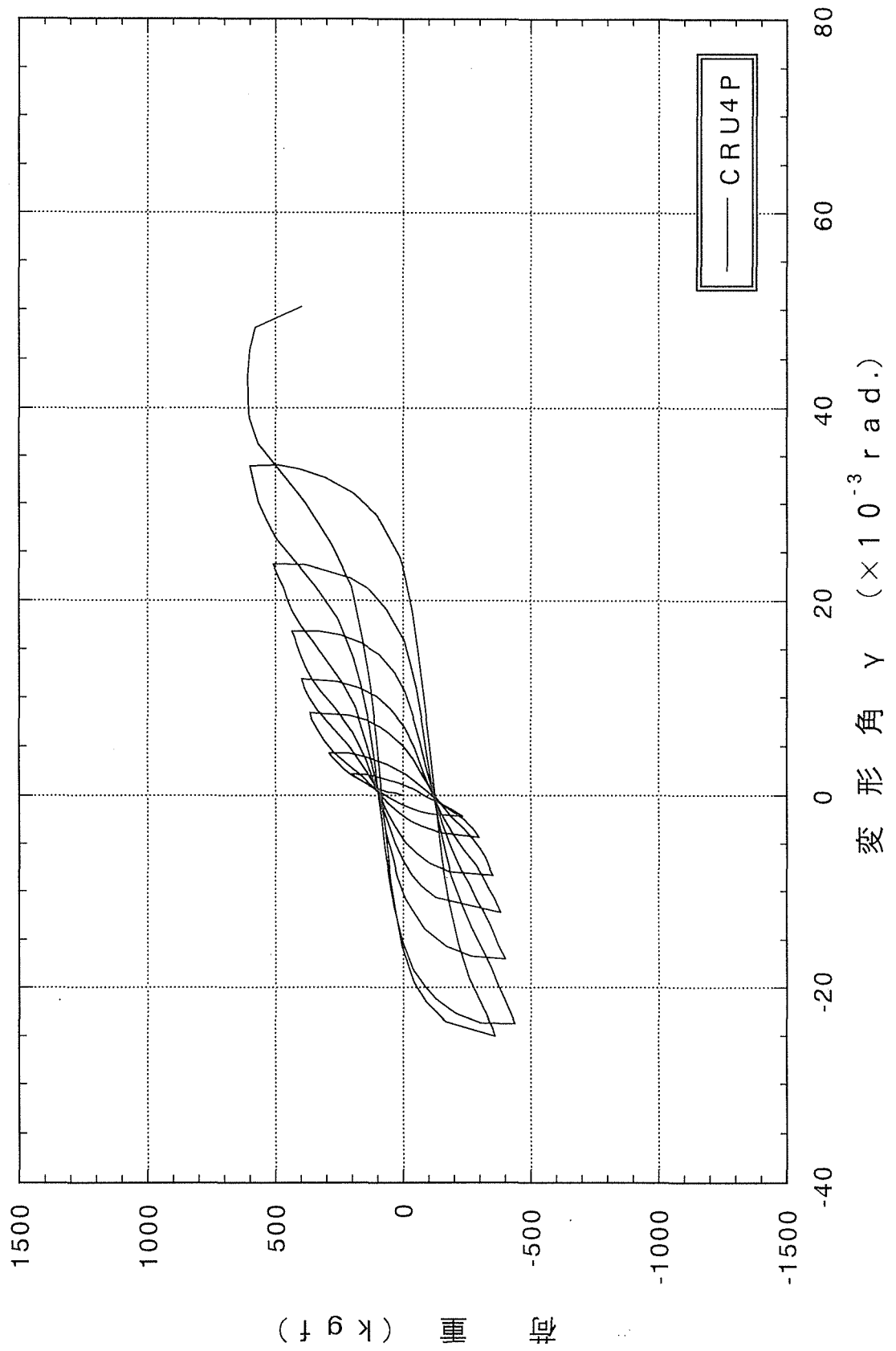


図4. 13; CRU4P (小屋組、1/2モデル、転ばしたる木45×45mm、構造用合板12mm)

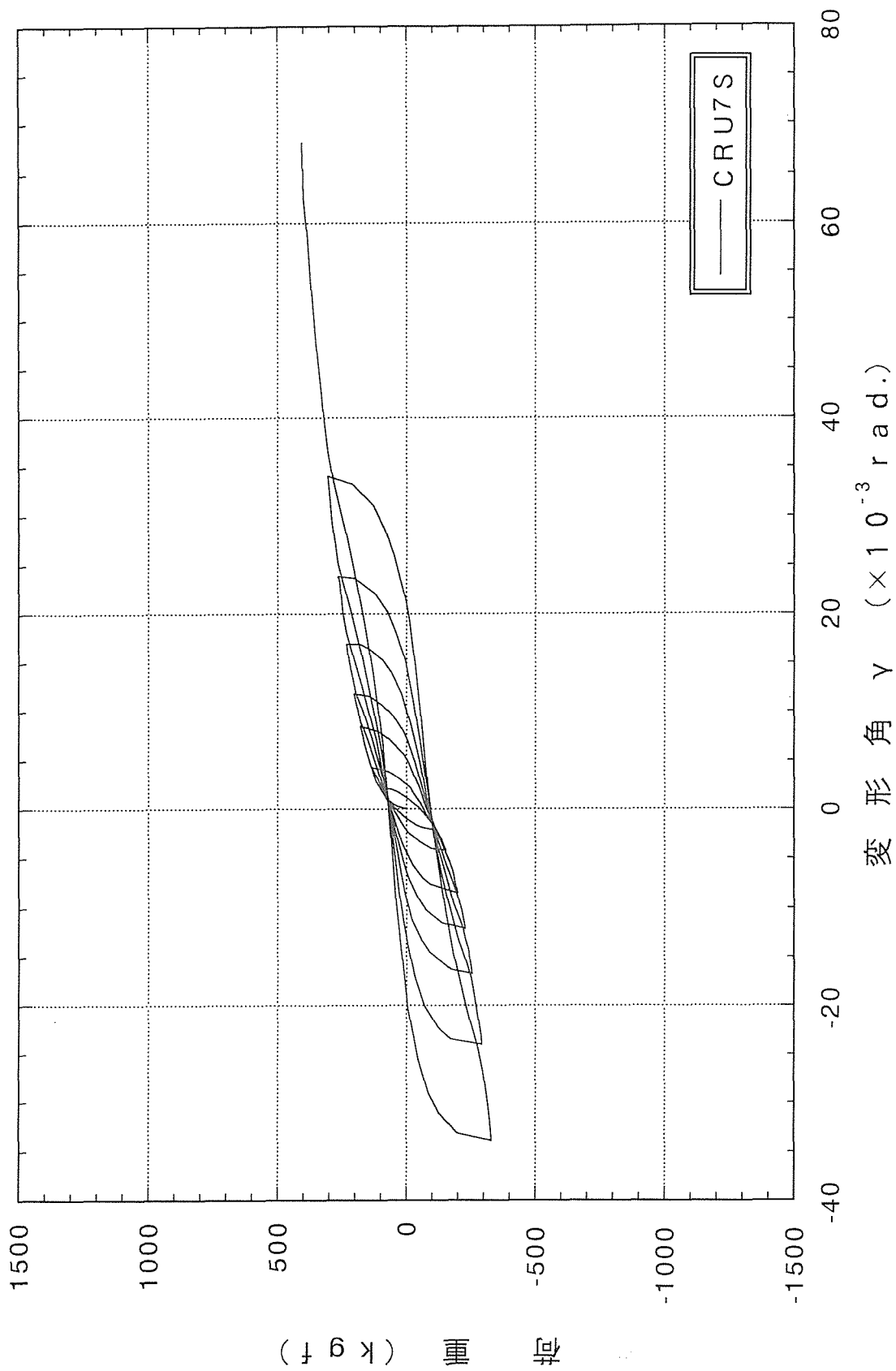


図4. 14: CRU7S (小屋組、1/2モデル、転ばしたる木36×75mm、スギ板12mm)

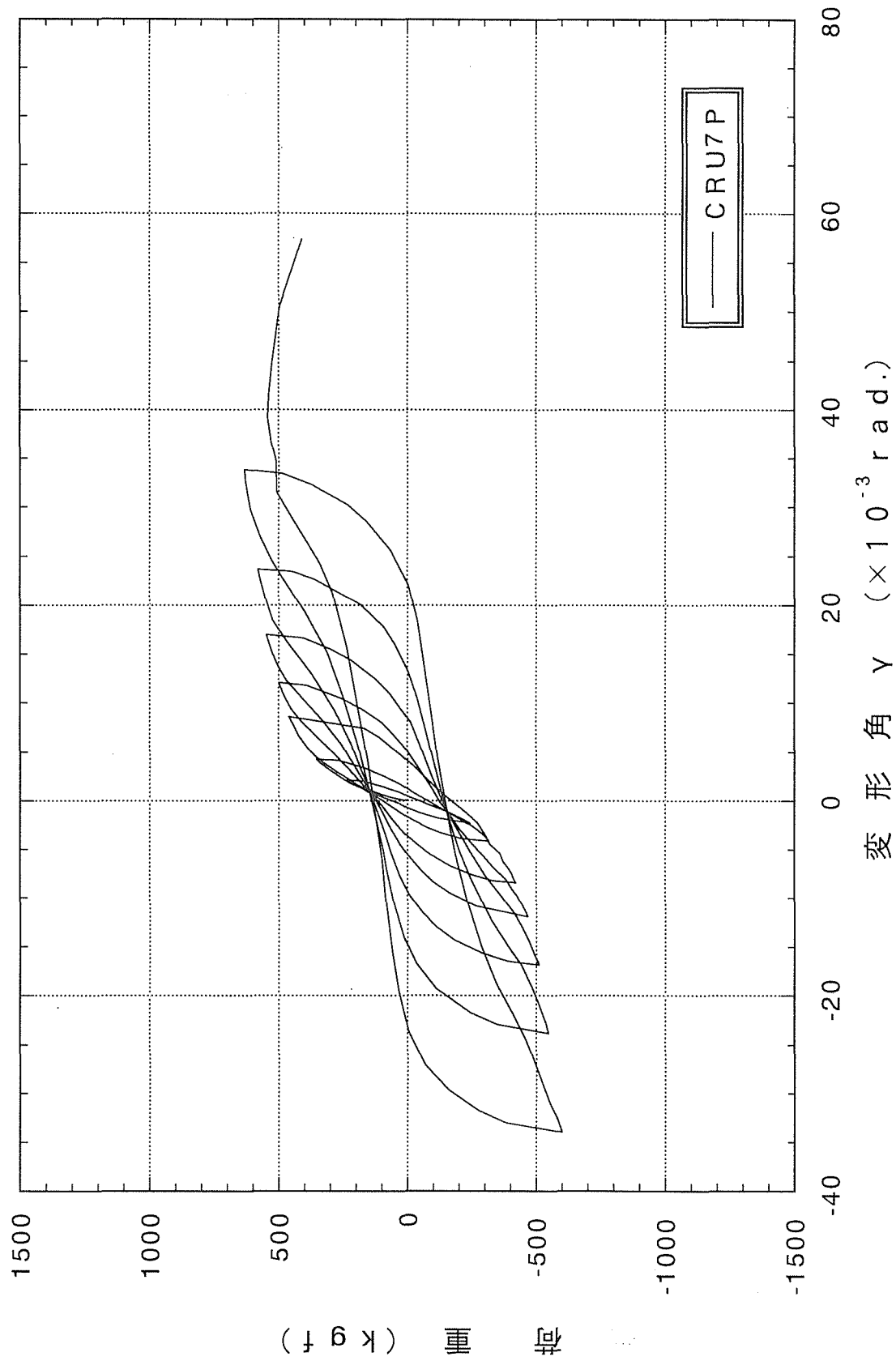


図4. 15 : CRU7P (小屋組、1/2モデル、転ばしたる木36×75mm、構造用合板12mm)

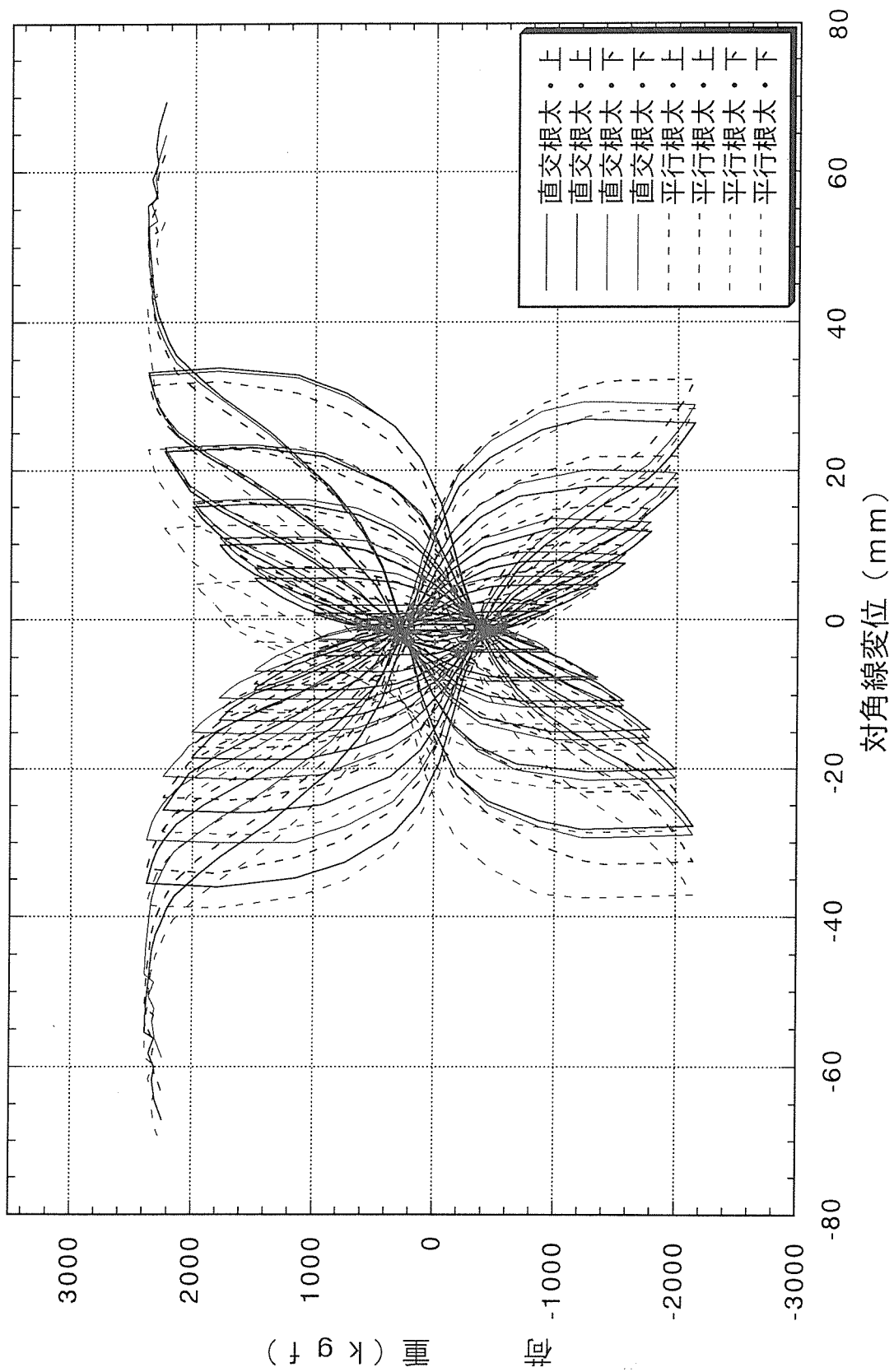


図4. 16 : AHPR 半欠き根太・一般仕様の対角線変位 (1.4 m角)

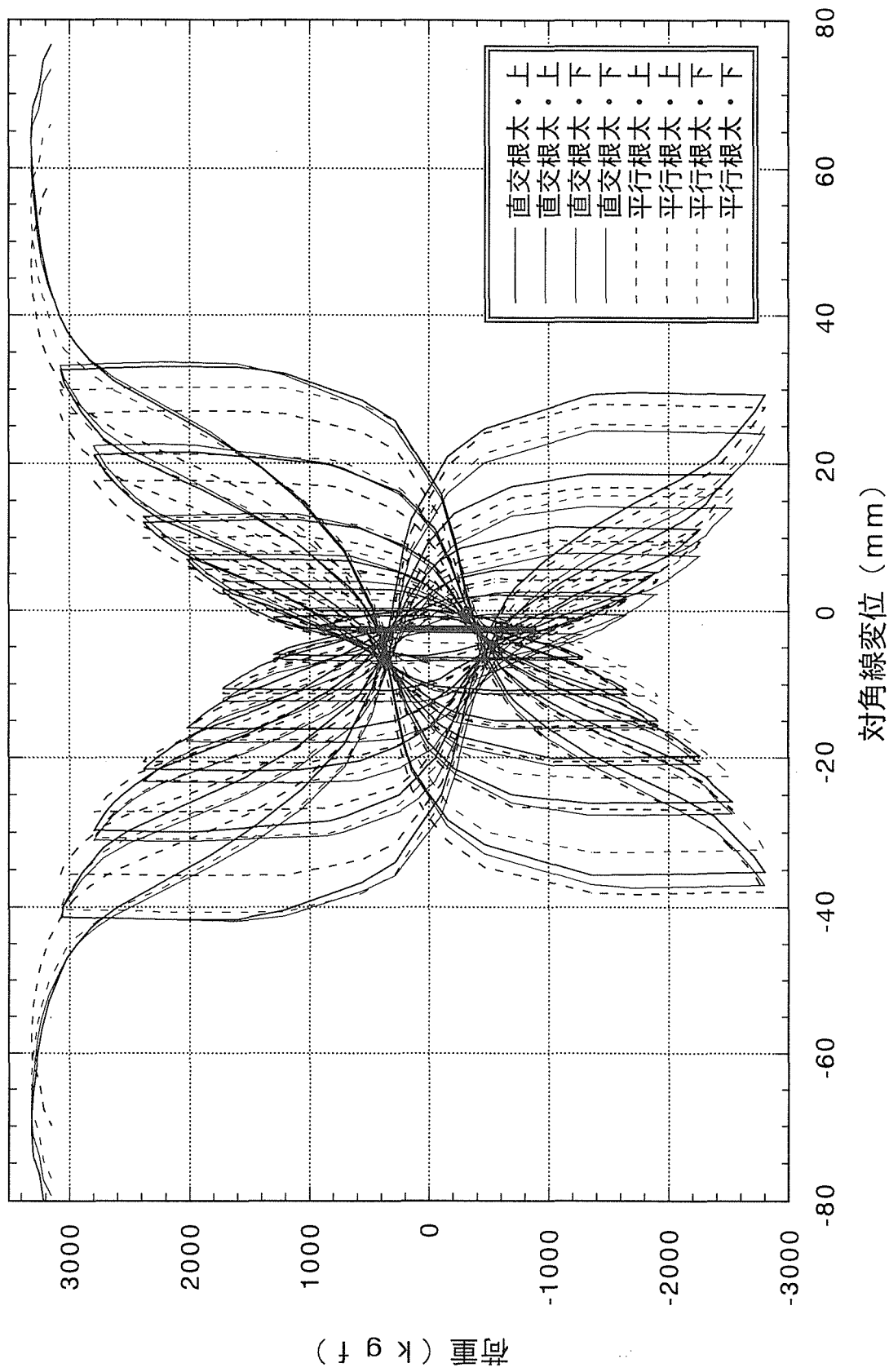


図4. 17: AHP S 半欠き根太・剛床仕様の対角線変位 (1.4 m角)

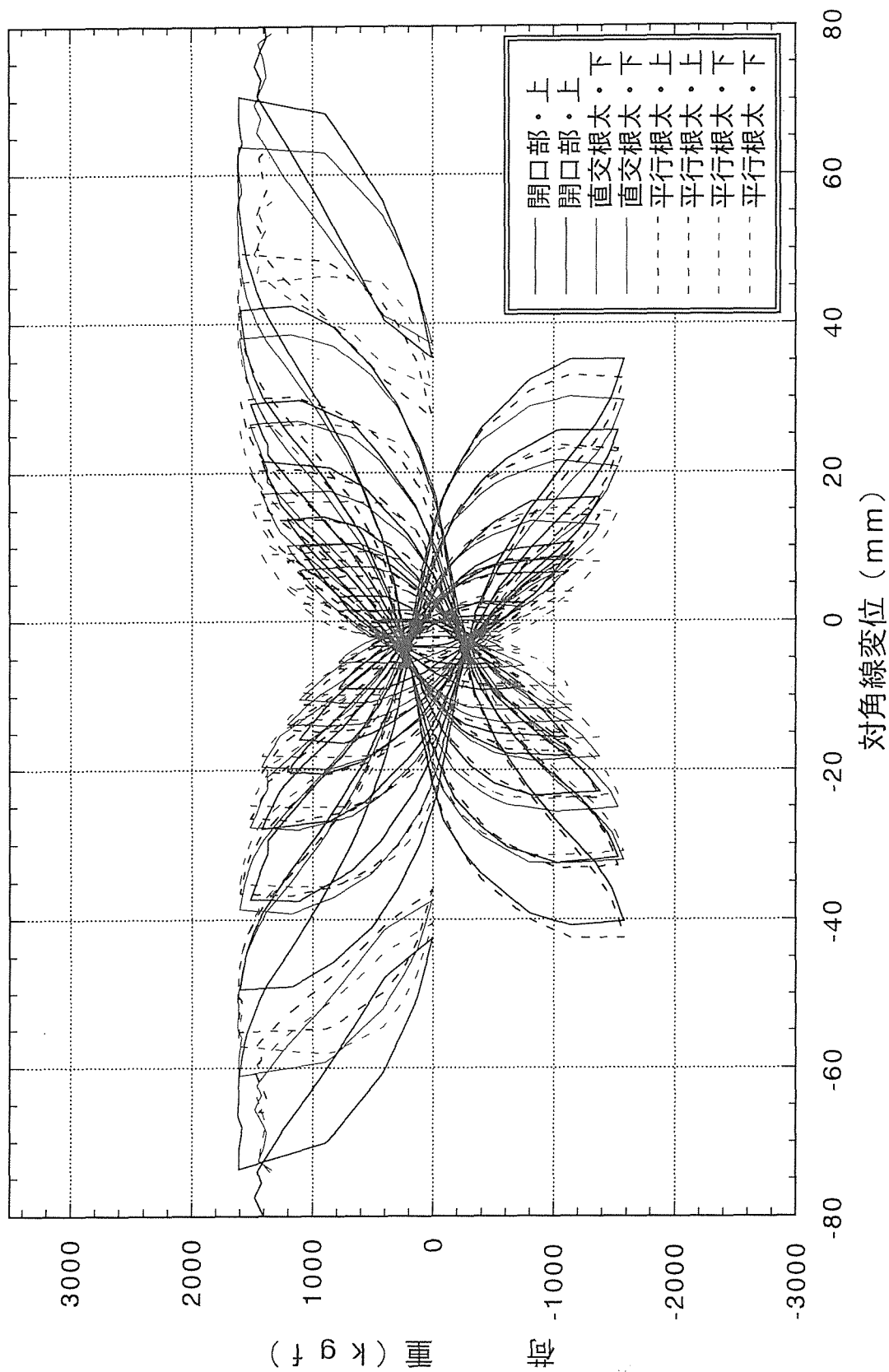


図4. 18 : A' HPR 開口部付き半欠き根太・一般仕様の対角線変位 (1.4m角)

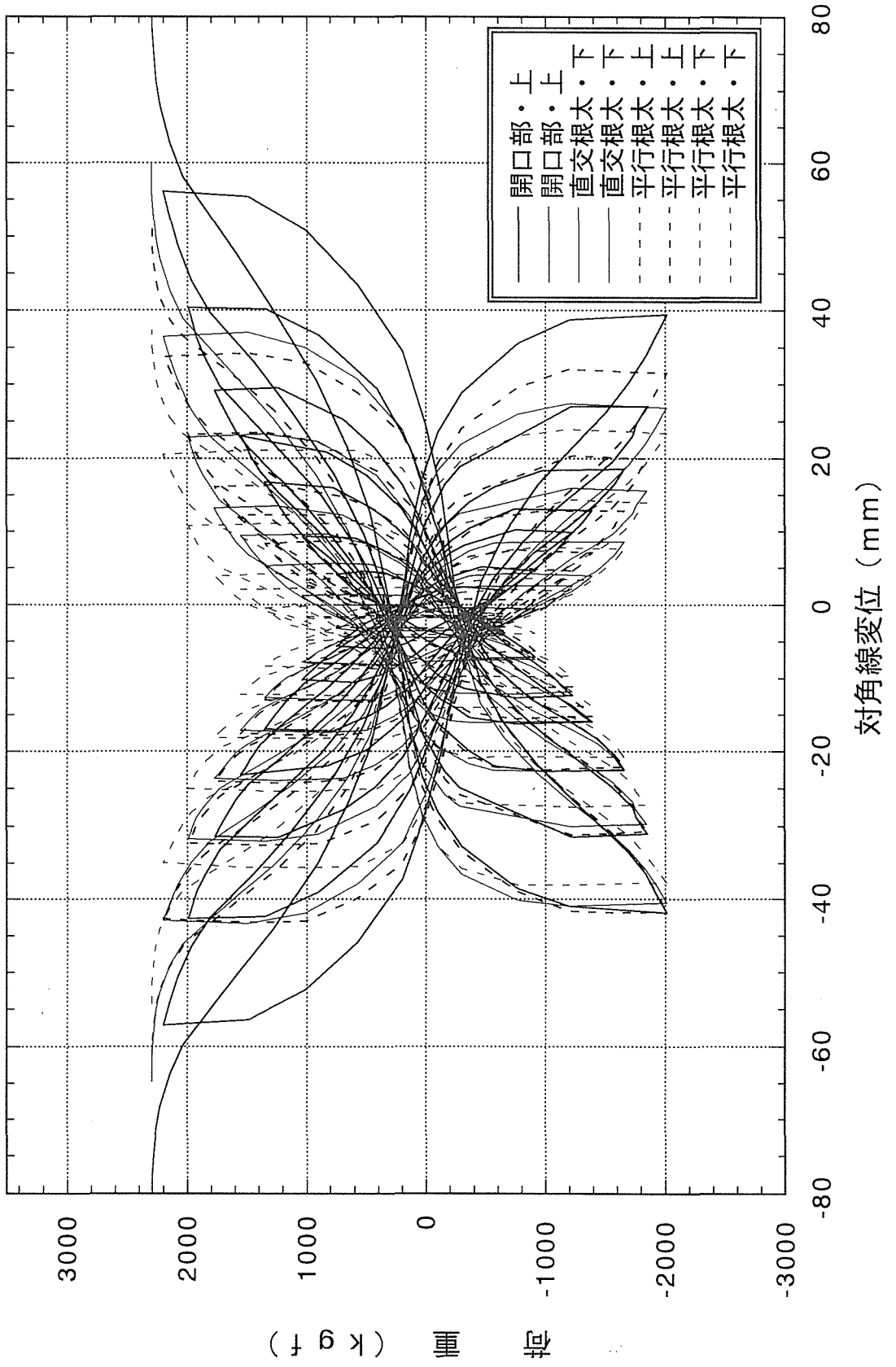


図4. 19 : A' HPS 開口部付き半欠き根太・剛床仕様の対角線変位 (1.4 m角)

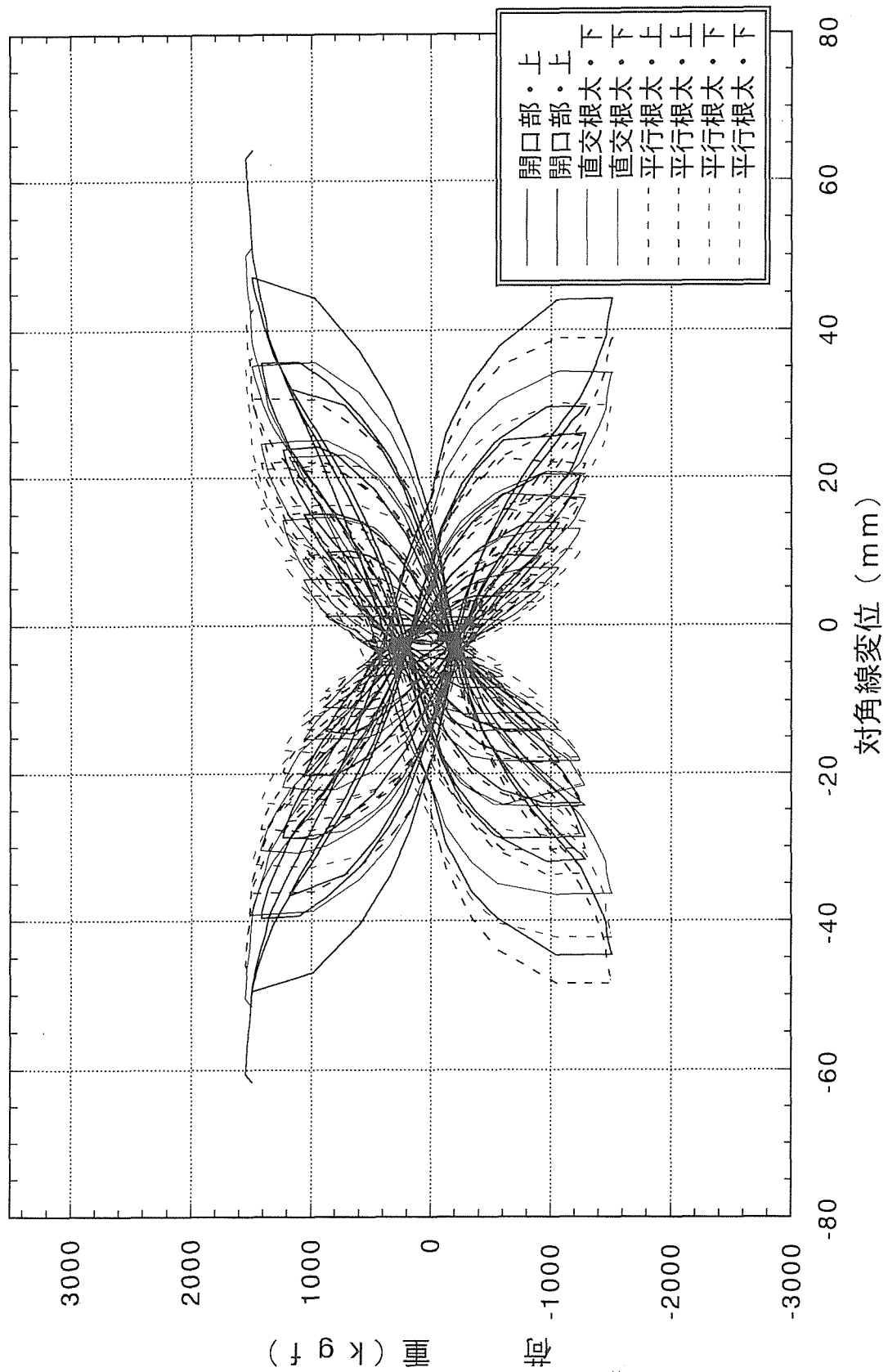


図4. 20 : A' UP 開口部付き転がし根太の対角線変位 (1.4 m角)

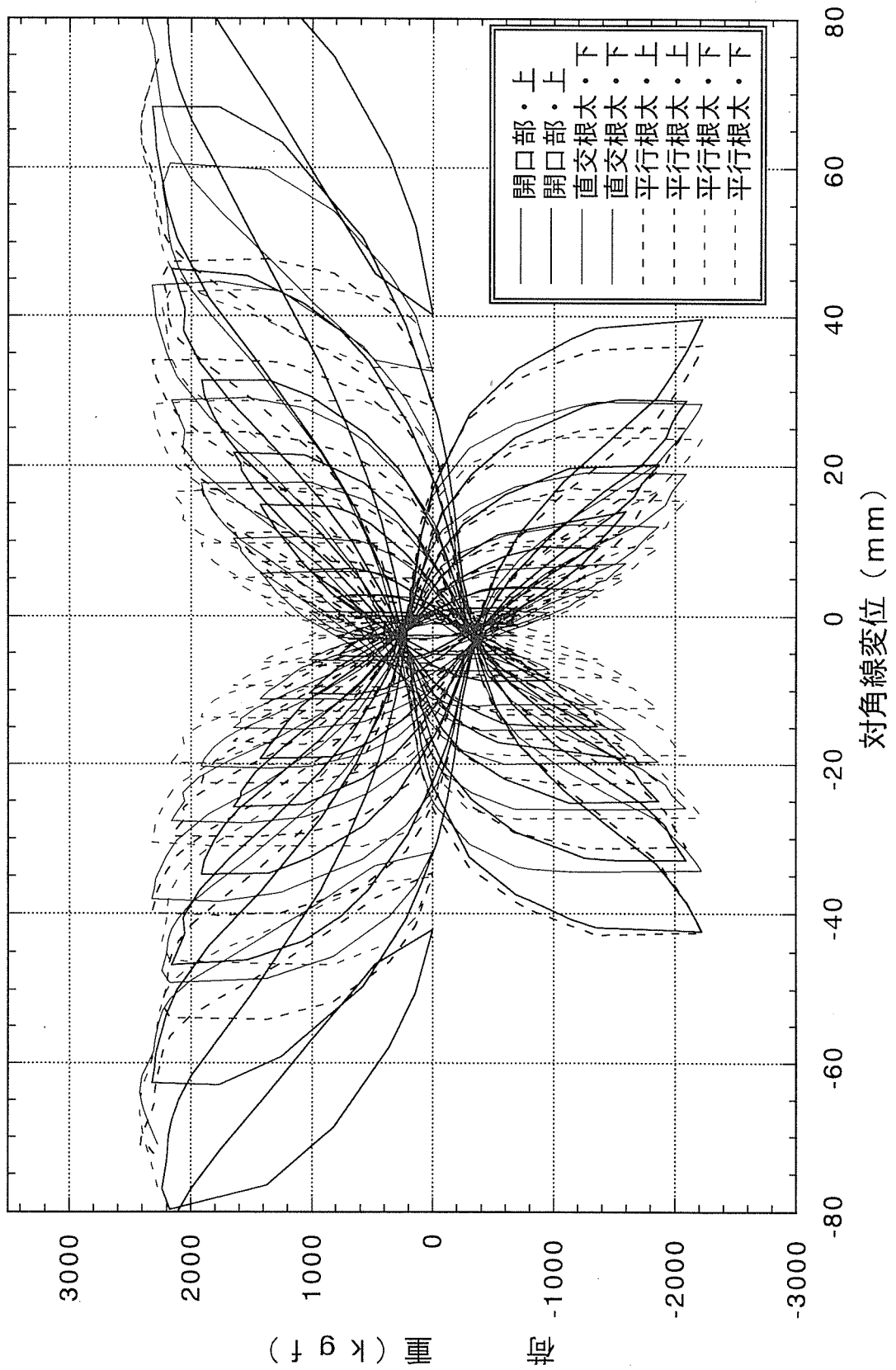


図4. 21 : A' DP 開口付き落とし込み根太の対角線変位 (1.4 m角)

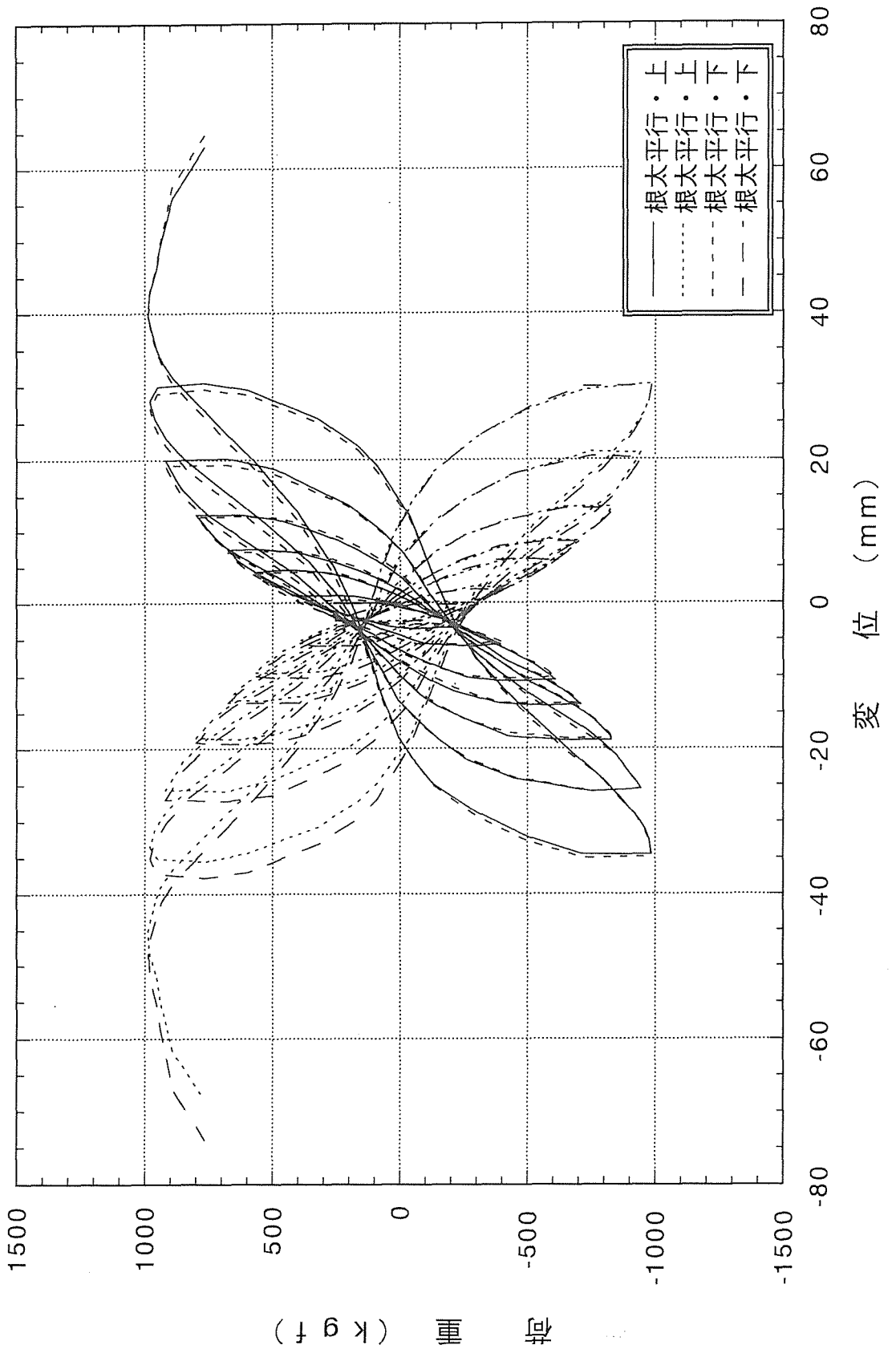


図4. 22 : BHP R 1/2モデル半欠き根太・一般仕様の対角線変位

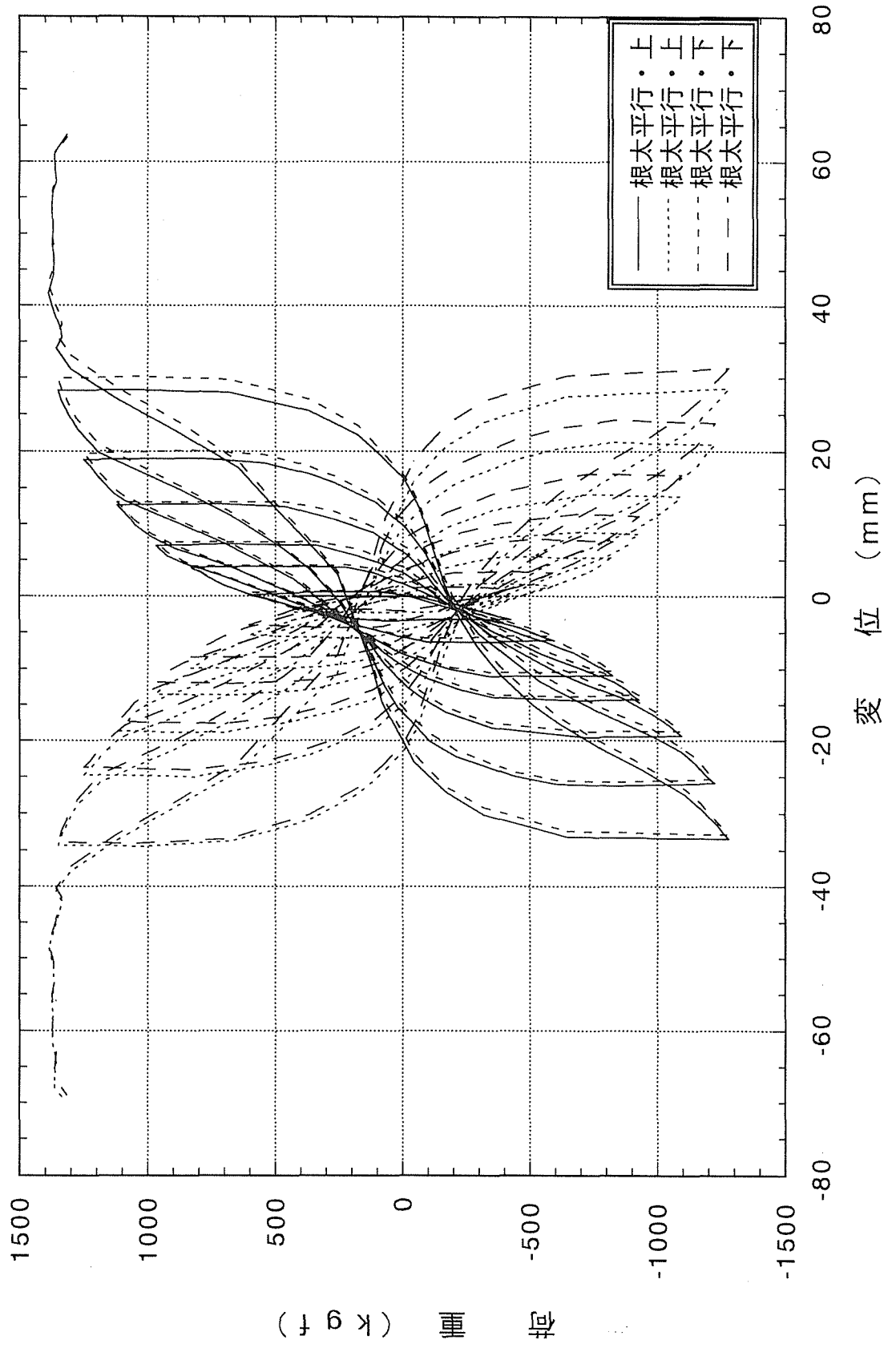


図4. 23 : BHP S 1/2モデル半欠き根太・剛床仕様の対角線変位

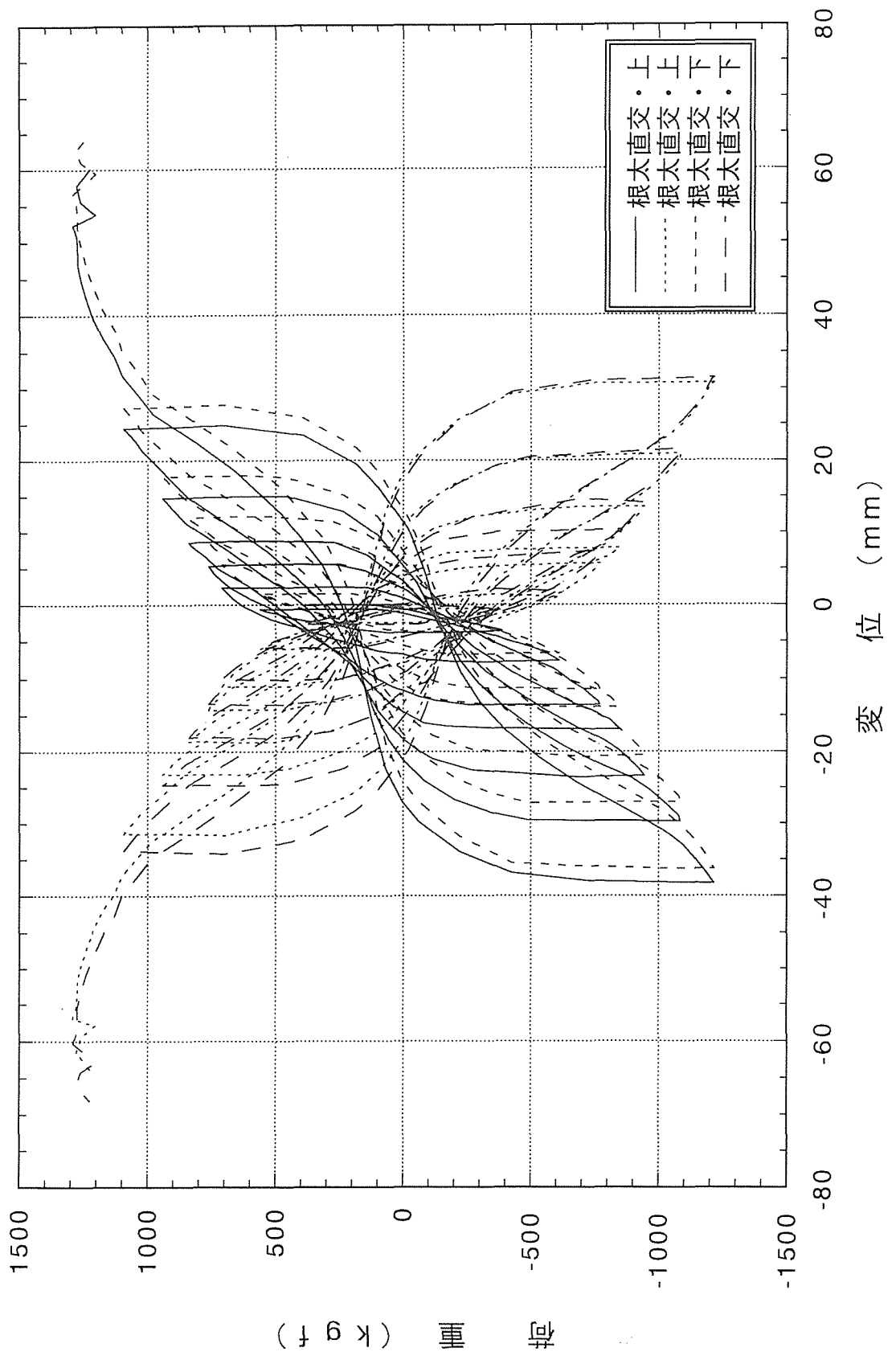


図4. 24: CHPR 1/2モデル半欠き根太・一般仕様・直交根太の対角線変位

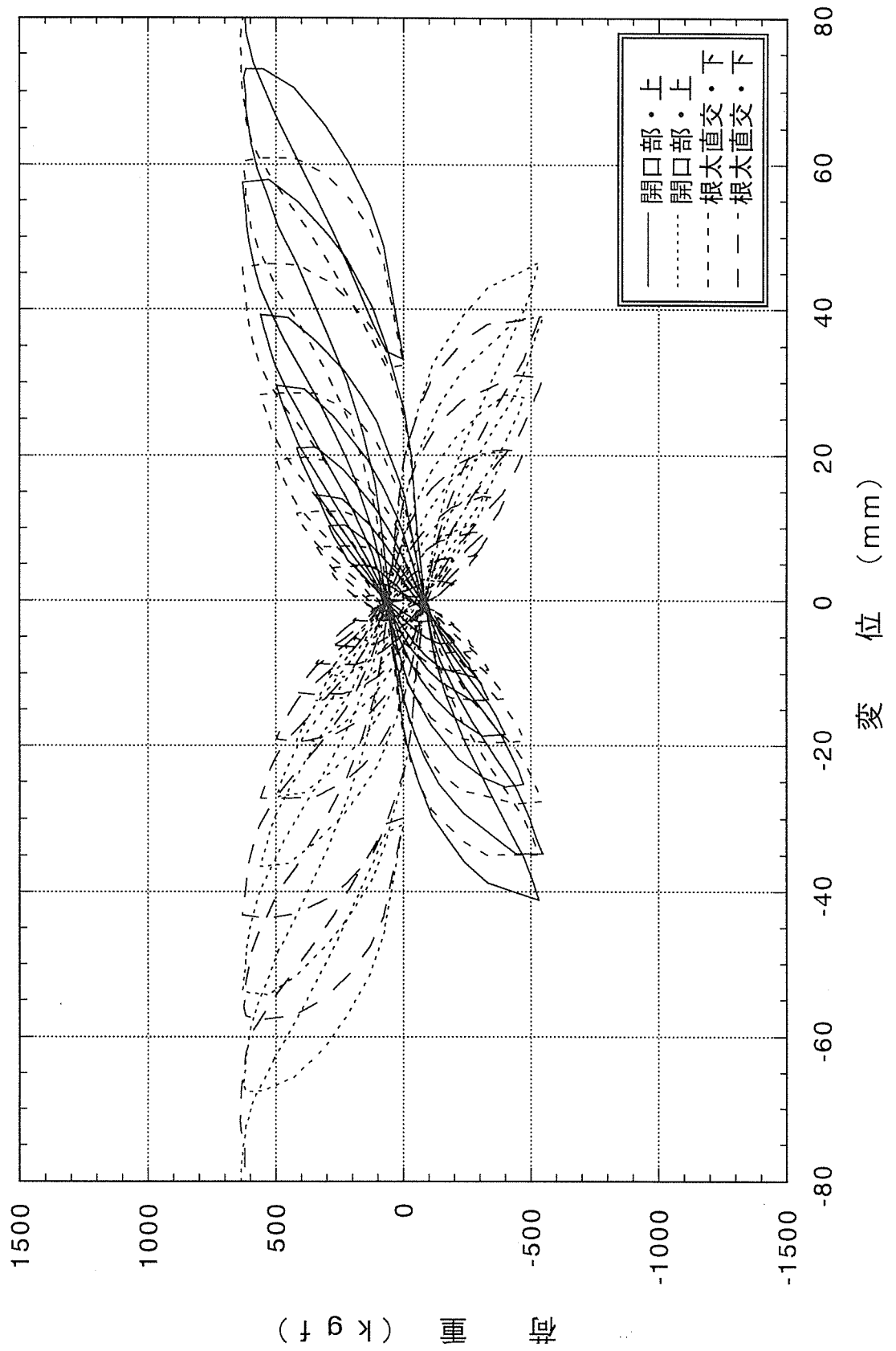


図4. 25 : C' HPR 1/2モデル開口付き、半欠き根太・一般仕様の対角線変位

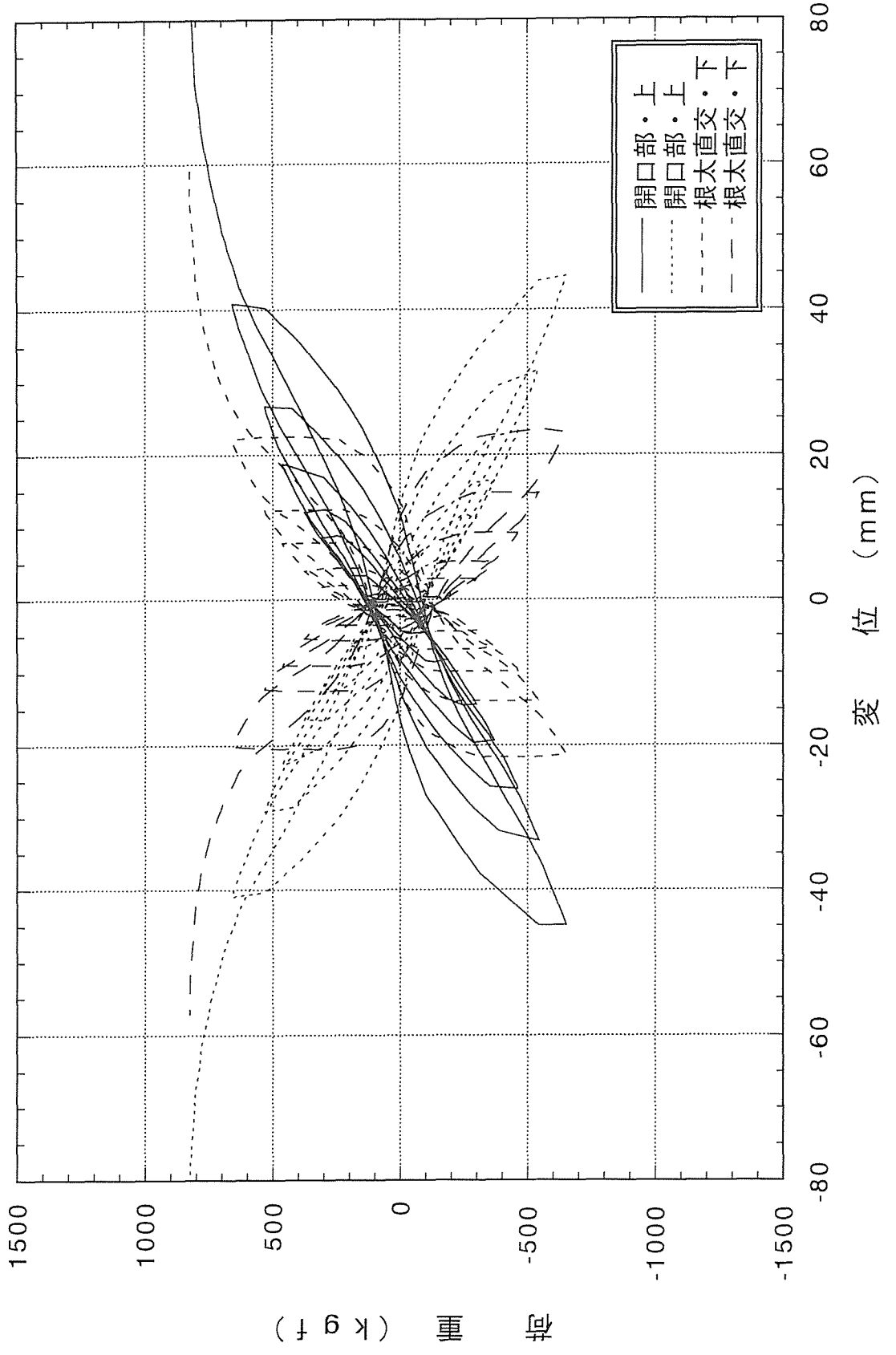


図4. 26 : C' HPS 1/2モデル開口付き、半欠き根太・剛床仕様の対角線変位

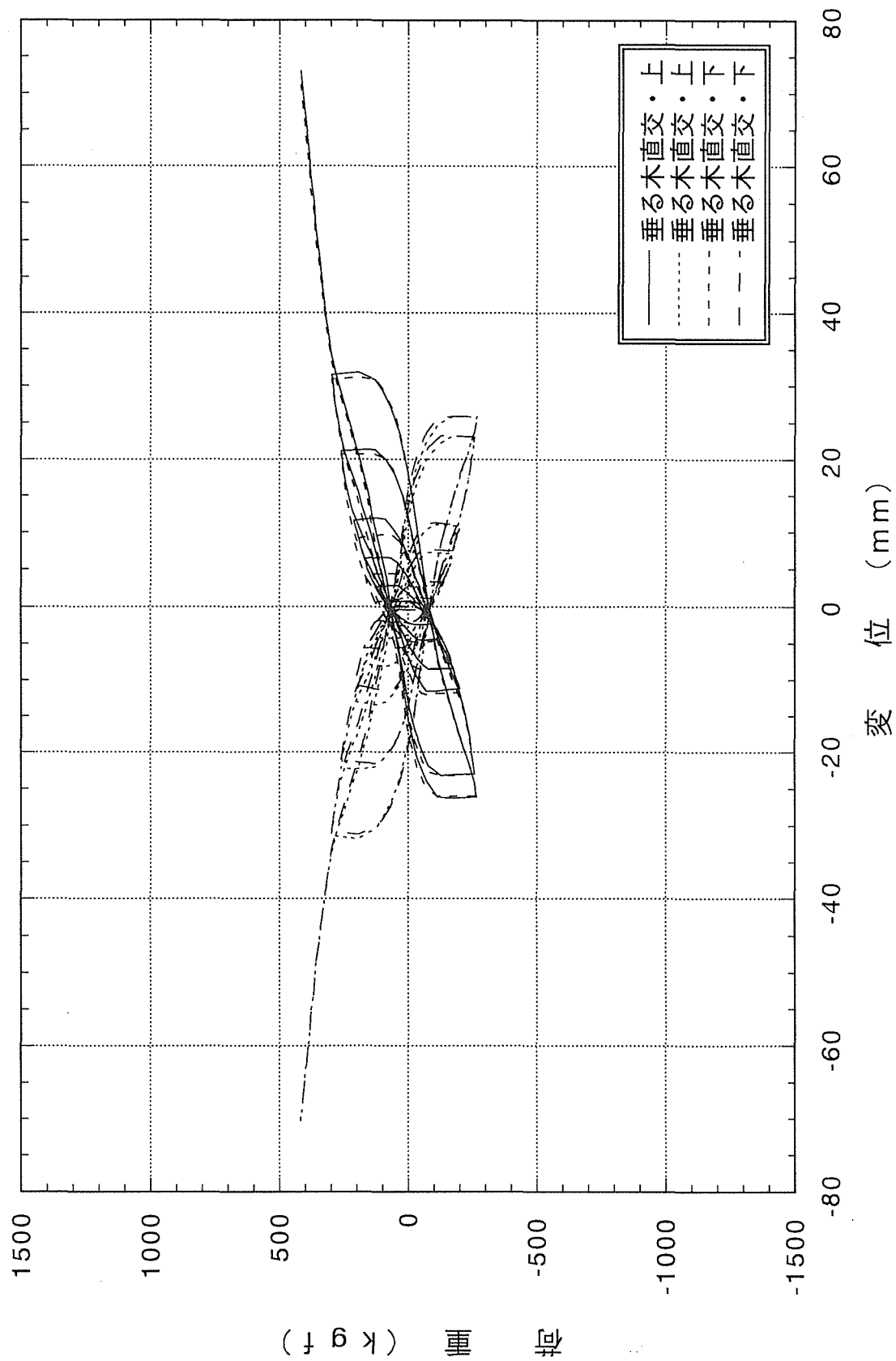


図4. 27: CRU4S 小屋組、1/2モデル、転ばしたる木45×45mm、スギ板張りの対角線変位

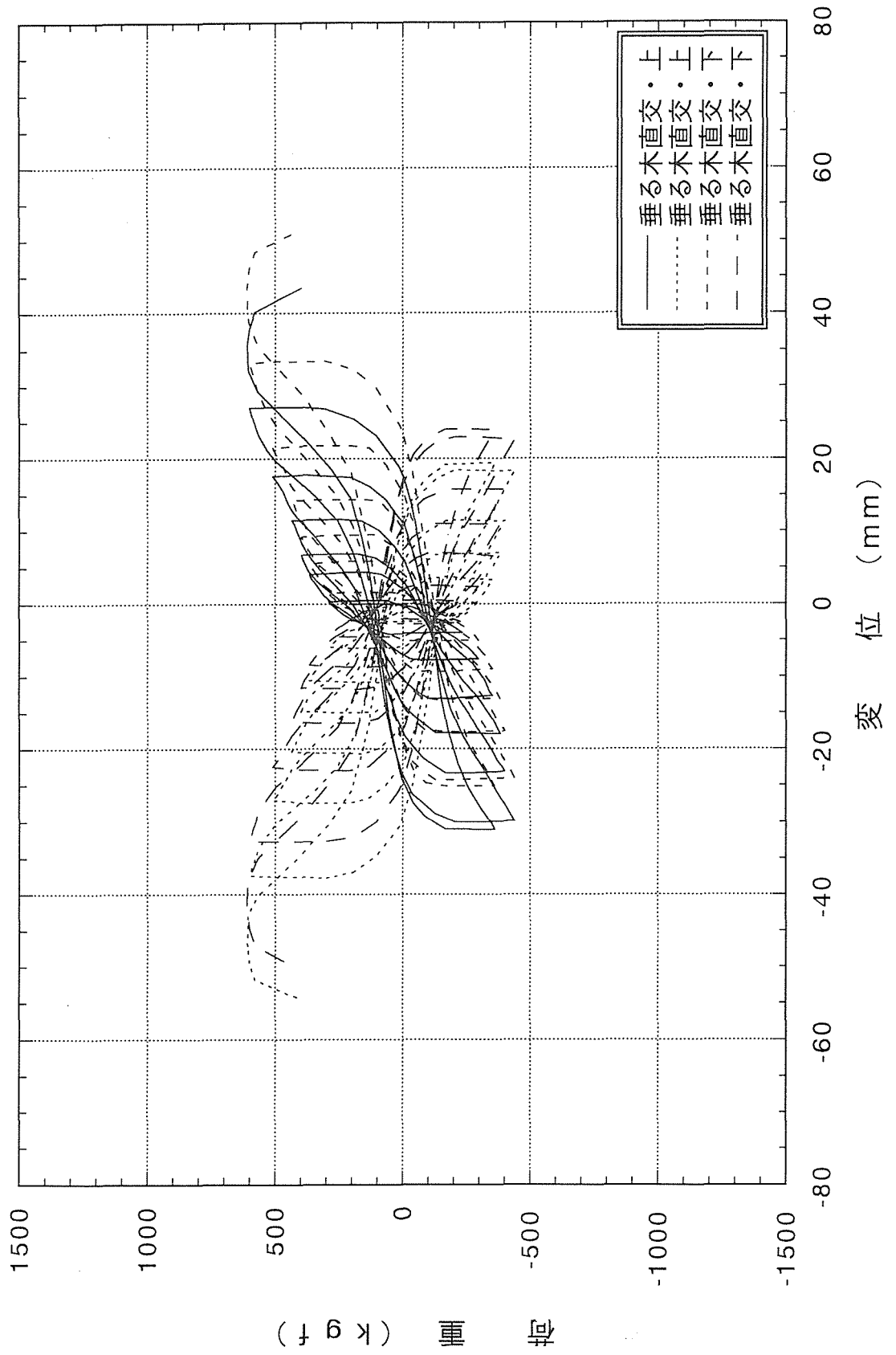


図4. 28 : CRU4P 小屋組、1/2モデル、転ばしたる木45×45mm、構造用合板張りの対角線変位

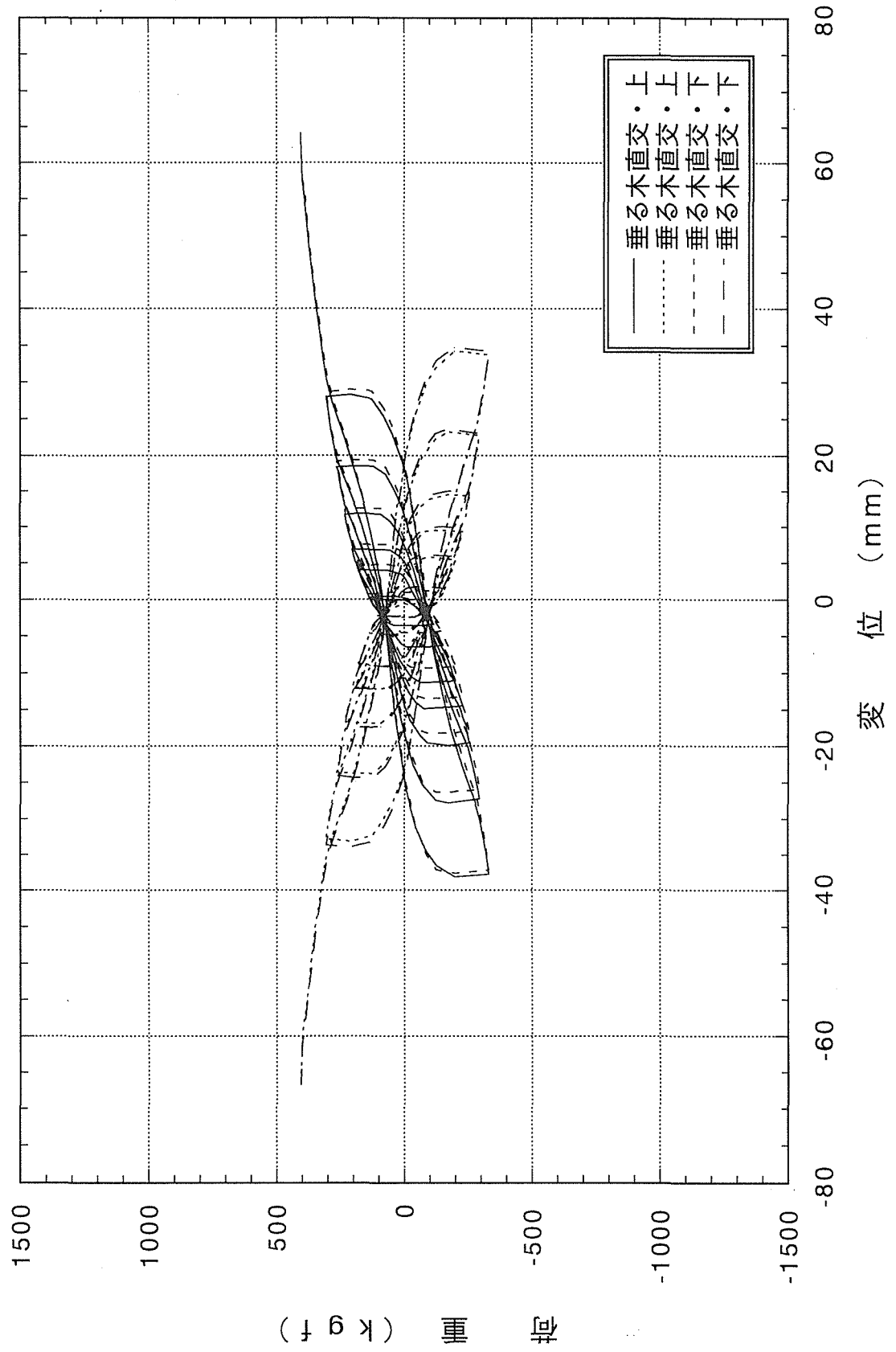


図4. 29 : CRU7S 小屋組、1/2モデル、転ばしたる木36×75mm、スギ板張りの対角線変位

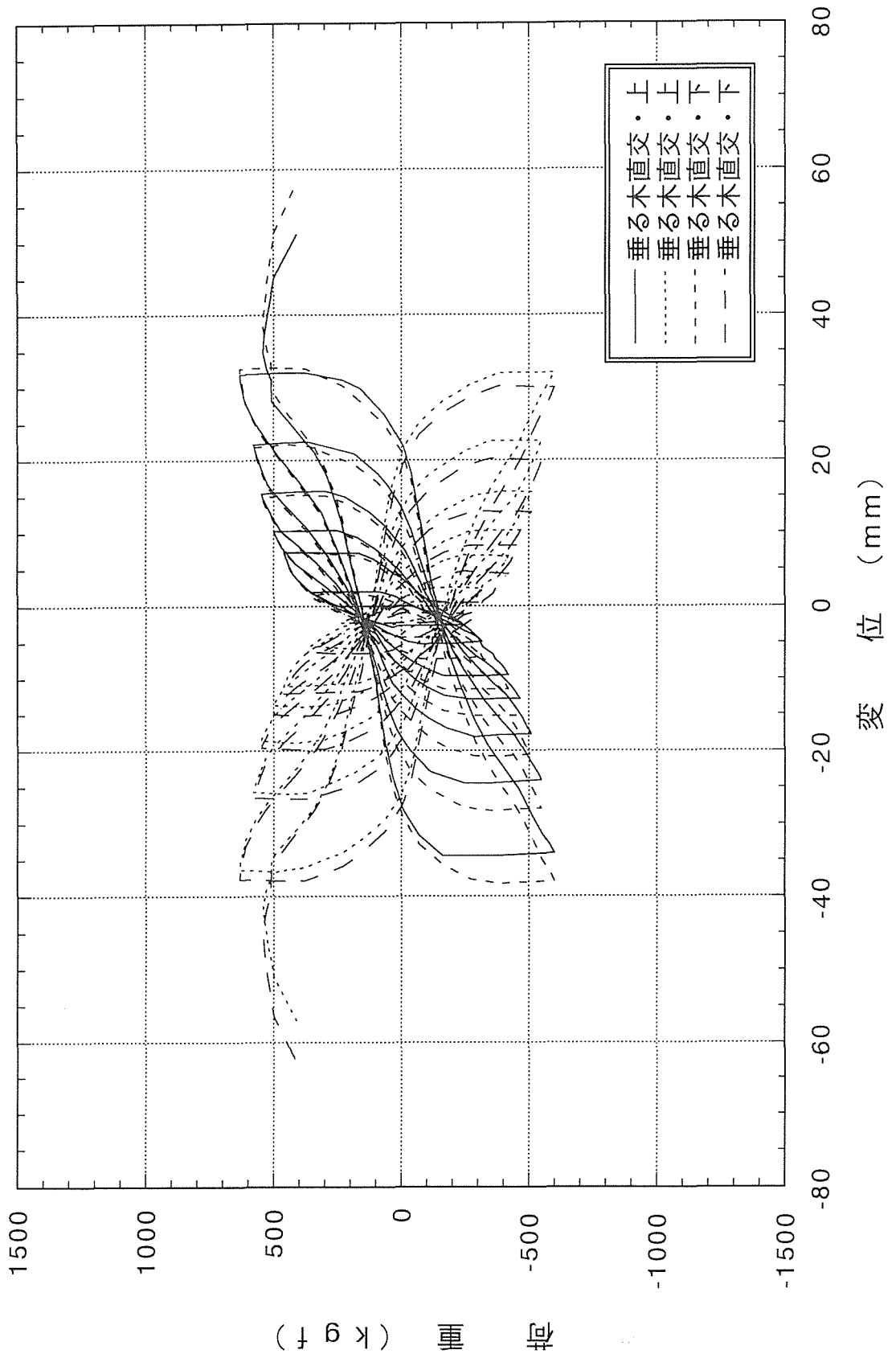


図4. 30 : CRU7P 小屋組、1/2モデル、転ばしたる木36×75mm、構造用合板張りの対角線変位

5. 結果の考察

5. 1 床組の結果について

(1) 抱絡線の比較

図5. 1、図5. 2に床組の一定変形時のせん断耐力をプロットした抱絡線を示す。

- ①2.8×2.8 m角のAタイプのせん断耐力は、無開口・半欠き剛床>無開口・半欠き≒開口・落とし込み≒開口・半欠き剛床>開口・半欠き≒開口・転ばしの順に小さくなった。
- ②1/2モデルのB、Cタイプのせん断耐力は、無開口・半欠き剛床>無開口・半欠き・直交≧無開口・半欠き>開口・半欠き剛床・直交≧開口・半欠き・直交の順となった。

(2) 転ばし根太と他の根太掛けの比較

図5. 3には、転ばし根太のせん断耐力を「1.0」として、他の根太掛けの耐力比較を示す。

- ①せん断耐力の高い根太掛けは、半欠き・剛床>落とし込み>半欠き・一般型≧転ばしの順である。転ばし根太と半欠き根太・一般型では、あまり大きな差異はない。
- ②半欠き・剛床根太や落とし込み根太では、初期剛性がかなり高い値を示す。
- ③半欠き・剛床根太は、転ばし根太より耐力が約5割程度高い結果であった。

(3) 半欠き根太の釘受け材の効果

半欠き根太一般型と根太間に受け材(30×90 mmを2-N75留め。)を入れた剛床型の比較を図5. 4(一般型を1.0)に示す。

- ①受け材を入れることにより、初期剛性、耐力ともに上昇傾向が認められる。
- ②初期剛性を除くと、耐力増加は、一般型に比較して、概ね20～30%増である。

(4) 開口の有無による比較

図5. 5に無開口を1.0とした時の開口付き床組のせん断耐力の低減比率を示す。

- ①2.8 mの開口付きでは、せん断耐力比率が概ね70～80%の間に収まっている。また、1.4 mのタイプでは初期剛性を除いて概ね50%前後の数値を示す。
- ②開口付き床組のせん断耐力は、水平構面の面積に概ね比例している。

(5) 実大2.8 m角の実験値と1/2モデルの加算値の比較

図5. 6～図5. 8に3タイプの抱絡線を示す。

- ①図5. 6は、半欠き根太・一般型の実大AHP Rの抱絡線と1/2のBHP R+CHP R加算値の抱絡線を示す。
- ②図5. 7は、開口付きの半欠き根太・一般型の実大A'HP Rの抱絡線と1/2のBHP R+C'HP R加算値の抱絡線を示す。

- ③図5. 8は、開口付きの半欠き根太・剛床型の実大A' H P Sの抱絡線と1/2のB H P S + C' H P S加算値の抱絡線を示す。
- ④図5. 9には、図5. 6～8の実大値の抱絡線を1.0としたときの、加算値の比率を示す。
- ⑤上記の結果より、実大値と加算値は、比較的良く一致している。
- ⑥図5.10は、開口による低減比率を示す。1/2モデルのB H P R + C' H P Rの加算値と実大値のA' H P Rをそれぞれ開口無しのA H P Rで除した値を示す。結果は加算値の方が低減比率が大きい結果となった。

(6) 平行根太と直交根太の比較

図5. 11、12には、加力方向に平行に根太を掛けた場合と直交方向に根太を掛けた場合の抱絡線と平行根太を1.0としたときの比率を示す。根太の仕様は、半欠き根太の一般型である。

- ①全般的に直交根太は、平行根太より剛性・耐力とも高い傾向を示す。
- ②特に直交根太は、初期剛性が高い傾向にある。

5. 2 小屋組の結果について

図5. 13～図5. 15に小屋組のせん断耐力の比較を示す。

(1) 図5. 13には、小屋組各仕様の抱絡線を示す。合板張りは、全般的にスギ板張りより、剛性、耐力とも高い傾向を示す。

(2) 図5. 14には、合板張りを1.0とした時のせん断耐力の比率を示す。スギ板張りは、合板張りの約1/2以下程度のせん断力を示した。

(3) 図5. 15には、垂る木サイズと釘の留め方による違いを示す。垂る木サイズ75×36mmの方を1.0とした場合、45×45mmは10～20%程度低い傾向を示した。

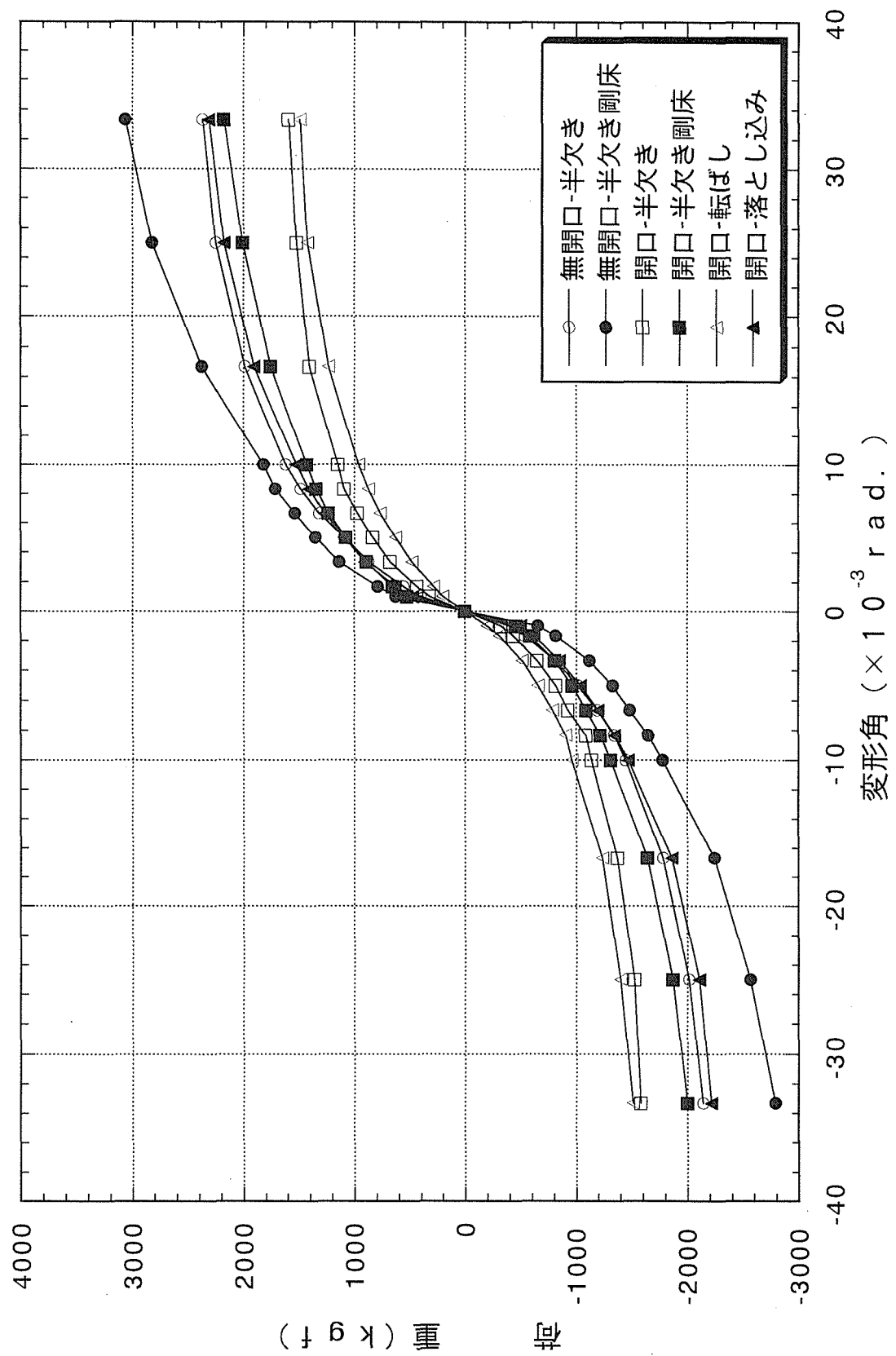


図5. 1 : 2.8 × 2.8 m床組のせん断耐力一定変形時の抱絡線

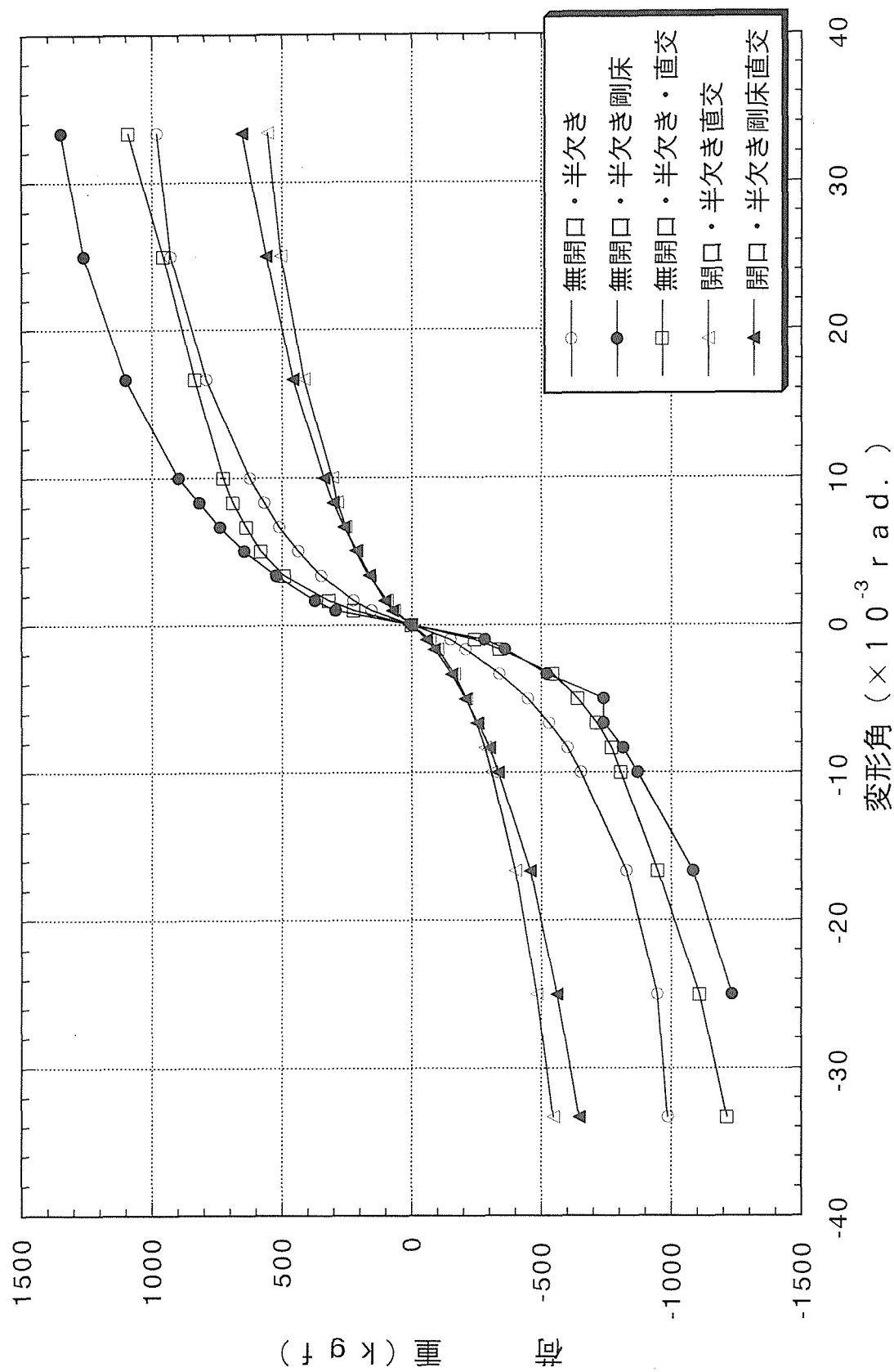


図5. 2 : 1.4 × 2.8 m 1 / 2 床組のせん断耐力一定変形時の抱絡線

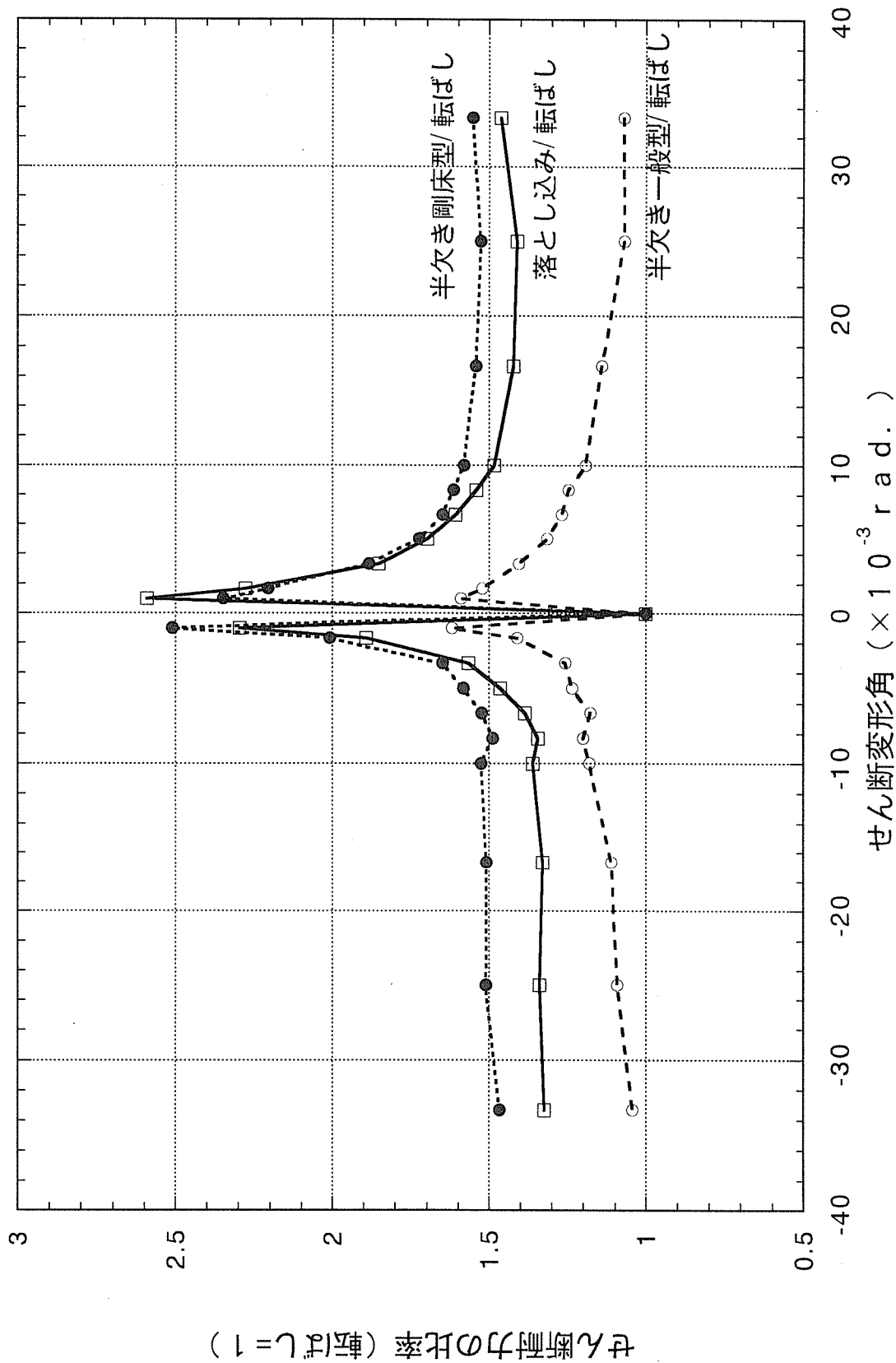


図5. 3 : 転ばし根太と他根太掛け (落とし込み、半欠き) のせん断耐力の比較 (実大2.8 m角)

せん断耐力比率 (剛床型/一般型)

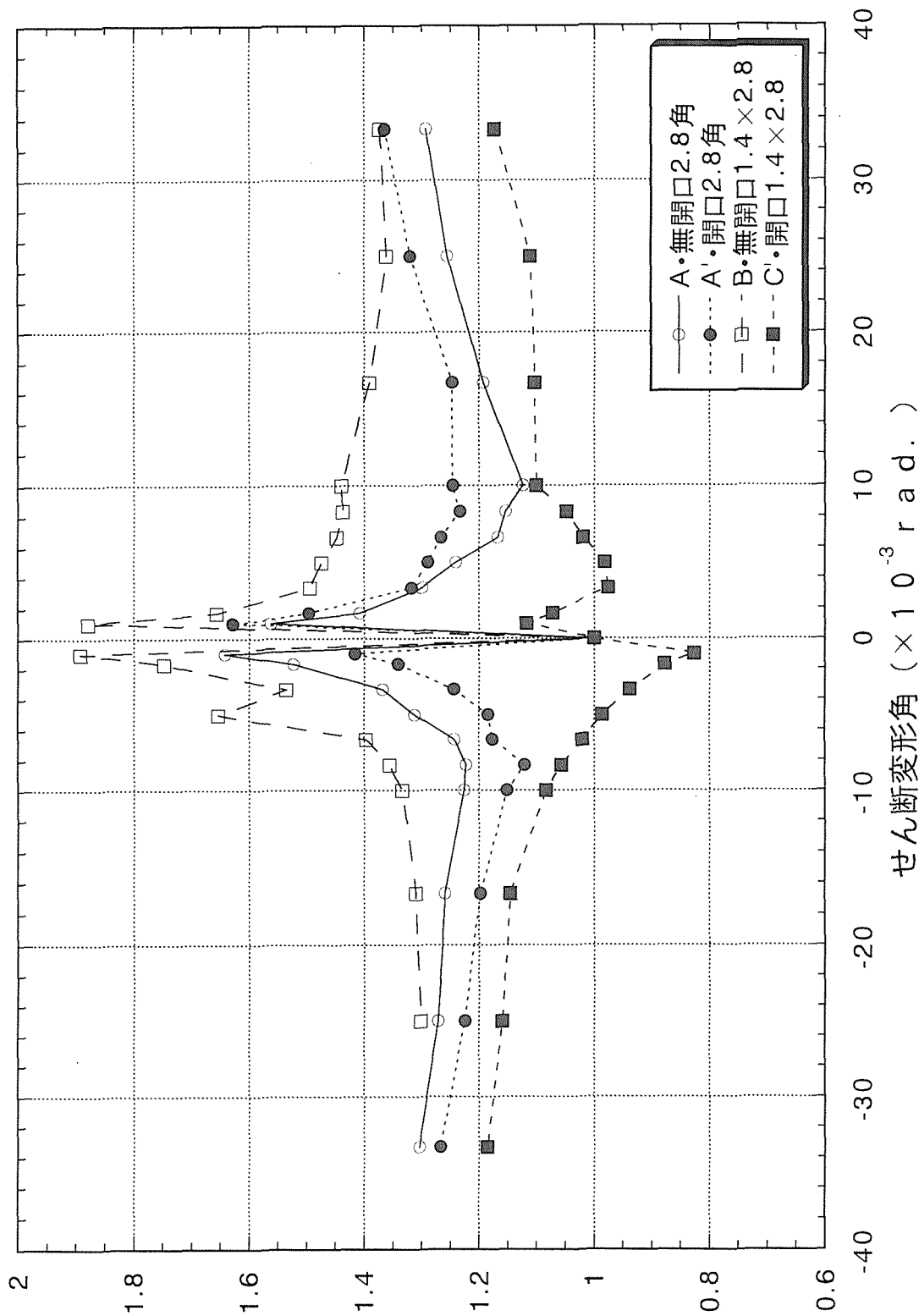


図5. 4 : 半欠き根太掛けの一般型と剛床型 (受け材有り) のせん断耐力の比較 (一般型 1.0)

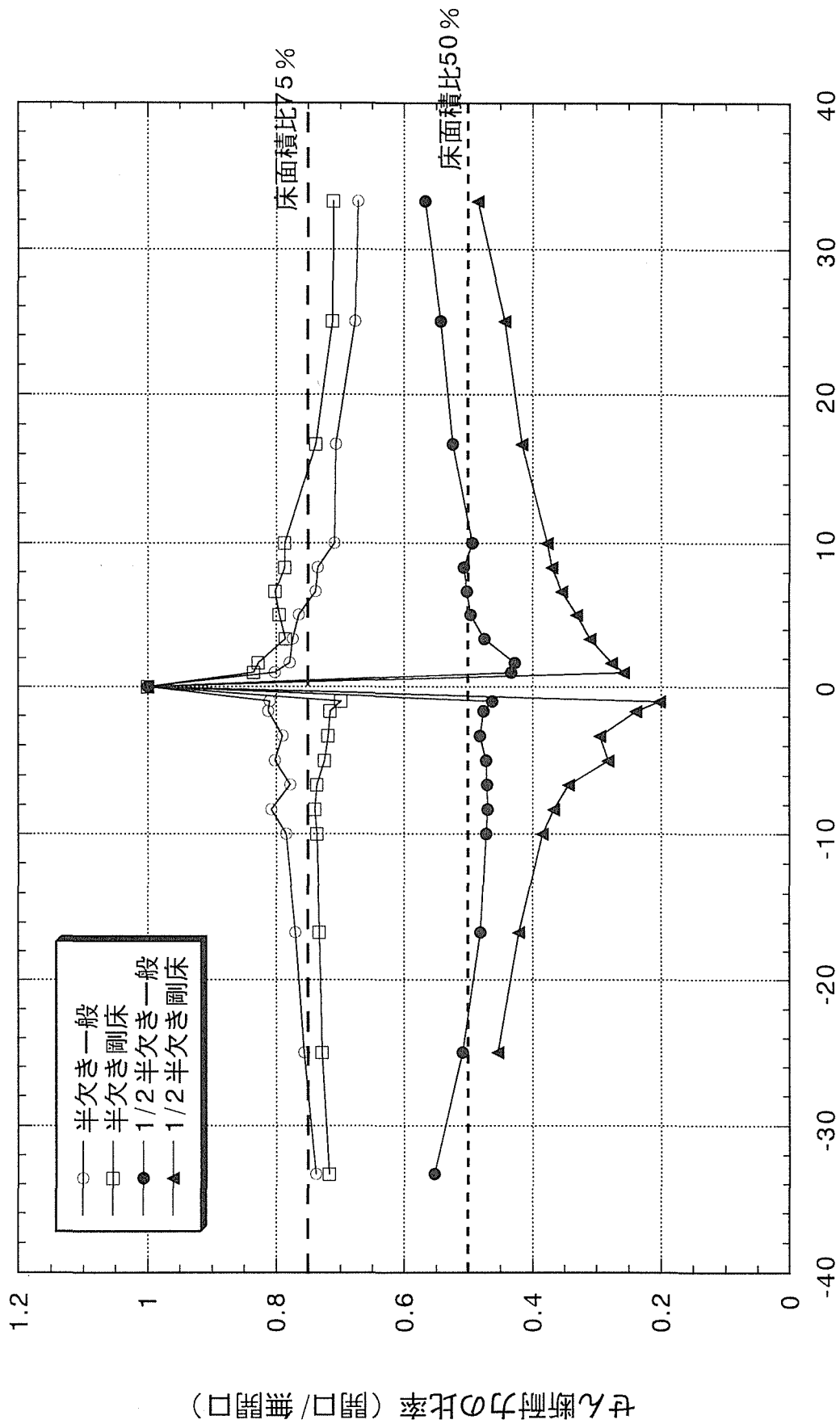


図5. 5 : 床組の開口によるせん断耐力の低減比率 (無開口 ; 1.0)

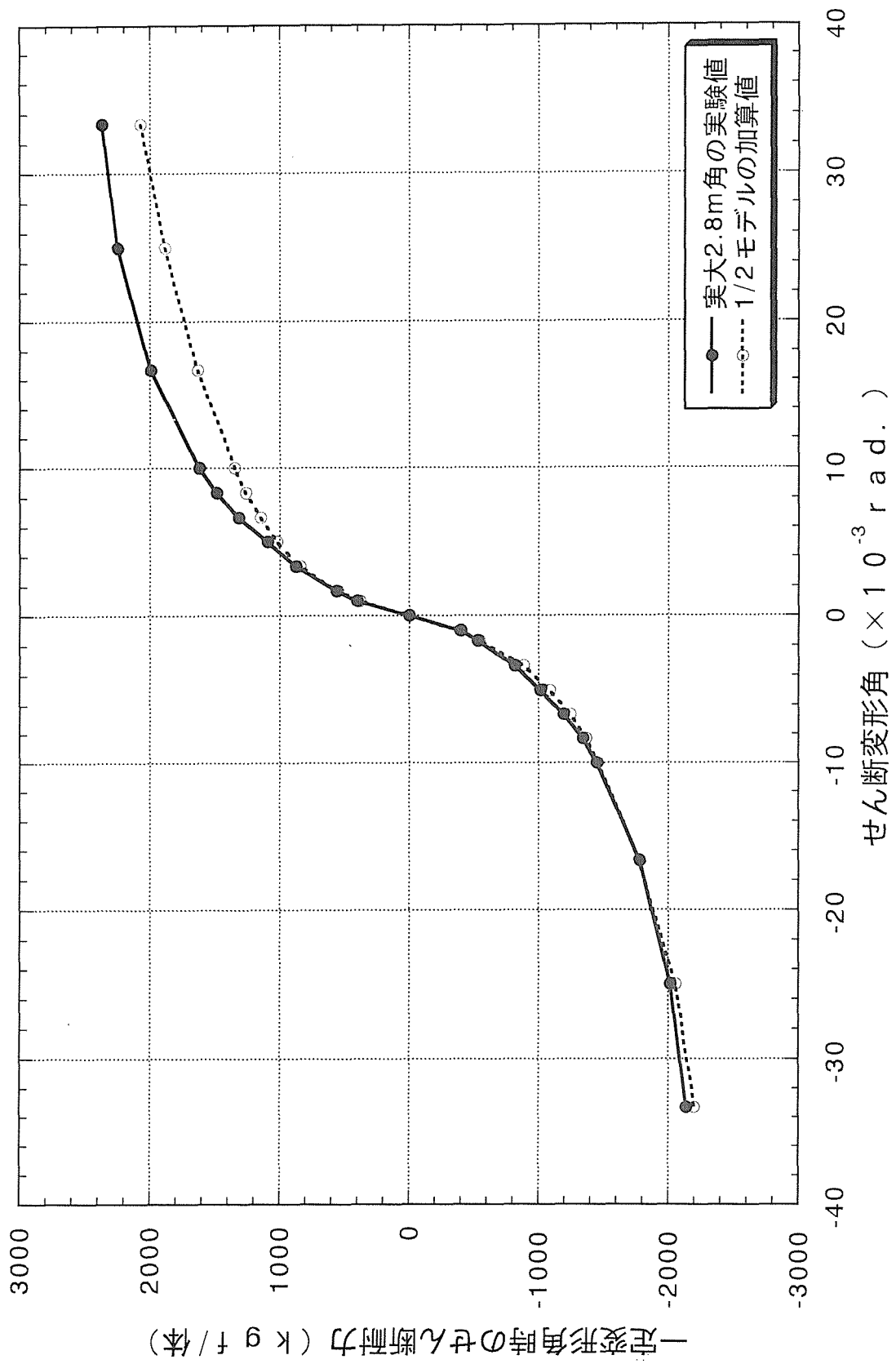


図5. 6 : 半欠き根太を用いた一般型 (AHPR) の無開口床のせん断耐力—変形角の抱絡線

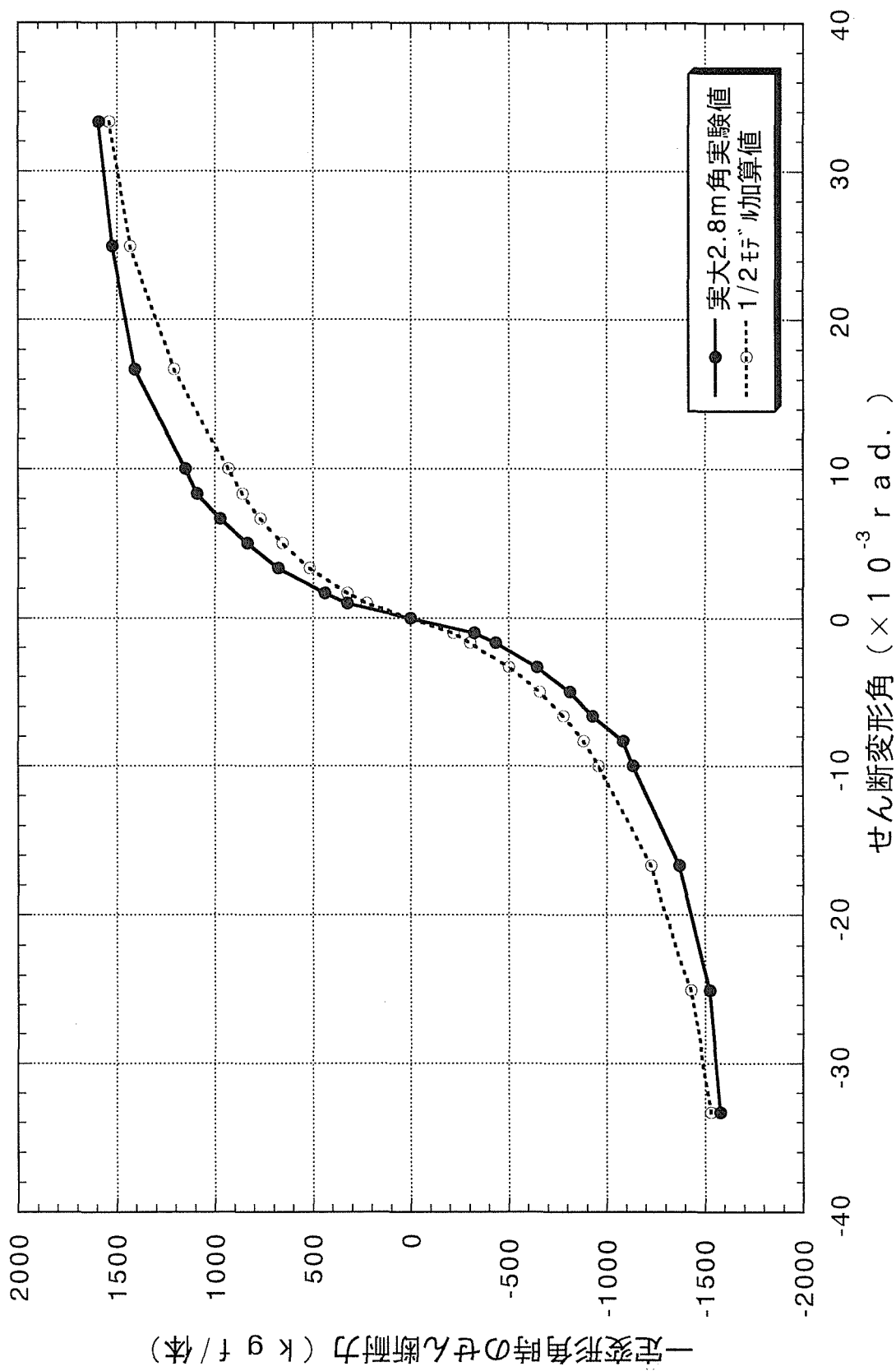


図5. 7 : 半欠き根太・一般型の開口付き床のせん断耐力-変形角の抱絡線

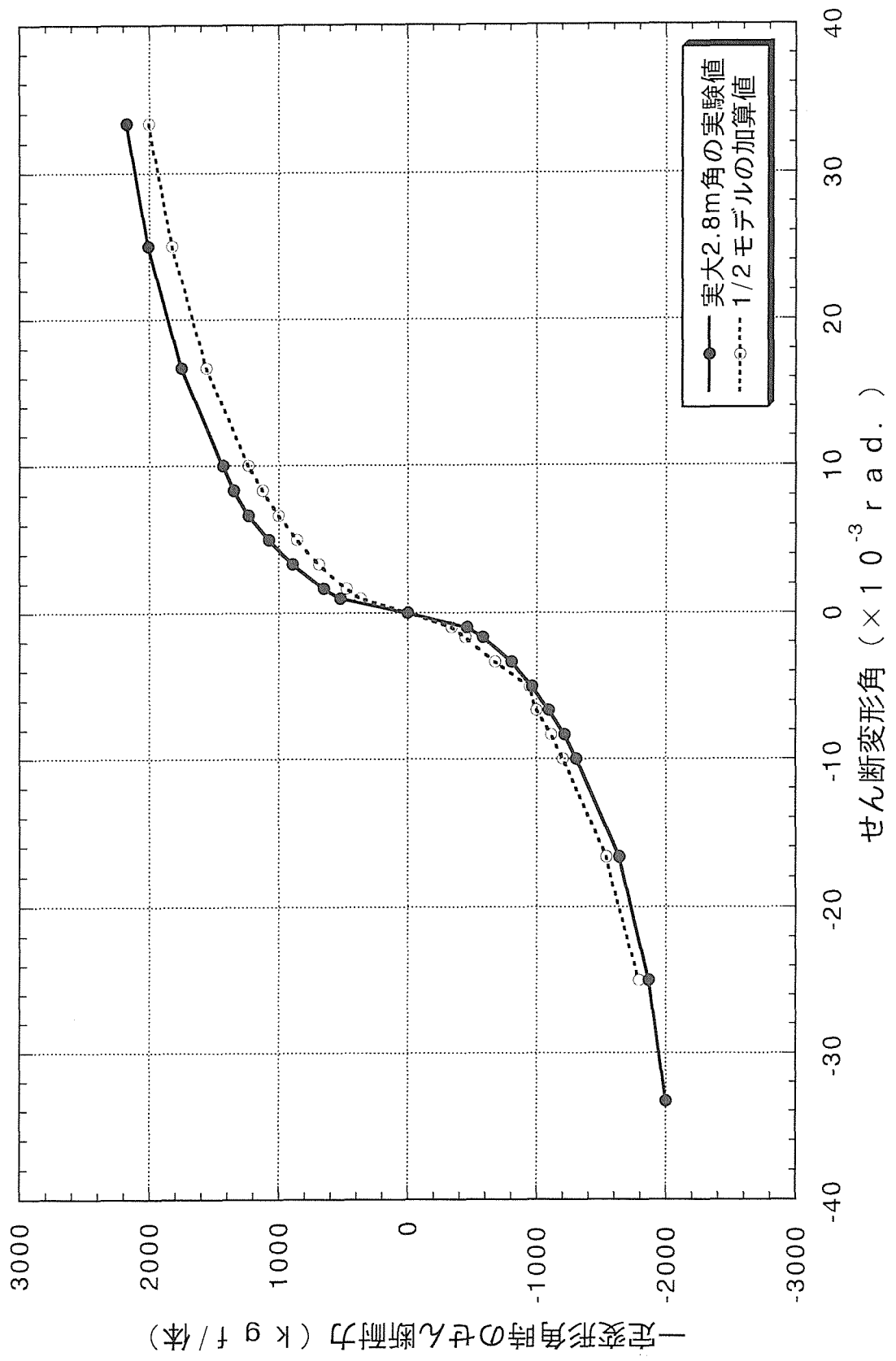


図5. 8 : 半欠き根太・剛床型の開口付き床のせん断耐力—変形角の抱絡線

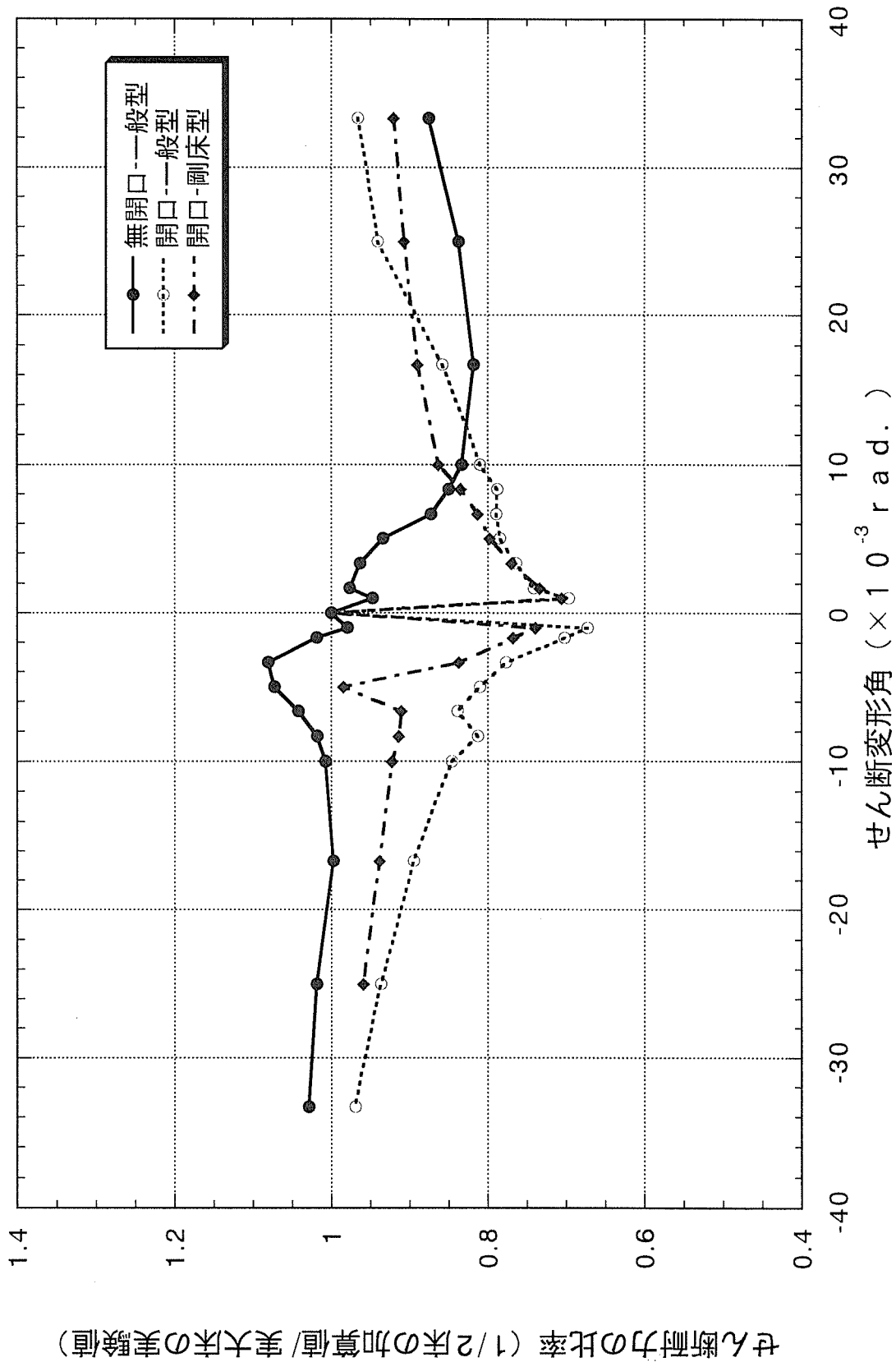


図5. 9 : 1 / 2モデルの実験加算値と実大試験値の比較

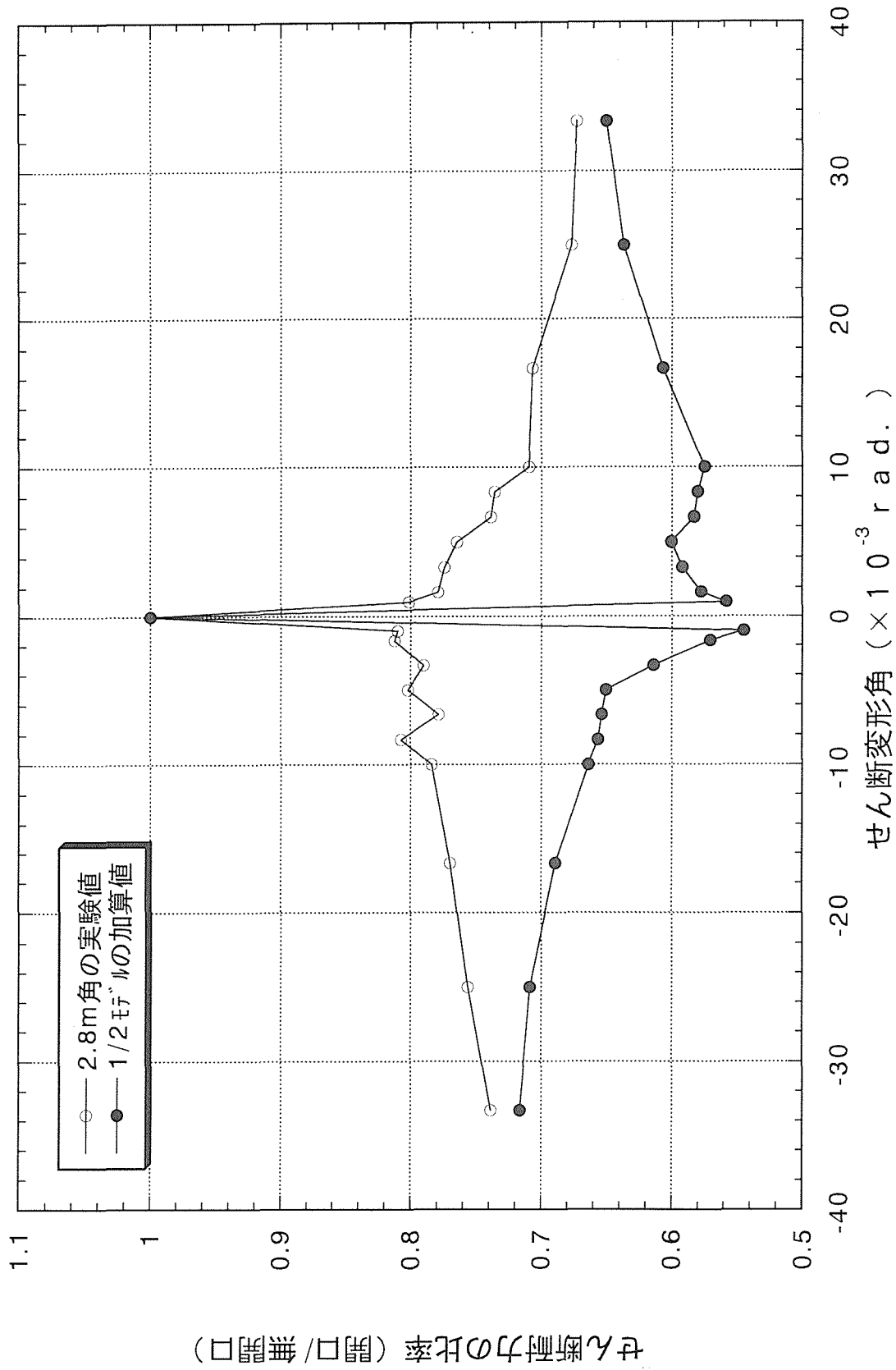


図5. 10 : 実大実験値と加算実験値による開口によるせん断耐力の低減比率 (半欠き根太一般型)

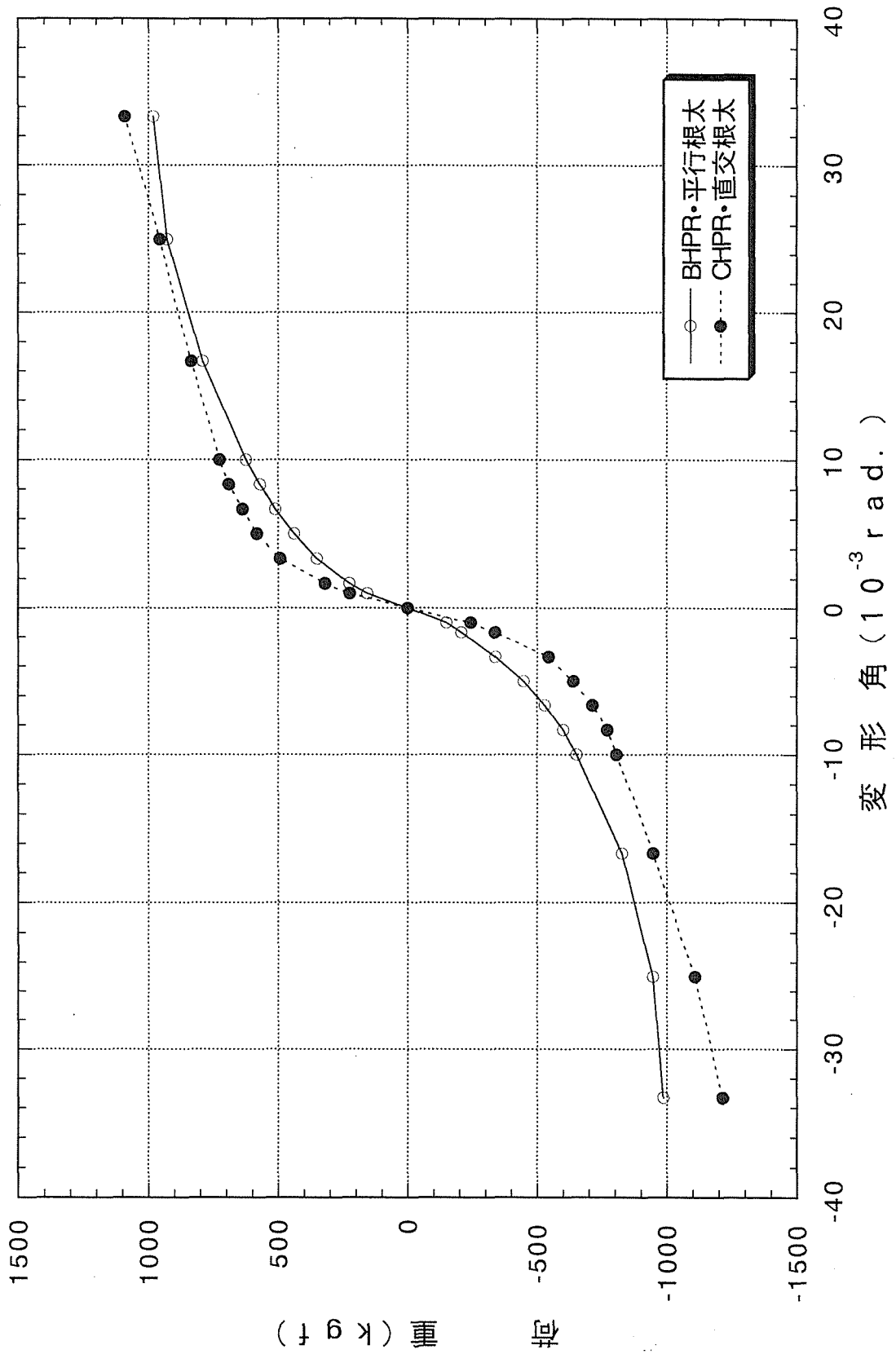


図5. 11 : 根太が平行と直交の場合のせん断耐力の抱絡線の比較

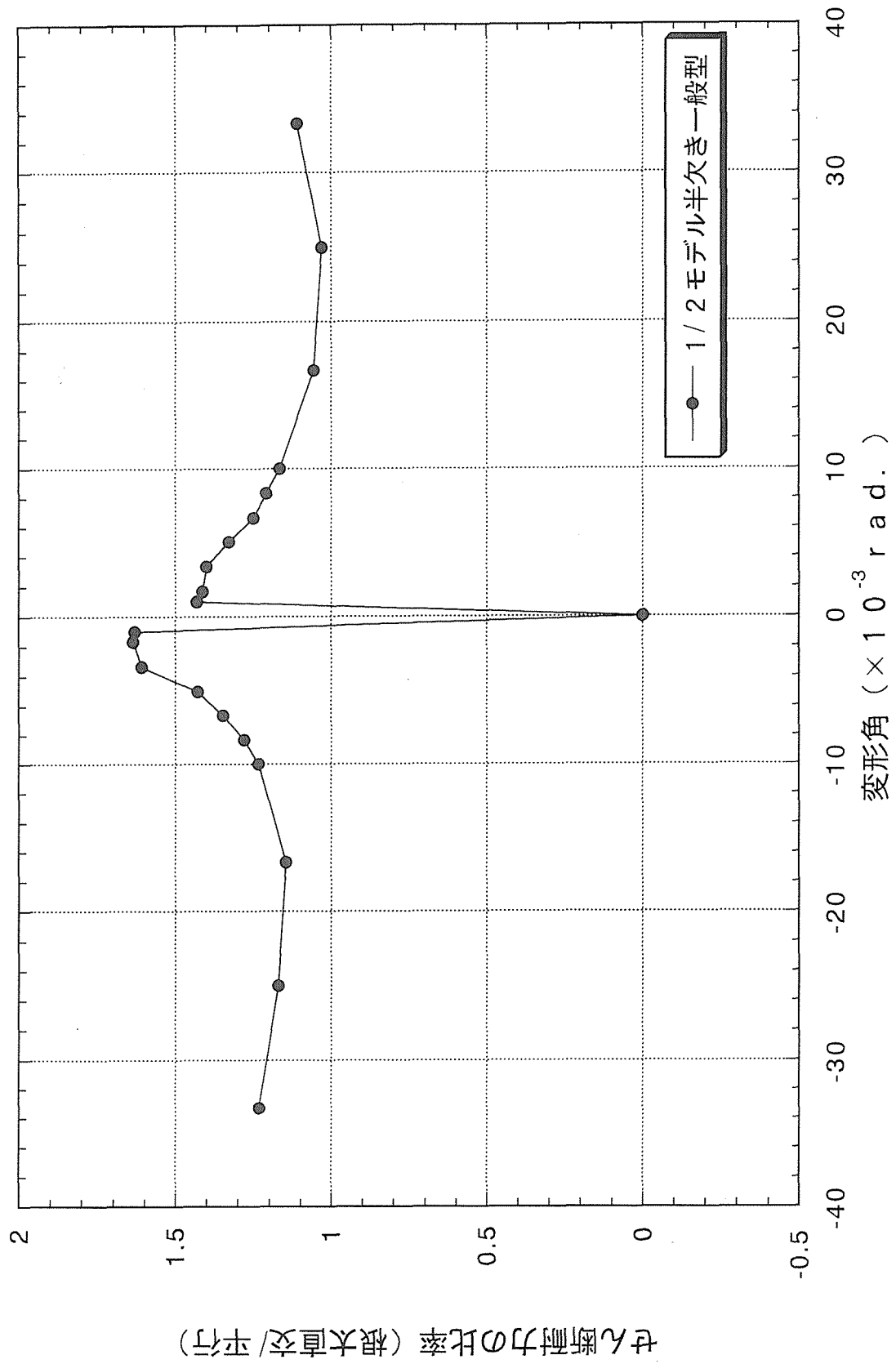


図5. 1 2 : 平行根太と直交根太のせん断耐力の比較 (平行 : 1.0)

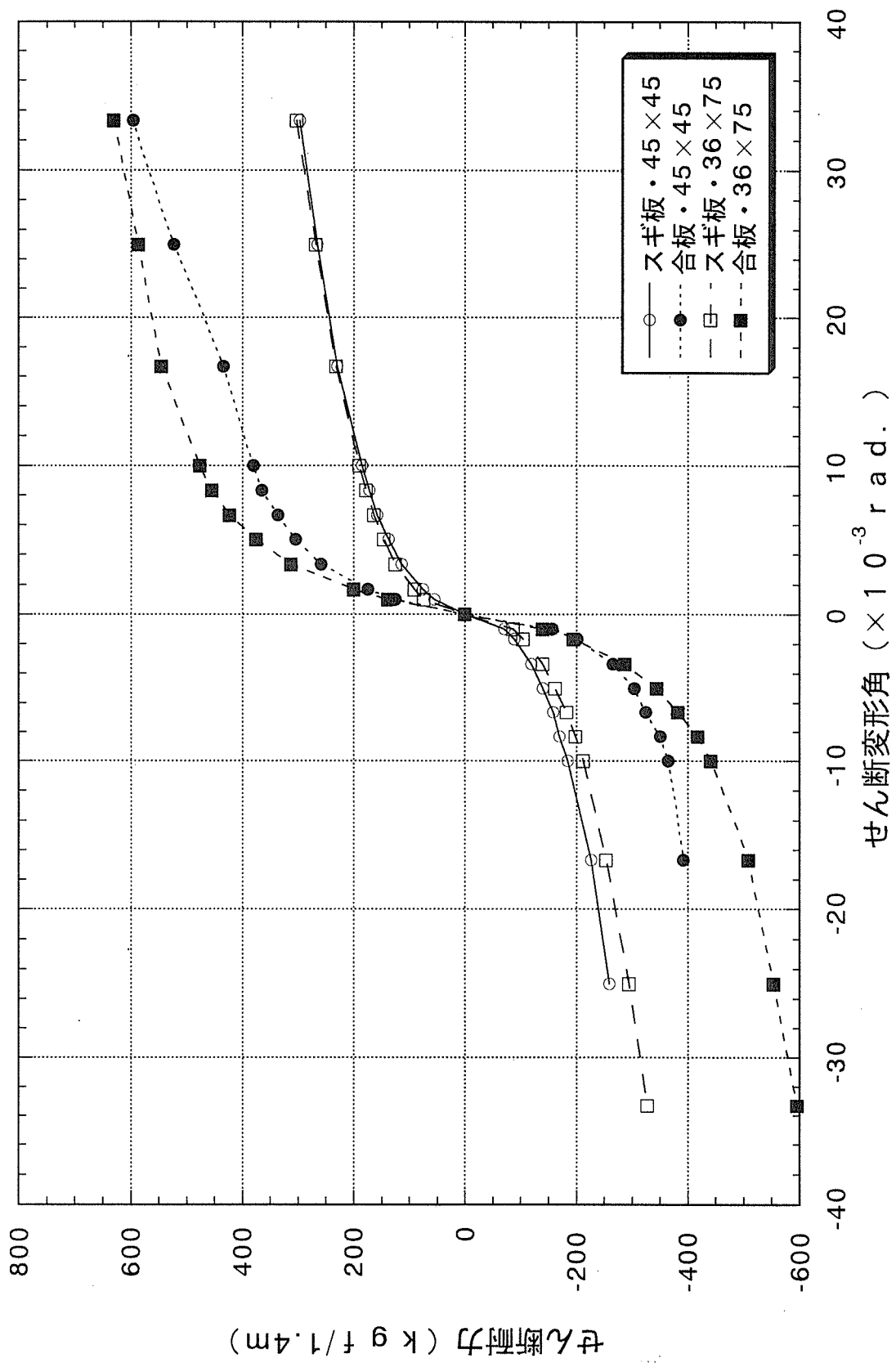


図5. 13 : 1.4 × 2.8m小屋組の一定変形時のせん断耐力抱絡線

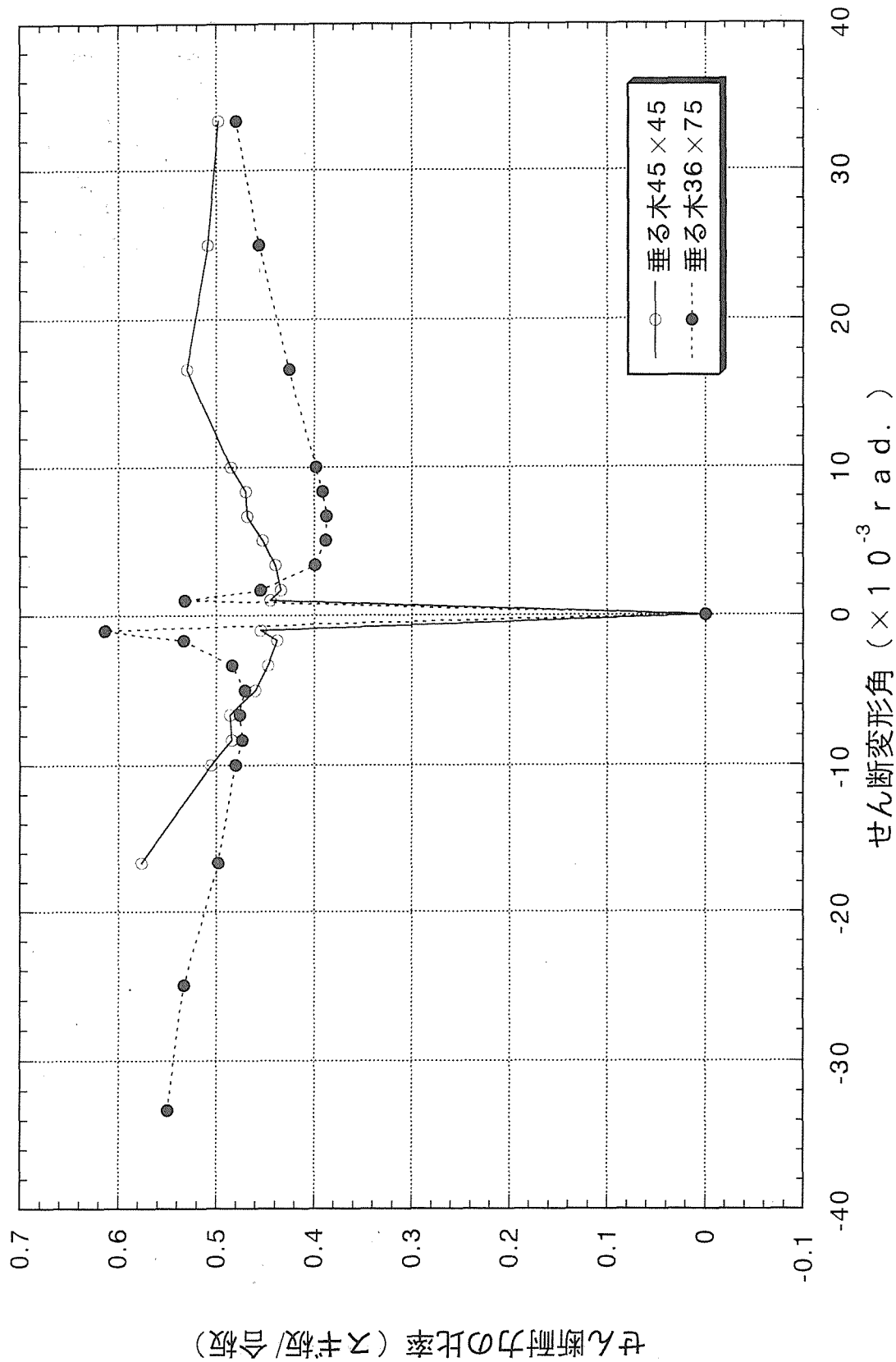
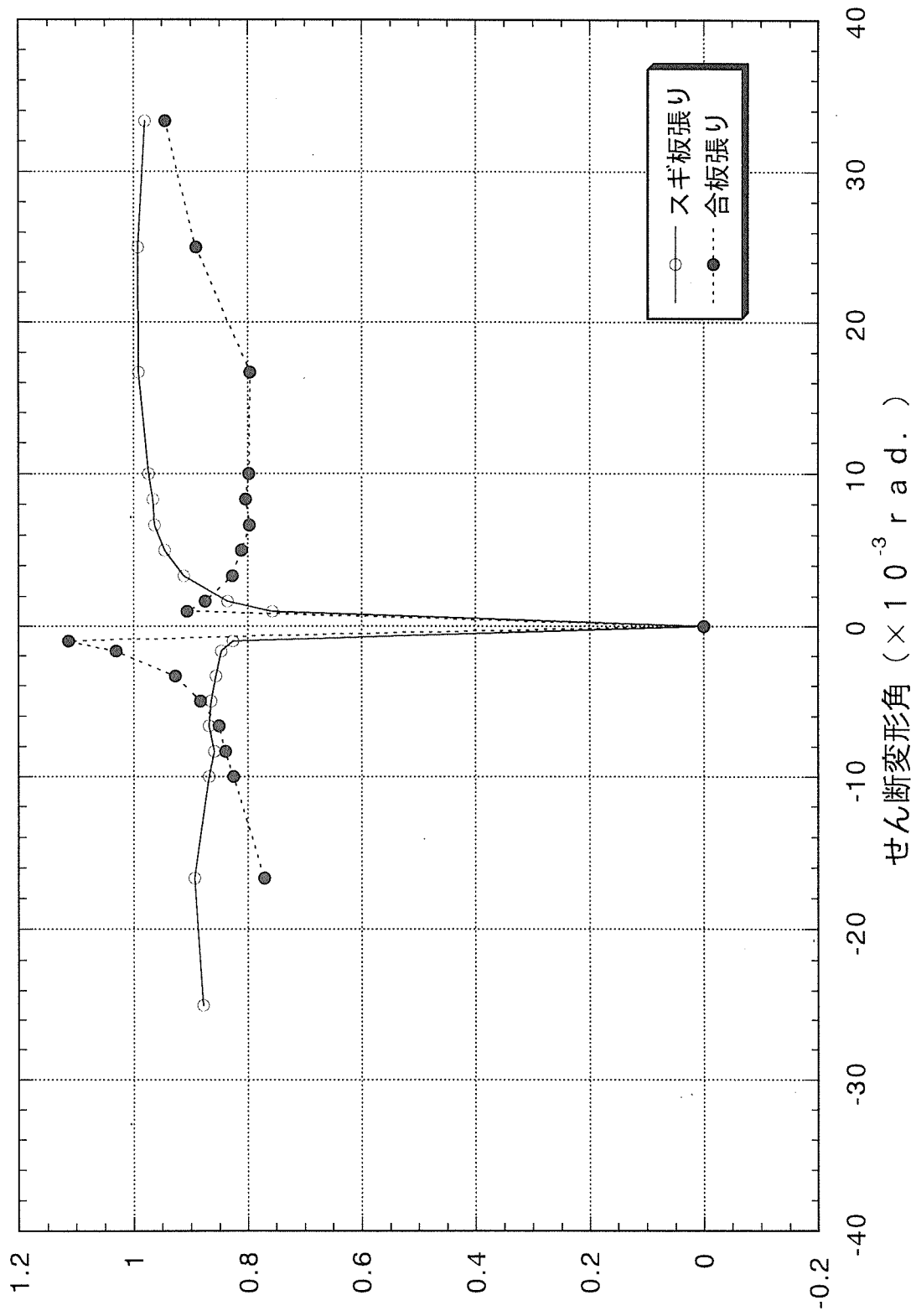


図5. 1.4 : 1.4 × 2.8m小屋組のスギ板張りと合板張り (9mm) のせん断耐力の比較 (合板; 1.0)



せん断耐力の比率 (垂る木45 x 45 / 36 x 75)

図5. 15 : 1.4 x 2.8m小屋組の垂る木サイズの比較 (36 x 75・2-N75 : 1.0)