

### 3. 3. 3 水平構面せん断性能試験

#### 1. 目的

I ジョイストを床根太や屋根垂木として使用した場合の床せん断性能は今までに明らかにされていない。本事業では木造住宅の水平構面に I ジョイストを使用した場合の床せん断性能を明らかにし、構造計算の指針とすることを目的として、床構面水平せん断試験を行った。

#### 2. 試験体

- (1) 試験体の詳細は、表 2. 1 及び図 2. 1 に示した。
- (2) 試験体の含水率は表 2. 2 に示す。また、含水率の測定は高周波式水分計により測定した。
- (3) 試験体仕様を表 2. 3 に示した。

表 2. 1 : 試験体の詳細

項目	仕様詳細
試験体寸法	幅 1,820×高 2,730mm (芯々寸法)
試験体記号	K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150-S
試験体数	3 体
仕口接合	仕口：大入れ蟻掛け
接合具	面材留め 名称：N50(JIS A 5508) 間隔：150mm 縁端距離：13mm
金物	根太受け 名称： 材質：
木材	桁－オウシュウアカマツ構造用集成材 (E95-F270)、105×240mm 梁－オウシュウアカマツ構造用集成材 (E95-F270)、105×150mm 根太－キーラムジョイスト (キーテック社製 53-302)
面材	構造用合板特類 2 級 寸法：910×1820mm 厚 15mm

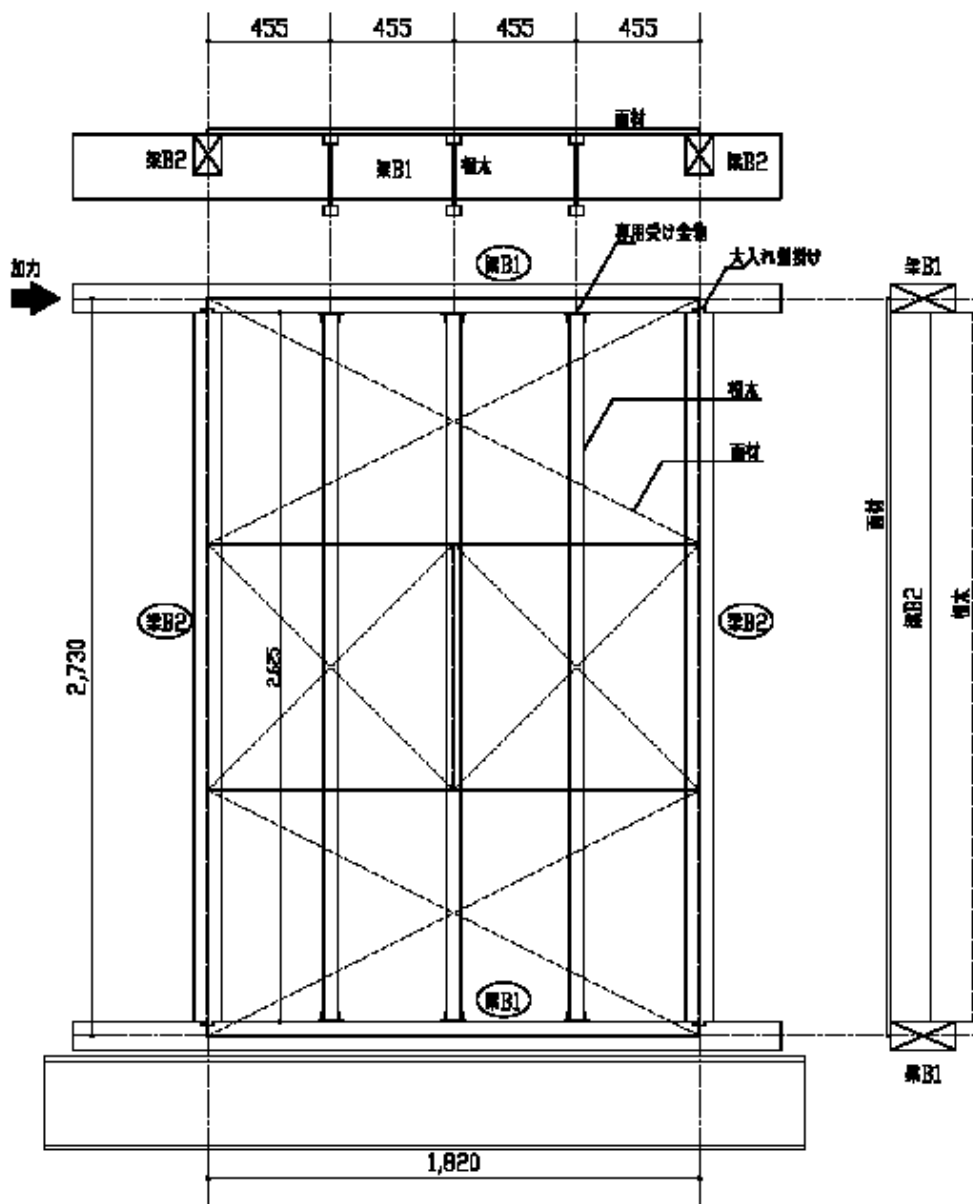
表 2. 2 : 試験体の含水率 (%)

試験体 No 部位	No. 1	No. 2	No. 3
梁	11.78	14.68	15.44

※含水率は試験体に使用している部材の平均値を示す。

I ジョイント床面内せん断試験 試験体

①



製品名称	K1-302F-115T6-N50@150
梁 B1	106 x 240 構造用集成材 E06-F270
梁 B2	106 x 150 構造用集成材 E06-F270
柱太(せい)方向)	K1 - 302mm (たて方向)
面材	構造用合板 t16 実つき
釘のピッチ	N50 @ 150 mm 川字打ち

図 2. 1 試験体詳細

表2.3 試験体仕様

試験体名	I-joist				合板				接合具		I-joist 金物	梁等級	数
	種類	梁せい	ピッチ	方向	等級樹種	厚み	実	受け材	種類	ピッチ			
WHA-CN50-15	TJI	302	455	たて	特類2級カラ・スギ	15	有		CN50	100	Simpson	E95	3
WHB-CN50-24	TJI	302		たて		24	有		CN50	100	山菱 302	E95	3
WHC-PF60-28	TJI	302		たて		28	有		ビス 60mm	100	山菱 302	E95	3
K1-H302-S455-PLY15-N50@150	K1	302		たて		15	有	なし	N50	150	山菱 302	E95	3
K1-H302-S455-PLY15-CN50@100	K1	302		たて		15	有		CN50	100	山菱 302	E95	3
K1-H241-S455-PLY15-N50@150	K1	241		たて		15	有		N50	150	山菱 241	E95	3
TJI-H302-S455-PLY15-N50@150	TJI	302		たて		15	有				山菱 302	E95	3
K1-H302-S455-PLY15-N50@150-Simpson	K1	302		たて		15	有				Simpson302	E95	3
K1-H241-S455-OSB15-CN50@100	K1	241		たて	OSB 2級	15	有		CN50	100	山菱 241	E95	3
K1-H241-S455T-PLY24G-CN50@75	K1	241		たて	特類2級 ALL スギ	24	無		CN50	75	山菱 241	E105	1
K1-H241-S455Y-PLY24G-CN50@75	K1	241		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無		CN50	75	山菱 241	E105	1
K1-H241-S455Y-PLY24G-N50@75	K1	241		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無		N50	75	山菱 241	E105	3
K1-H241-S455Y-PLY24G-N50@150	K1	241		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無		N50	150	山菱 241	E105	3
K1-H241-S455Y-PLY24U-N50@75	K1	241		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無	あり	N50	75	山菱 241	E105	3

試験体名	I-joist				合板				接合具		I-joist 金物	梁等級	数
	種類	梁せい	ピッチ	方向	等級樹種	厚み		種類	梁せい	ピッチ			
K1-H241-S455Y-PLY24U-N50@150	K1	241		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無	あり	N50	150	山菱 241	E105	3
K1-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	K1	302		よこ		15	無				山菱 302	E95	3
K1-H302-S455Y-PLY15G-E95-N50@150	K1	302		よこ	特類2級 ALL スギ	15	無				山菱 302	E95	1
K1-H302-S455Y-S24G-E105-240-N50@150	K1	302		よこ	特類2級 ALL スギ	24	無				山菱 302	E105	1
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150	K1	241		よこ		15	無				山菱 241	E105	3
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150-Simpson	K1	241		よこ		15	無				Simpson241	E95	3
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-PF49@150	K1	241		よこ		15	無		ビス 49mm	150	山菱 302	E95	3
K1-H241-S455Y-SK24G-E95-PF60@150	K1	241		よこ		24	無		ビス 60mm	150	山菱 302	E95	3
K3-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	K3	302		よこ		15	無				山菱 302	E105	3
K4-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	K4	302		よこ		15	無				山菱 302	E105	3
K2-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	K2	302		よこ		15	無				山菱 302	E105	3
K1-H302-S455Y-SK24G-E95-N50@150	K1	302		よこ		24	無				山菱 302	E105	3
TJI-H241-S455-PLY15-N50@150	TJI	241		よこ		15	無		N50	150	山菱 241	E105	3
TJI-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	TJI	302		よこ		15	無				山菱 302	E105	3
WHA-CN50-15-Y	TJI	302		よこ		15	無		N50	100	山菱 302	E105	3

試験体名	I-joist				合板				接合具		I-joist 金物	梁等級	数
	種類	梁せい	ピッチ	方向	等級樹種	厚み	実	受け材	種類	ピッチ			
WHB-CN50-24-Y	TJI	302		よこ		24	無		N50	100	山菱 302	E105	3
K1-H241-S455Y-OSB15G-E95-N50@150	K1	241		よこ	OSB 2 級	15	無		N50	150	山菱 241	E105	3
K1-H302-S910Y-SK15G-E95-N50@150	K1	302	910	よこ	特類 2 級カラ・スギ	15	無		N50	150	山菱 302	E105	3
K1-H241-S455Y-SK24G-E95-PF60@100	K1	302	455	よこ		15	無		ビス 60mm	100	山菱 241	E105	1
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-PF49@100	K1	302		よこ		24	無		ビス 49mm	100	山菱 241	E105	1
K1-H241-S455Y-OSB24G-E95-N50@150	K1	241		よこ	OSB 2 級	24	無		N50	150	山菱 241	E105	3

### 3. 試験方法

(1) タイロッド式の面内せん断試験の概要は、図3. 1に示す。

#### (2) 試験体の設置

試験体は、ターンバックル胴は最初にレンチ等である程度締め付け、その後ゆるめ、試験の初期時には手締め程度として、大きな拘束力を与えないこととする。試験体をM20ボルトで試験装置に強固に締め付けて固定する。

#### (2) 変位の計測

変位は、図3. 1に示す位置で、変位計（容量；500mm、出力： $200 \times 10^{-6}$  /mm）を取り付けて計測する。

#### (3) 荷重方法

加力は、正負交番繰り返し加力とし、繰り返し履歴は真のせん断変形角が1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30radの正負変形時で1回ずつ行う。

また最大荷重に達した後、最大荷重の80%の荷重に低下するまで加力するか、試験体の真のせん断変形角が1/15rad以上に達するまで加力する。なお、真のせん断変形角が1/15radを超えても最大荷重の80%まで荷重が低下しない場合には、真のせん断変形角1/15radを終局変形角とする。

#### (4) データの集録

変位計、ロードセルを静デジタルひずみ測定器、コンピュータシステムに接続して行う。

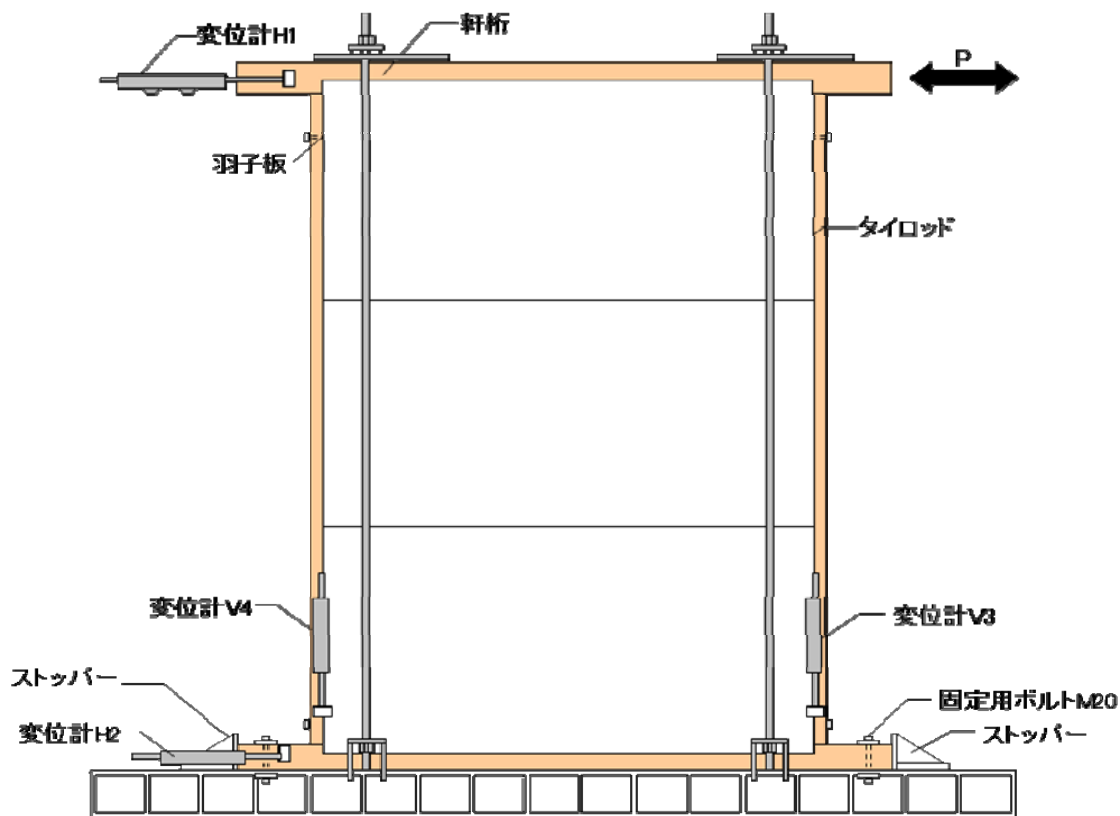


図3. 1：面材張り床水平構面の面内せん断試験

#### 4. 試験結果

一例として、〇〇〇〇について試験結果・荷重変位曲線・短期基準せん断耐力・破壊状況を示した。他の試験体については荷重変位曲線を示した。

(1) 試験時の最大荷重及びその時の変位、破壊状況は、表4. 1に示す。数値は試験体1体あたりである。

(2) 荷重－変位曲線は、図4. 1～図4. 4に示す。

(3) 主な破壊状況は、写真1～写真9に示す。

表4. 1：試験結果（試験体1体）

試験体記号	最大荷重	同左変位	破壊状況
	(kN)	(mm)	
K1-H241-S455Y-SK15G-E95 -N50@150-S-1	11.993	90.625	面材釘の引き抜け Iジョイストのねじれ
K1-H241-S455Y-SK15G-E95 -N50@150-S-2	11.993	89.520	
K1-H241-S455Y-SK15G-E95 -N50@150-S-3	11.592	90.735	
平均値	11.859	90.293	
標準偏差	0.232	0.672	

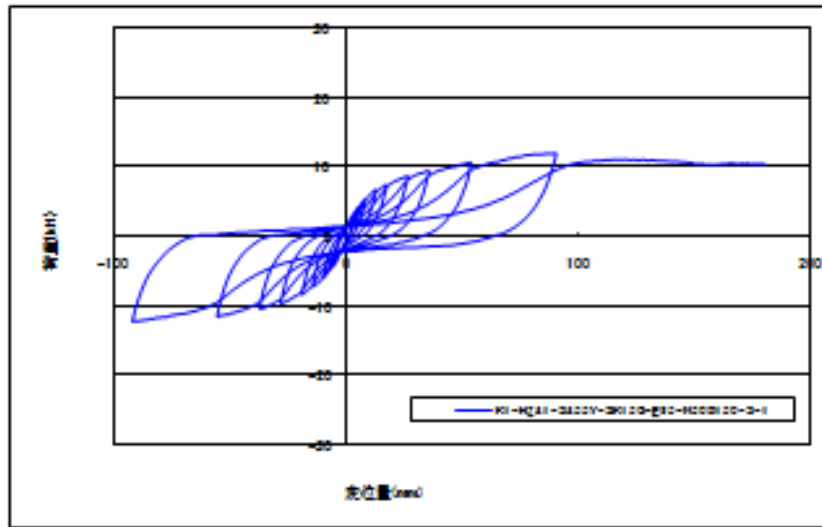


図4. 1: K1+Q41-S455Y-S15G-E95-N50#150-S-1の荷重-変位曲線

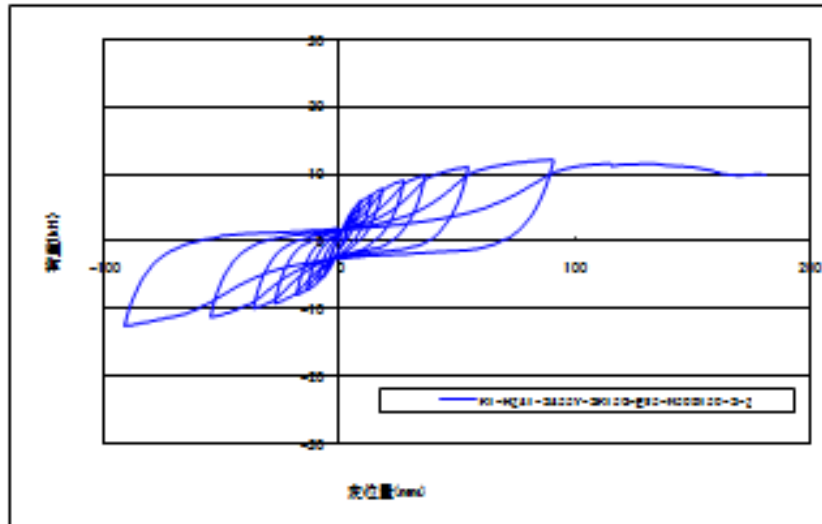


図4. 2: K1+Q41-S455Y-SK15G-E95-N50#150-S-2の荷重-変位曲線



図4. 3: K1+Q41-S455Y-SK15G-E95-N50#150-S-3の荷重-変位曲線



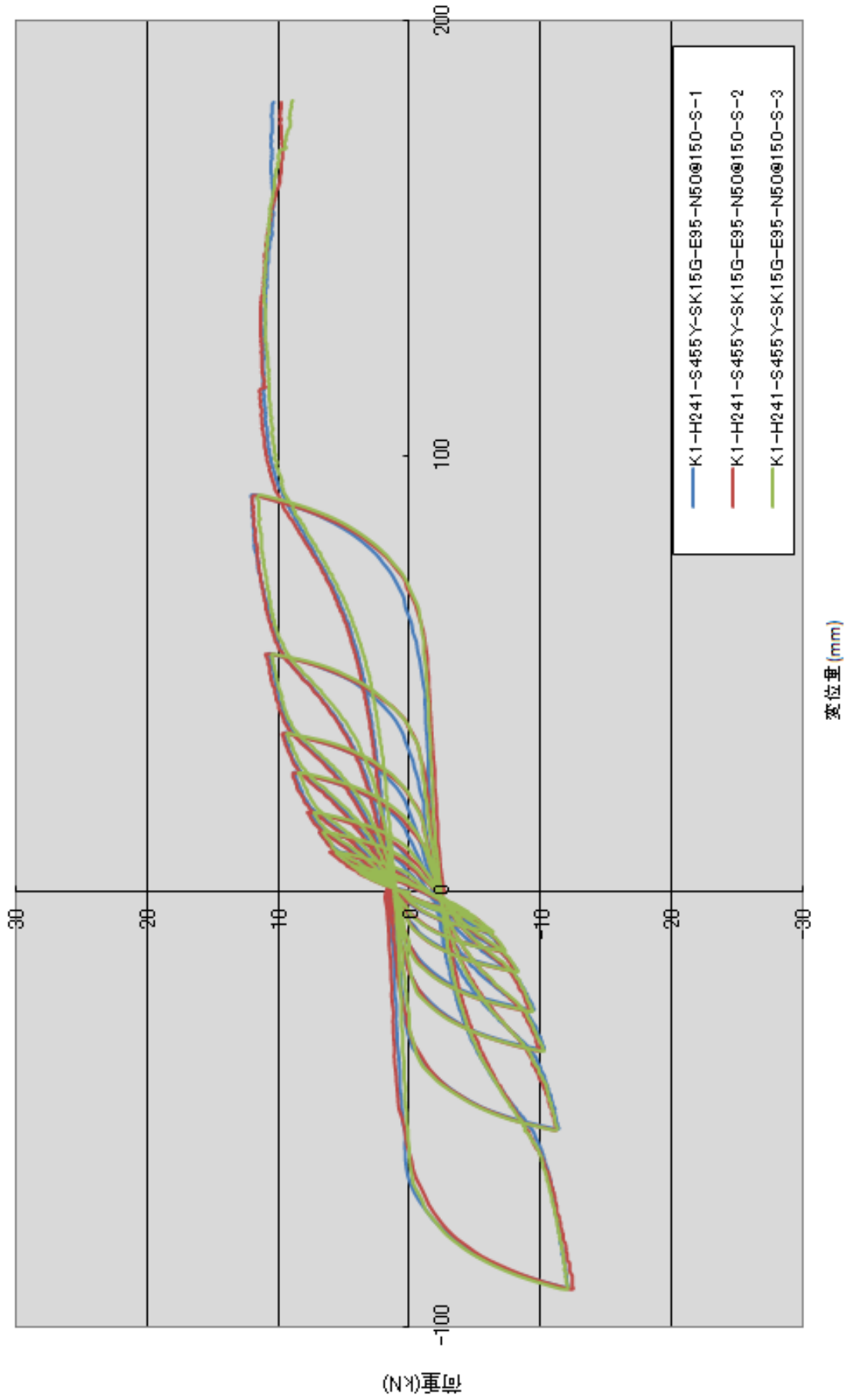


図 4. 4 : 面材張り床水平構面(K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150-S)の荷重 - 変位曲線

## 5. 短期基準せん断耐力の算出

### (1) 特性値の算出

荷重－変位曲線から完全弾塑性モデルにより降伏耐力  $P_y$  等の特性値を算出し、図 5. 1～図 5. 3、表 5. 1 に示す。表中の数値は試験体 1 体あたりである。

### (2) 短期基準せん断耐力は、下記の方法により算出する。

下記の①～④の試験荷重の平均値にばらつき係数を乗じた値のうち最も小さい値とする。

- ①降伏耐力  $P_y$
- ②終局耐力  $P_u \times (0.2 / D_s)$
- ③最大荷重  $P_{max}$  の  $2/3$
- ④特定変形時 ( $1/150 \text{ rad}$ ) の耐力

### (3) ばらつき係数は下式による。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot K$$

ここで、 $CV$ ；変動係数

$K$ ；信頼水準 75% の 50% 下側許容限界を求めるための定数  
(試験体数に依存し 3 体は  $K=0.471$ )

### (4) 算出した短期基準せん断耐力は、表 5. 2 に示す。

表 5. 2：面材張り床水平構面の短期基準せん断耐力

試験体記号	載荷方法	短期基準せん断耐力 (kN)
K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S	正負交番繰り返し加力	6.47

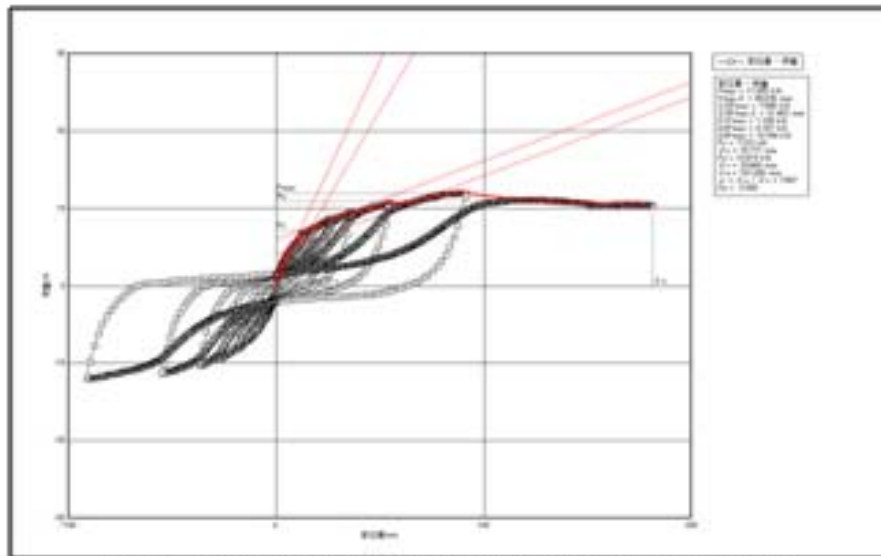


図 5. 1: K1+Q41-S455Y-SK15G-E95-N50@150-S-1の荷重-変位包絡線

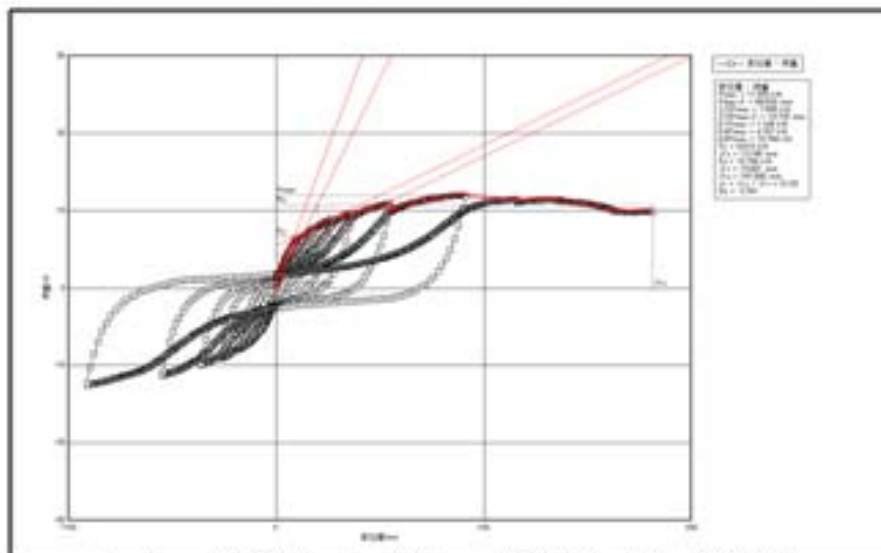


図 5. 2: K1+Q41-S455Y-SK15G-E95-N50@150-S-2の荷重-変位包絡線

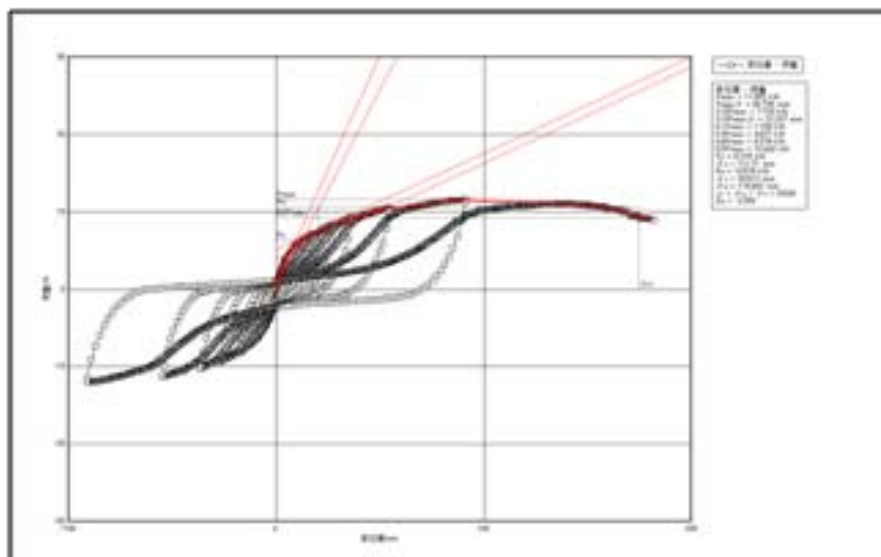


図 5. 3: K1+Q41-S455Y-SK15G-E95-N50@150-S-3の荷重-変位包絡線

表5.1: 面材張り床水平構面の面内せん断試験結果 (試験体1体)

項目	試験体記号			平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	50%下限値	P0
	1	2	3						
1/10Pm (kN)	1.199	1.199	1.159	1.186	0.023	0.019	0.991	1.17	
1/10 $\delta$ m (mm)	0.887	0.943	0.815	0.882	0.064	0.072	0.966	0.85	
2/5Pm (kN)	4.797	4.797	4.637	4.744	0.092	0.019	0.991	4.70	
2/5 $\delta$ m (mm)	7.242	6.047	6.709	6.666	0.599	0.090	0.958	6.38	
2/3Pm (kN)	7.995	7.995	7.728	7.906	0.154	0.019	0.991	7.83	7.83
2/3 $\delta$ m (mm)	21.452	19.725	22.237	21.138	1.285	0.061	0.971	20.53	
9/10Pm (kN)	10.794	10.794	10.433	10.674	0.208	0.020	0.991	10.58	
9/10 $\delta$ m (mm)	66.156	62.931	53.241	60.776	6.721	0.111	0.948	57.61	
Pm (kN)	11.993	11.993	11.592	11.859	0.232	0.020	0.991	11.75	
$\delta$ m (mm)	90.625	89.520	90.735	90.293	0.672	0.007	0.996	89.98	
$\delta$ u時荷重 (kN)	10.394	9.794	9.274	9.821	0.561	0.057	0.973	9.56	
$\delta$ u (mm)	181.080	181.500	174.942	179.174	3.671	0.020	0.990	177.44	
1/150Pm(kN)	7.502	7.770	7.283	7.518	0.244	0.032	0.985	7.40	7.40
1/150 $\delta$ (mm)	22.750	22.750	22.750	22.750	0.000	0.000	1.000	22.75	
降伏耐力 Py (kN)	7.152	6.610	6.274	6.679	0.443	0.066	0.969	6.47	6.47
$\delta$ y (mm)	15.777	12.185	12.171	13.378	2.078	0.155	0.927	12.40	
終局耐力 Pu (kN)	10.819	10.796	10.575	10.730	0.135	0.013	0.994	10.67	
Pu*(0.2/Ds)(kN)	8.146	8.965	8.475	8.529	0.412	0.048	0.977	8.33	8.33
初期剛性 K (kN/mm)	0.453	0.543	0.516	0.504	0.046	0.092	0.957	0.48	
降伏点変位 $\delta$ v (mm)	23.869	19.901	20.513	21.428	2.136	0.100	0.953	20.42	
塑性率 $\mu = \delta u / \delta v$	7.587	9.120	8.528	8.412	0.773	0.092	0.957	8.05	
構造特性係数 Ds	0.266	0.241	0.250	0.252	0.013	0.050	0.976	0.25	

<p>写真番号 1</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-1</p> <p>概要説明</p> <p>終局時の試験体</p> <p>Pmax= 11.993kN</p>	
<p>写真番号 2</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-1</p> <p>概要説明</p> <p>面材釘による I ジョイストのフランジの割裂</p> <p>Pmax= 11.993kN</p>	
<p>写真番号 3</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-1</p> <p>概要説明</p> <p>面材釘の引き抜け</p> <p>Pmax= 11.993kN</p>	

<p>写真番号 7</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-3</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>終局時の試験体全景</p> <p>Pmax= 11.592kN</p>	
<p>写真番号 8</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-3</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>面材釘の引き抜け</p> <p>Pmax= 11.592kN</p>	
<p>写真番号 9</p> <p>実験日時 平成 22 年 12 月 19 日 試験体記号 K1-H241-S455Y-SK15G -E95-N50@150-S-3</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>I ジョイストのねじれ</p> <p>Pmax= 11.592kN</p>	



仕様毎の結果

試験体名	決定耐力	1体目	2体目	3体目	ばらつき	P0	相当床倍率
WHA-CN50-15	Py	8.9	8.9	9.8	0.97	9.0	2.5
WHB-CN50-24	Py	10.3	9.9	11.2	0.97	10.2	2.8
WHC-PF60-28	Py	12.8	12.4	11.7	0.97	12.0	3.3
K1-H302-S455-PLY15-N50@150	Py	8.9	9.2	10.0	0.97	9.1	2.5
K1-H302-S455-PLY15-CN50@100	1/150rad	11.1	11.9	10.3	0.96	10.8	3.0
K1-H241-S455-PLY15-N50@150	Py	8.8	9.4	9.8	0.97	9.1	2.5
TJI-H302-S455-PLY15-N50@150	Py	8.7	9.2	7.8	0.96	8.2	2.2
K1-H302-S455-PLY15-N50@150-Simpson	Py	8.4	10.2	9.1	0.95	8.8	2.4
K1-H241-S455-OSB15-CN50@100	Py	12.3	10.7	11.0	0.96	10.9	3.0
K1-H241-S455T-PLY24G-CN50@75	Pu*(0.2/Ds)	11.9	-	-	-	-	3.3
K1-H241-S455Y-PLY24G-CN50@75	Py	9.3	-	-	-	-	2.6
K1-H241-S455Y-PLY24G-N50@75	Py	9.9	9.4	10.1	0.98	9.6	2.6
K1-H241-S455Y-PLY24G-N50@150	Py	7.4	6.9	6.7	0.98	7.0	1.9
K1-H241-S455Y-PLY24U-N50@75	Py	12.1	11.6	13.0	0.97	11.9	3.3
K1-H241-S455Y-PLY24U-N50@150	Pu*(0.2/Ds)	9.3	10.7	10.6	0.96	9.9	2.7
K1-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	Py	7.9	7.9	8.3	0.98	7.9	2.2
K1-H302-S455Y-PLY15G-E95-N50@150	Py	7.2	-	-	-	-	2.0
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150	Py	6.3	6.5	6.4	0.99	6.4	1.7
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-N50@150-Simpson	Py	7.1	6.6	6.2	0.96	6.4	1.7
K1-H241-S455Y-SK15G-E95-PF49@150	Py	10.6	10.5	9.5	0.97	9.9	2.7
K1-H241-S455Y-SK24G-E95-PF60@150	Py	12.8	13.0	13.4	0.98	12.9	3.6
K3-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	Py	7.8	8.4	7.9	0.98	7.9	2.2
K4-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	Py	7.6	7.6	7.2	0.98	7.4	2.0
K2-H302-S455-PLY15-N50@150	Py	8.0	7.7	7.9	0.99	7.8	2.1
K1-H302-S455Y-SK24G-E95-N50@150	Py	8.2	7.8	7.6	0.98	7.7	2.1
TJI-H241-S455-PLY15-N50@150	Py	7.0	7.6	9.0	0.94	7.4	2.0
TJI-H302-S455Y-SK15G-E95-N50@150	Py	8.9	8.2	9.4	0.96	8.5	2.3
WHA-CN50-15-Y	Py	9.7	8.5	9.4	0.96	8.9	2.5
WHB-CN50-24-Y	Py	8.9	8.5	8.7	0.99	8.7	2.4
K1-H241-S455Y-OSB15G-E95-N50@150	Py	9.1	8.7	9.0	0.98	8.8	2.4
K1-H302-S910Y-SK15G-E95-N50@150	Py	5.3	5.2	5.4	0.99	5.2	1.4
K1-H241-S455Y-OSB24G-E95-N50@150	Py	7.0	8.2	7.8	0.96	7.4	2.0