ブロック模型におけるゴムマットとホゾが振動特性に及ぼす効果と相似則について

水田 洋司¹・伊井 洋和²・浅田 潤一郎³・河村 裕之⁴・
奥村 宏敬⁵・片桐 康博⁶

¹フェロー会員 九州産業大学教授 建築都市工学部都市デザイン工学科
(〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1)

E-mail: mizuta@ip.kyusan-u.ac.jp

²正会員 三省水工(株) 西日本支店(〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 3 丁目 3 番 3 号)

E-mail: h-ii@sanshosuiko.co.jp

³三省水工(株) 技術研究所(〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 3 丁目 3 番 3 号)

⁴正会員 三省水工(株) 技術研究所(〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 3 丁目 3 番 3 号)

⁵西武ポリマ化成(株) 名古屋工場(〒483-8145 愛知県江南市小郷町西ノ山 55)

⁶エイコーコンサルタンツ(株)(〒815-0031 福岡市南区清水 1 丁目 14 番 20 号 AEC ビル)

本論文では、ホゾ有り直方体ブロック模型とホゾ無し直方体ブロック模型を使用し、ホゾとゴムマットが振動特性に及ぼす影響について検討した。また、ブロック模型による振動台実験の相似則が実際の状況に合致しないため、ブロック模型に適用できる相似則についても検討した。用いた模型は縮尺の異なる2種類の直立消波ブロック模型である。直方体ブロック模型の振動台実験からホゾは耐震性を向上させる効果があること、縮尺の異なる2種類の直立消波ブロック模型の振動台実験から得られた共振振動数と応答加速度の比較から、ブロック模型に適した相似則があることを確認することができた。

Key Words : shaking table, model experiment, similarity rule, rubber mat, mortise

1. 序論

港湾・海岸・漁港等の防波堤・護岸・岸壁等の施設を構築する構造体に広く用いられている工法として、コンクリートブロック多段積み構造がある。このコンクリートブロック多段積み構造について、著者らは前報の文献1), 2), 3) にて、ブロック模型間にゴムマットを設置することで耐震性を向上させる方法の提案と振動台模型実験について報告し、ゴムマット設置効果として、摩擦力を高めて滑動を抑制する効果や共振振動数を下げる効果などを確認した。前報の文献1) では、ホゾのある直立消波ブロック模型とホゾの無い直方体ブロック模型を実験に使用しており、両者の形状が大きく異なっているため、ホゾとゴムマットの振動特性に及ぼす効果を単純に比較するのが困難であった。このため、本研究では、ホゾの無い直方体ブロックとホゾのある直方体ブロックを用いて、前報の文献1), 2) と同様な振動台実験を実施し、ホゾとゴムマットが振動特性に及ぼす影響について検証した。また、相似則についても検討している。港湾・海岸系の水理模型実験にはフルード則が広く用いられており、

土構造系の模型実験では、文献5) のような相似則が使用されている。本研究の振動台模型実験では、水や土などの影響のない構造体だけで構成されていることから、著者らは、文献1), 2), 3) にてBuckinghamの π 定理⁴⁾を使用して相似則を算出した。しかし、Buckinghamの π 定理を使用した場合には加速度の相似率が、模型寸法/実構造寸法となり、非常に大きな加速度で模型実験を実施しないと実情に合致せず、問題となっていた。このように、模型による振動台実験は相似則に則った条件設定が難しく、本研究における振動台実験で使用するコンクリートブロック模型に対して適用できる相似則の研究が不十分であった。そこで、本研究では、縮尺の異なる2種類の直立消波ブロック模型を使用し、コンクリートブロック模型に適用できる相似則についても検討した。

2. 直方体ブロックの振動台模型実験

(1) コンクリートブロック模型

本実験に用いた模型のうち、直方体ブロック模型は文

献1), 2)と同様に実構造物の1/25とし, ホゾ無し・有りのコンクリート製の2種類を作成した. 直方体ブロック模型の諸元を表-1に, 模型形状を図-1(a), (b)に示す. ホゾ無し直方体ブロック模型の平均重量は0.022 kNであり, ホゾ有直方体ブロック模型の平均重量は0.023 kNであった. また, 直方体ブロックのホゾ形状を, 表-2, 図-2に示す.

(2) ゴムマット模型

本実験で使用したゴムマットの諸元を表-3に示す. ゴムマットの厚さは実構造で25 mmに相当する1 mmであり, 硬さは軟らかいA51と硬いA81の2種類を使用した. ゴムの硬さはJIS K6253-3を参考に一般的な試験方法であるスプリング方式のタイプAデュロメータ試験機(文献2) p.1210参照)を用いて計測した.

(3) 直方体ブロック模型設置状況

直方体ブロックの振動台模型実験の実験状況図を図-3(a), (b)に示す. また, 振動台模型実験の測定機器の

表-1 ブロック模型の諸元

スケール		ホゾ無し直方体ブロック		ホゾ有直方体ブロック	
		実構造	模型	実構造	模型
		1/1	1/25	1/1	1/25
奥行き(B)	m	4.500	0.180	4.500	0.180
幅(L)	m	2.000	0.080	2.000	0.080
高さ(H)	m	1.700	0.068	1.700	0.068
体積(V)	m ³	15.300	0.00098	15.255	0.00098
重量(W)	kN	352	0.022	351	0.023

※実構造の躯体の重量は単位体積重量 $w=23\text{kN/m}^3$, 模型の躯体は計測した平均値

(a) ホゾ無し直方体
ブロック模型

(b) ホゾ有直方体
ブロック模型

図-1 実験模型の形状

表-2 直方体ブロックのホゾの諸元

ホゾの形状寸法		実構造	模型
		1/1	1/25
上面凸ホゾ	b1	550	22
	h1	150	6
下面凹ホゾ	b2	600	24
	h2	175	7

※単位:mm

(a) 凸ホゾ

(b) 凹ホゾ

図-2 ホゾの形状寸法

設置状況を写真-1に示す. 振動台実験には九州産業大学振動実験室に設置されている振動台(IMV:DS-2000-15L)を使用した. 直方体ブロック模型は, 振動台に固定された鋼製防護枠上に設置しており, 振動台は, 水平方向に加振した. 振動計測には加速度計(共和電業:AS-2GB)を使用した. 水平方向加速度計は直方体ブロック模型の前面部に, 鉛直方向加速度計は最上段のブロック模型の上面に取り付けた. 直方体ブロック模型による実験ケースを表-3に示す.

実験ケースはホゾ無し直方体ブロック5段積みを実験ケース-I, ホゾ有直方体ブロック5段積みを実験ケース-IIとした. ここで, ホゾ無し直方体ブロックにはブロック間にゴムマットを設置したケースとして, ブロック模型底面にゴムマットを貼り付けたCASE-III, IVを実施した.

(a) 実験状況正面図

(b) 実験状況側面図

図-3 実験状況図

写真-1 模型の設置状況及び測定機器の設置状況

表-3 ゴムマットの諸元及び実験ケース

CASE	模型形状	ゴムマット 設置状況	ゴムマット			
			硬さ 目盛	ばね力 N	せん断弾性係数 N/mm ²	ヤング係数 N/mm ²
CASE-I	直方体ホゾ無し	ゴムマット無し	—	—	—	—
CASE-II	直方体ホゾ有	ゴムマット無し	—	—	—	—
CASE-III	直方体ホゾ無し	A51 厚さ1mm	A51	4.375	0.880	2.640
CASE-IV	直方体ホゾ無し	A81 厚さ1mm	A81	6.625	2.100	6.300

※ゴム硬さの目盛はJIS K 6253-3におけるタイプAデュロメータ試験機による

ゴムマットの設置状況を写真-2に示す。ゴムマットの貼り付けには両面テープを使用し、ゴムマット中央部に部分的に貼り付けた。CASE-IIIはA51のゴムマット、CASE-IVはA81のゴムマットを貼り付け、ホゾ無し直方体ブロックを使用する5段積みとした。また、模型の周辺にはブロック模型の落下による振動台への損傷を防ぐための防護枠を設置し、側面には連続性を考慮して文献1)と同様に緩衝材(スポンジ)を設置した。

(4) 実験1(正弦波加振実験: スイープ実験)

直方体ブロック振動台模型実験は表-3に示すような実験ケースとし、実験1では模型の振動特性を調べるために、面外水平方向の正弦波の振動数を連続的に変化させて加振する振動実験(以下、スイープ実験と呼ぶ)を実施した。スイープ実験の振動台加振条件は、加速度振幅を50 gal, 加振振動数を1 Hz~100 Hzまでの1 Hz刻み、滞留時間(任意Hzでの加振時間)を15秒とした。直方体ブロック模型のスイープ実験の結果を図-4、図-5に示す。図-4は最上段の5段目における水平方向応答加速度と振動台の水平加速度との比を表す応答倍率を示す。図-5は最上段の5段目における鉛直方向応答加速度と振動台の水平加速度との比を表す応答倍率を示す。

(5) 実験2(共振振動数と減衰定数: 自由振動実験)

表-4は各ケースの共振振動数と減衰定数の結果を示す。減衰定数は各ケースの共振振動数における自由振動実験(加振振幅50 gal, 滞留時間20 secで加振し、その

写真-2 ゴムマットの設置状況

図-4 実験1 スイープ実験(水平方向応答倍率)

後加振を止める: 自由振動)により求めた。図-4、表-4の結果から、文献1)、2)と同様にゴムマットを設置すると共振振動数が下がり、ゴムマットは硬いA81より軟らかいA51の方が共振振動数は低くなることが確認された。軟らかいA51のゴムマットでは、水平応答加速度がゴムマット無しより大きくなっており、硬いA81のゴムマットでは、ゴムマット無しより水平応答加速度が小さくなっていることから、ゴムマットを設置する場合は硬いゴムマットの方が適していることが確認された。ゴムマット無しのケースにおいて、ホゾ有り直方体はホゾ無し直方体に比べて共振振動数が27%小さくなった。これは、ホゾ有り直方体はホゾがあるため接地面積が小さくなり、水平方向の剛性が変わったためと考えられる。図-4、図-5から、ホゾ有り直方体ブロックの鉛直方向応答倍率は水平方向応答倍率に比べると小さく、鉛直方向の影響については問題ないと考えられる。CASE-IIは共振時に鉛直方向の振動が加振加速度と同程度(50gal)表れている。また、表-4の結果から、減衰定数はゴムマット有りの場合は値が大きくなるものの、各ケース共に同程度であることから、ゴムマット設置の効果やホゾの有無による減衰効果にあたる影響は少ないと考えられる。

(6) 実験3(滑動実験)

水平方向の強制振動での崩壊状況を調べるために滑動実験を実施した。滑動実験は正弦波加振加速度を400 galに増幅させて5 Hz~10 Hzまでは1 Hz刻み、10 Hz~50 Hzは10 Hz刻み、滞留時間は20秒で加振し実験した。実験ケースは実験1と同様のケースでCASE-I~IVの4ケースとした。滑動実験における各ケースの加振条件と滑動水平変位の結果を表-5に示す。表-5に示す変位は、前方変位(-)が実験模型の前面側の変位であり、後方変位(+)が実験模型の背面側への変位である。表-5の

図-5 実験1 スイープ実験(鉛直方向応答倍率)

表-4 共振振動数と減衰定数

CASE	模型形状	ゴムマット諸元		共振振動数 Hz	減衰定数(h)
		硬さ 目盛	厚さ mm		
CASE-I	直方体ホゾ無し	ゴムマット無し		71	0.011
CASE-II	直方体ホゾ有り	ゴムマット無し		52	0.010
CASE-III	直方体ホゾ無し	A51	1mm	29	0.015
CASE-IV	直方体ホゾ無し	A81	1mm	47	0.012

変位の値は各振動ケースにおいて加振後の全ブロックの中で、前面側・背面側にそれぞれ最も大きく変位したブロックの最大変位値である。また、最上段の水平方向応答加速度と振動台の水平方向応答加速度との比を表す応答倍率を図-6に示す。ここで、ゴムマット無しのホゾ無し直方体は、前報の文献2)では6 Hz～40 Hzの全ての振動数で大きく滑動していたが、本実験では20 Hz付近の場合に大きく滑動したものの他の振動数では、あまり大きく滑動しなかった。これについては、ホゾ無し直方体のゴムマット無しのケースは本実験であまり滑動しなかった振動数でも文献2)では滑動していることから、模型表面の状況が年月の経過により変化し、滑動する振動数に影響していると考えられる。この移動現象はコンクリートブロックが浮き上がったように移動しておこる現象であり、機械分野のジャンピング現象に似ている。コンクリートブロック表面の摩擦に関係していると考えられるが、そのメカニズムを理論的に解明するに致っていない。今後の検討課題である。ホゾ無し直方体にゴムマットを設置した場合は、5 Hz～8 Hz間と40 Hz～50 Hz間では安定となるが、9 Hz～30 Hz間ではゴムマット無しより不安定となった。また、全体的に最も変位を抑えたのはホゾ有り直方体のゴムマット無しの場合であり、ホゾのみでも耐震性の向上効果が得られていることが確認された。さらに、図-6の応答倍率の結果から、本実験では30 Hz～50 Hz付近はゴムマット設置により、応答倍率比を下げる効果が見られるものの、10 Hz～20 Hz付近はゴムマット設置により応答倍率が大きくなる影響が確認された。

3. 振動台模型実験による相似則の検討

(1) 振動実験における相似則

表-6における相似則は文献5)を参考にして、長さの縮尺を模型(m)/実構造物(p) = λ として、まとめたものである。文献5)によれば、相似則Aと相似則Bは応力・ひずみ状態が同一であるという条件で導かれたものであり、相似則Aの場合は模型(m)と実構造物(p)が同じ材料であれば、密度(ρ)の縮尺は、 $\rho_m/\rho_p=1$ と

なり、重力加速度(g)、及び振動数(f)の縮尺はそれぞれ、 $g_m/g_p=1/\lambda$ 、 $f_m/f_p=1/\lambda$ となる。これは、Buckinghamの π 定理で導かれた相似則と同様であり、模型では重力加速度を $1/\lambda$ 倍する必要がある。この場合には遠心力を利用した実験方法で、模型実験でも実構造物の再現が可能とされている。相似則Bの場合は模型と実構造物が同じ重力場であるとすれば、重力加速度(g)の縮尺は $g_m/g_p=1$ となり、密度(ρ)の縮尺は、 $\rho_m/\rho_p=1/\lambda$ となり、振動数(f)の縮尺は、 $f_m/f_p=1/\sqrt{\lambda}$ となり、模型の密度を $1/\lambda$ 倍する必要があることになり、次元により質量を算出すると質量(m)の縮尺は $m_m/m_p=\lambda^2$ となる。このため、小さな模型縮尺での実験は困難である。相似則Cの場合は、模型において重力加速度がコントロールできないとすれば、応力(σ)の縮尺は、 $\sigma_m/\sigma_p=\lambda$ の条件が与えられるとし、ひずみ(ε)の縮尺は、 $\varepsilon_m/\varepsilon_p=\sqrt{\lambda}$ とすれば、力の比は振動数(f)の縮尺が、 $f_m/f_p=1/\lambda^{0.75}$ により満足されらるとしている。相似則Cは、主に土構造における振動台実験に用いられている相似則である。このように、振動台実験においては相似率による条件を完全に整えて模型を準備し、実構造物を再現する実験を実施することは困難である。よって、本研究では、縮尺の異なるコンクリートブロックを使用し、相似率による条件を完全に整えることが難しいような振動台実験を実施した場合に、模型と実構造物との振動数の相似率に対して、どのような相似則が適しているか検討した。

(2) 直立消波ブロック模型設置状況

相似則の検討には、縮尺の異なる2種類のコンクリー

図-6 実験3 滑動実験応答倍率(水平方向)

表-6 相似則

相似則			
	相似則Aの相似率	相似則Bの相似率	相似則Cの相似率
長さ	λ	λ	λ
質量	λ^3	λ^2	λ^3
密度	1	$1/\lambda$	1
時間	λ	$\sqrt{\lambda}$	$\lambda^{0.75}$
加速度	$1/\lambda$	1	1
変位	λ	λ	$\lambda^{1.5}$
ひずみ	1	1	$\sqrt{\lambda}$
振動数	$1/\lambda$	$1/\sqrt{\lambda}$	$1/(\lambda^{0.75})$
応力	1	1	λ
断面積	λ^2	λ^2	λ^2

※表中の相似率 λ は「模型/実構造物」を示す

表-5 実験3 滑動実験結果(水平変位)

加振条件		滑動実験ケース							
加速度 gal	振動数 Hz	CASE-I ゴム無しホゾ無し		CASE-II ゴム無しホゾ有り		CASE-III ゴム1mmA51ホゾ無し		CASE-IV ゴム1mmA81ホゾ無し	
		後方変位 (mm)	前方変位 (mm)	後方変位 (mm)	前方変位 (mm)	後方変位 (mm)	前方変位 (mm)	後方変位 (mm)	前方変位 (mm)
400	5	+2	-4	+0	-5	+0	+0	+0	+0
	6	+7	-5	+0	-5	+0	+0	+0	-1
	7	+1	-3	+0	-4	+0	+0	+0	-1
	8	+1	-1	+1	-4	+0	-1	+1	-2
	9	+3	-2	+0	-7	+45	-33	+1	-2
	10	+2	-1	+0	-6	+78	-38	+14	-16
	20	+51	-9	+1	-1	-3	-12	+20	-35
	30	+9	-3	+1	-1	+0	+0	+4	+16
	40	+4	+1	+3	-1	+0	+0	+3	-2
	50	+2	-3	+2	-1	+0	+0	+1	-1
	凡例	2mm以下		10mm以下		20mm以下		20mm以上	
		5mm以下		20mm以上					

ト製の直立消波ブロック模型を使用した。直立消波ブロック模型の諸元を表-7に、模型の形状を図-7に示す。1/15 直立消波ブロック模型の振動台実験状況図を図-8に示し、1/25 模型の場合を図-9に示す。また、振動台模型実験の測定機器の設置状況を写真-3、4に示す。振動台及び振動計測に使用した加速度計は、実験1と同様のものである。

(3) 実験4 (正弦波加振実験：スweep実験)

直立消波ブロック振動台模型実験は縮尺 1/25 直立消波ブロック模型と 1/15 直立消波ブロック模型) をコンクリート製の底版ブロック模型の上に3段積み合計4段積みに設置しスweep実験を実施した。スweep実験の振動台加振条件は、加速度振幅を 50 gal, 加振振動数を 1 Hz~100 Hz までの 1 Hz 刻み、滞留時間を 15 秒とした。

表-7 直立消波ブロック模型の諸元

直立消波ブロック		実構造	1/15模型	1/25模型
スケール		1/1	1/15	1/25
模型 1 個 当 り	奥行き(B)	m	4.500	0.300
	幅(L)	m	2.000	0.133
	高さ(H)	m	1.700	0.068
	体積(V)	m ³	8.862	0.00057
	重量(W)	kN	204	0.014

※実構造の躯体の重量は単位体積重量 $w=23\text{kN/m}^3$ 、模型の躯体は計測した平均値

図-7 直立消波ブロック模型の形状

図-8 1/15 模型実験状況図

写真-3 1/15 模型の計測機器の設置状況

図-10 は最上段の4段目における水平方向応答加速度と振動台の水平加速度との比を表す応答倍率を示す。表-8 は実験4の共振振動数の結果を示す。また、1/15 模型と1/25 模型で得られた振動数と加速度に表-6の相似則を適用して得られる振動数と加速度を表-9に示す。表-9の誤差は1/15 模型を基準にしたときの1/25 模型の差であり、誤差率は誤差に対する1/15 模型との比を示す。相似則が適正であれば、1/15 模型と1/25 模型で得られた値に相似則を適用すれば両方から求めた値は同じになるはずである。ここでは両者の差が最も小さい相似則を適正な相似則とした。実験4の検証結果、相似則Cの誤差率は加速度が3.3%、振動数が0.12%と最も小さいことを確認できた。したがって、本実験のような振動台実験で

図-9 1/25 模型実験状況図

写真-4 1/25 模型の計測機器の設置状況

図-10 実験4 スweep実験 (水平方向応答倍率)

表-8 実験4 共振振動数の結果

直立消波ブロック模型	共振振動数 Hz
1/15模型	43
1/25模型	63

表-9 相似則の検証結果

振動数(Hz)			
	相似則A	相似則B	相似則C
1/15模型 (43Hz)	2.867	11.103	5.642
1/25模型 (63Hz)	2.520	12.600	5.635
誤差(Hz)	0.347	1.500	0.007
誤差率(%)	12.1	13.5	0.12
加速度(gal)			
	相似則A	相似則B	相似則C
1/15模型 (278.8gal)	18.578	278.674	278.674
1/25模型 (288.0gal)	11.521	288.018	288.018
誤差(gal)	7.057	9.200	9.200
誤差率(%)	38.0	3.3	3.3

表-10 実験2 共振振動数の結果

CASE	模型形状	ゴムマット諸元		共振振動数(Hz)		相似比率
		硬さ	厚さ	模型:fm	実構造:fp	
		目盛	mm			
CASE-I	直方体ホゾ無し	ゴムマット無し		71	6.35	1/25 ^{0.75}
CASE-II	直方体ホゾ有り	ゴムマット無し		52	4.65	
CASE-III	直方体ホゾ無し	A51	1mm	29	2.59	
CASE-IV	直方体ホゾ無し	A81	1mm	47	4.20	

は相似則Cが適していると考えられる。但し、本実験のような振動台実験では、全ての実験条件を相似則に合わせて実施することはほぼ不可能であることから、実験3の滑動実験における模型の挙動は実物の挙動を定量的に再現しているものではなく、定性的な傾向が得られていると考えるべきであろう。また、最も適した相似則Cを使用すると、実験2の実構造の共振振動数は表-10のようになる。

4. 結論

コンクリートブロック模型の振動台実験において、ゴムマットとホゾが振動特性に及ぼす効果と相似則について得られた結果を以下に示す。

- (1) 直方体ホゾ有りはホゾ無しに比べて共振振動数が小さくなる。本模型では27 %小さくなった。

- (2) A51程度の軟らかいゴムマットは共振倍率がゴムマット無しより大きくなることから、ゴムマット使用時はA81程度の硬いゴムマットが良い。
- (3) 滑動実験より、ゴムマット設置時はゴムマット無しより変位を抑える場合もあるが、10 Hz~20 Hz付近ではゴムマット無しよりも変位が大きくなる場合もある。全体的に最も変位を抑えたのはホゾ有り直方体のゴムマット無しの場合であり、ホゾのみでも耐震性の向上効果が得られることが確認された。
- (4) 相似則の検証実験より、本実験のような振動台実験での振動数は相似則Cが適していると考えられる。
- (5) 実験1の共振振動数は相似則Cを使用すると、直方体ホゾ無しゴムマット無しの場合は6.35 Hzであり、ゴムマットを設置すると2.59 Hz~4.20Hzとなり、また、ゴムマット無しのホゾ有り直方体は4.65Hzとなる。

参考文献

- 1) 水田洋司, 伊井洋和, 浅田潤一郎, 河村裕之, 佐々木公彦, 奥村宏敬, 牟田充希: 直立消波ブロックのホゾとゴムマットの効果に関する振動台模型実験, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.71, No.2, I_730- I_735, 2015.
- 2) 伊井洋和, 水田洋司, 浅田潤一郎, 佐々木公彦, 藤田浩一, 菅付紘一, 高橋洋一: ゴムマットを有するコンクリートブロック多段積み模型の耐震性に関する振動実験, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.69, No.2, I_209- I_214, 2013.
- 3) 菅付紘一, 水田洋司, 藤田浩一, 伊井洋和, 佐々木公彦, 高橋洋一: コンクリートブロック多段積み構造の耐震性向上対策に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.68, No.2, I_516- I_521, 2012.
- 4) 江守一郎: 模型実験の理論と応用, 技報堂出版, 1988年9月.
- 5) 香川崇章: 土構造物の模型振動実験における相似則, 土木学会論文報告集第275号, pp.69-77, 1978年7月.

(2017.2.2 受付)

AN EFFECT OF MORTISE AND RUBBER MAT TO DYNAMIC CHARACTERISTIC AND A SIMILARITY IN BLOCK MODEL EXPERIMENT

Yoji MIZUTA, Hirokazu II, Junichiro ASADA, Hiroyuki KAWAMURA, Hirotaka OKUMURA and Yasuhiro KATAGIRI

In this paper, we investigated the influence of mortise and rubber mat on the vibration characteristics using rectangular parallelepiped block model with mortise and rectangular parallelepiped block model without mortise. In addition, because the similarity rule of the shaking table experiment by the block model does not match the actual situation, the similarity rule applicable to the block model was also examined. The models are two types of wave absorbing block models with different scales. We could make sure that the mortise had the effect of improving the earthquake resistance from the shaking table test of a rectangular parallelepiped block model and the similarity law suitable for the block model existed from the shaking table experiment of the two kinds of wave absorbing block models.