

各種乾式外壁材料の耐衝撃性評価方法

- 試験体支持方法の影響 -

日大生産工(院) 手塚 基広 日大生産工 松井 勇
日大生産工 湯浅 昇

1. はじめに

本研究は、これまで JASS 27 乾式外壁工事に用いられている乾式材料の耐衝撃性試験を行ってきた^{2)~6)}。

耐衝撃性試験方法は JIS A 1408 (建築用ボード類の曲げおよび衝撃試験方法)、および JIS A 1414 (建築用構成材(パネル)及びその構造部分の性能試験方法)に規定されている。JIS A 1408 では試験体の支持スパンは 300mm~900mm と規定されている。しかし、耐衝撃性はこの支持スパンによって大きく影響を受ける。

そこで本報告は、試験体の支持方法を対辺固定支持とし、支持スパンが耐衝撃性に及ぼす影響を検討するため、なす型おもり落下試験による衝撃試験と、鋼球落下によるはね返り試験を行った。

2. なす型おもりによる衝撃試験

2.1 実験方法

(1) 試験体

実験に使用した試験体は、表 1、写真 1 に示すように厚さ 5mm、幅 220mm の塩化ビニル製板を用い、支持スパンを変えるため、長さ 200~1000mm を用いた。

(2) 衝撃試験方法

試験に用いたおもりは写真 2 に示す JIS A 1408 に規定する重さ 2kg のなす型おもりである。

試験体の支持方法は図 1 に示す JIS A 1408 の対辺固定支持とし、支持スパンは 100mm~900mm とし、衝撃エネルギーは表 2 に示すよ

うに、落下高さを変えて 250N·cm~2000N·cm の 8 水準とした。

(3) 衝撃試験による損傷状況の区分

おもり落下衝撃試験による試験体の損傷状況は目視により観察し、表 3 のように区分した。

表 1 試験体寸法

厚さ (mm)	幅 (mm)	長さ (mm)
5	220	200~1000



写真 1 塩化ビニル製板



写真 2 なす型おもり 2kg

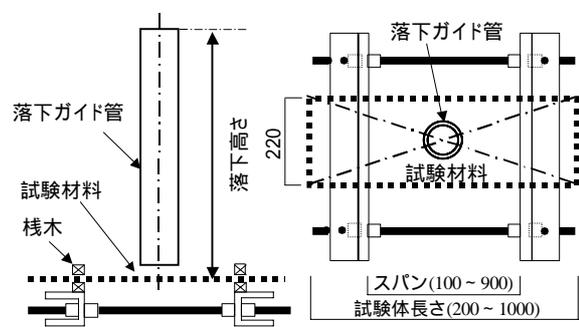


図 1 おもり落下試験装置

Evaluation Method of Impact-resistant of Dry External Panels.
Effect of Method of Supporting Test Specimen
Motohiro TEZUKA, Isamu MATSUI, Noboru YUASA

2.2 結果および考察

(1) 支持スパンを変えた場合の衝撃試験結果
試験体の衝撃損傷状況区分を表4に示す。

支持スパン100mmおよび200mmの試験体は、衝撃エネルギー250N・cmですでにき裂、割れを生じている。

支持スパン300mm～700mmまでは、支持スパンが長くなるに従い破壊するまでのエネルギーは大きくなっている。

支持スパン700mm～900mmは2000N・cmで割れている。

上記の結果から試験体の損傷区分は、写真3に示すような割れがほとんどである。

(2) 衝撃破壊限界エネルギー

破壊に至る直前の衝撃エネルギーを衝撃破壊限界エネルギーと呼んで表4および図2に示す。

衝撃破壊限界エネルギーは支持スパンが大きくなるに従い急激に大きくなり、支持スパン700mmを超えると、1750N・cm一定となっている。

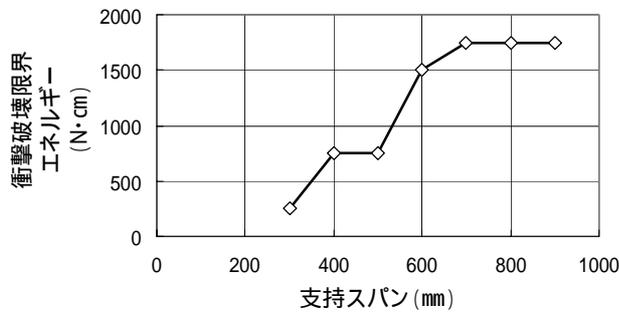


図2 衝撃破壊限界線

表2 おもりの重さと落下高さの組み合わせ

衝撃エネルギー (N・cm)	おもりの重さと落下高さの組み合わせ
250	2kg × 12.5cm
500	2kg × 25cm
750	2kg × 37.5cm
1000	2kg × 50cm
1250	2kg × 62.5cm
1500	2kg × 75cm
1750	2kg × 87.5cm
2000	2kg × 100cm

表3 衝撃試験における損傷状況区分

名称	状態	分類	記号
損傷なし	目視によって表面に損傷が見られないもの	補修を要しないと判断した破壊	
へこみ	へこみが裏面まで達していないもの		
き裂*	へこみが裏面まで達しているもの 衝撃部分の周囲にひびが入っているものも含む	補修を要する破壊	
貫通孔*	衝撃部に穴が貫通したものの貫通孔の周囲にひび・割れが生じているものも含む		
割れ*	貫通しないで試験材料が2つ以上の破片に割れたもの		x c
折れ曲がり	折れ曲がっているが、破片が生じないもの		x b
剥離*	層間剥離がみられるもの		x bh

* JIS1408 建築用ボード類の耐衝撃性試験に規定している評価

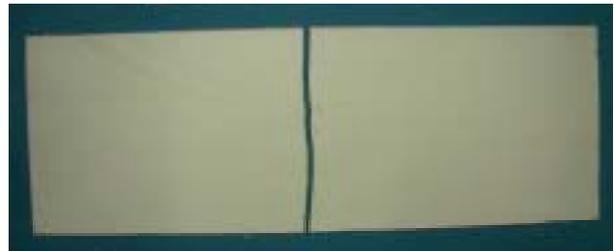


写真3 損傷状況 (割れ)

表4 おもり落下衝撃試験結果

スパン (mm)	衝撃エネルギー (N・cm)								衝撃破壊限界エネルギー (N・cm)
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	
100			x c						
200	x c	x c							
300		x c							250
400				x c					750
500				x c					750
600							x c		1500
700								x c	1750
800						x c		x c	1750
900								x c	1750

3. はね返り試験

前項 2 で述べたように材料の耐衝撃性は支持スパンによって異なっている。そこで、耐衝撃性に及ぼす支持スパンの影響を検討するため、試験体に鋼球を自由落下させ、そのはね返り高さを試験し、耐衝撃性について検討した。



写真 4 はね返り試験に用いた鋼球

3.1 実験方法

(1) 試験体

試験体は前項 2.1 (1) と同様である。

(2) はね返り試験方法

はね返り試験に用いた鋼球は直径 20mm(重さ 0.032kg), 30mm (重さ 0.112kg), 41mm (重さ 0.287kg), および 51mm (重さ 0.513 kg) の 4 種類とした (写真 4 参照)。

試験体の支持方法は前項 2.1 (2) と同様とした。

全ての試験体に対して 4 種類の鋼球を高さ 1000mm から自由落下させ、試験体に衝突させ、そのはね返り高さをビデオにより記録し測定した。試験は各条件 5 回ずつ行った。

3.2 結果および考察

試験結果を表 5 に示す。

(1) 支持スパンとはね返り高さの関係

支持スパンとはね返り高さの関係を鋼球の種類ごとに図 3 に示す。縦軸の 1000mm は鋼球の落下高さを示している。高さ 1000mm から落下した鋼球のはね返り高さは支持スパンが大きくなるほど低くなり、また鋼球の重さが重くなるほどはね返り高さは高くなる傾向を示している。

(2) 落下前とはね返り後の位置エネルギー

落下前の鋼球の位置エネルギーとはね返り後の位置エネルギーの関係を図 4 に例示する。図中太線ははね返り高さがもとの落下高さ (1000mm) に戻ったと想定した直線である。はね返り後の位置エネルギーは落下前の位置エネルギーと比べ非常に小さく、その割合は支持スパンが大きくなるほど、鋼球の重さが小さくなるほど小さくなっている。

表 5 はね返り試験結果

スパン (mm)	おもり重さ (kg)	はね返り高さの平均値 (mm)	反発係数	おもりの位置エネルギー (N・cm)	
				落下前	衝突後
100	0.032	482	0.69	31.4	15.1
	0.112			109.8	
	0.287			281.3	
	0.536			525.3	
200	0.032	89	0.30	31.4	2.8
	0.112	431	0.66	109.8	47.3
	0.287			281.3	
	0.536			525.3	
300	0.032	102	0.32	31.4	3.2
	0.112	224	0.47	109.8	24.6
	0.287	320	0.57	281.3	90.0
	0.536			525.3	
400	0.032	29	0.17	31.4	0.9
	0.112	145	0.38	109.8	15.9
	0.287	233	0.48	281.3	65.5
	0.536	344	0.59	525.3	180.7
500	0.032	23	0.15	31.4	0.7
	0.112	170	0.41	109.8	18.7
	0.287	221	0.47	281.3	62.2
	0.536	268	0.52	525.3	140.8
600	0.032	13	0.11	31.4	0.4
	0.112	108	0.33	109.8	11.9
	0.287	183	0.43	281.3	51.5
	0.536	296	0.54	525.3	155.5
700	0.032	6	0.08	31.4	0.2
	0.112	76	0.28	109.8	8.3
	0.287	162	0.40	281.3	45.6
	0.536	216	0.46	525.3	113.5
800	0.032	11	0.10	31.4	0.3
	0.112	73	0.27	109.8	8.0
	0.287	139	0.37	281.3	39.1
	0.536	224	0.47	525.3	117.7
900	0.032	2	0.05	31.4	0.1
	0.112	45	0.21	109.8	4.9
	0.287	131	0.36	281.3	36.8
	0.536	172	0.41	525.3	90.3

図中の空欄部は試験体が割れたため測定出来なかった

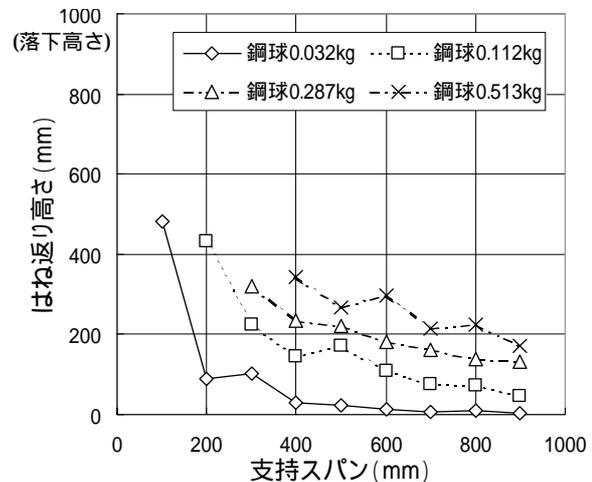


図 3 支持スパンとはね返り高さの関係

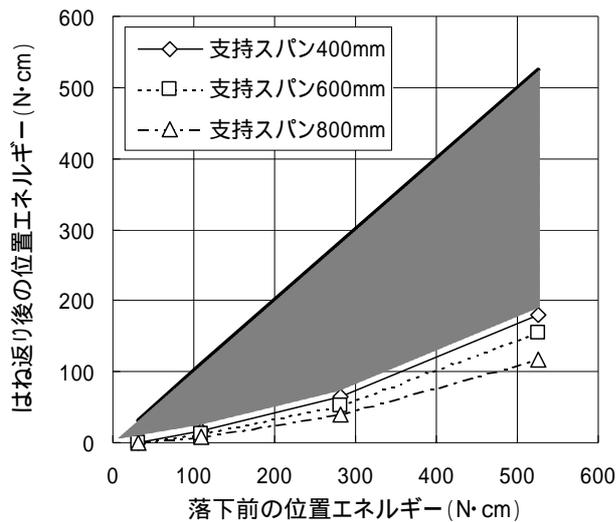


図4 鋼球の位置エネルギー

(3) 支持スパンと反発係数の関係

支持スパンと反発係数の関係を図5に示す。反発係数は表面の硬さを評価するのに用いられているもので、(1)式によって求める。

$$e = (h_r/h_0)^{1/2} \dots (1)$$

ここに e : 反発係数 ($0 < e < 1$)

h_r : はね返り高さ, h_0 : 落下高さ

反発係数は支持スパンが大きくなるほど減少し、鋼球の重さが大きくなるに従い増加する。

これは、支持スパンが小さくなるほど試験体全体はたわみにくくなるためである。

(4) 鋼球の重さと支持スパンの関係

鋼球の重さと支持スパンの関係を図6に示す。

反発係数は鋼球の重さが大きくなるほど増加する傾向が見られる。

また、支持スパン 100mm の試験体の場合、0.112 kg の鋼球を落下させると試験体が割れている。同様に、支持スパン 200mm の試験体は 0.287kg の鋼球で試験体が割れ、支持スパン 300mm の試験体も 0.536kg の鋼球で試験体が割れている。ここで、試験体が割れた鋼球より一段階軽い鋼球の結果をみると、どれも反発係数が 0.6~0.7 を超えると試験体が損傷していることが分かる。

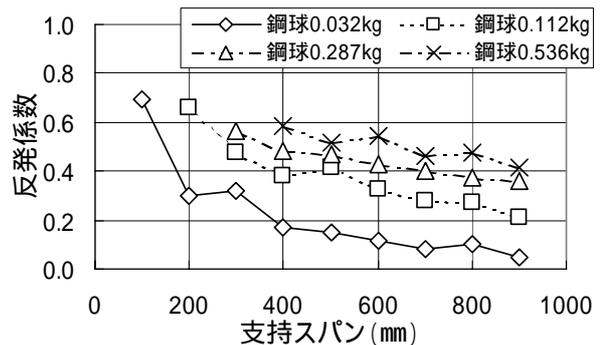


図5 支持スパンと反発係数の関係

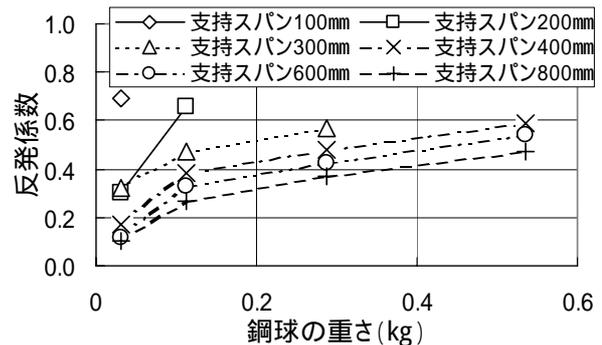


図6 鋼球の重さと反発係数の関係

4. まとめ

本研究の結果、支持スパンによって試験体の衝撃破壊限界エネルギーは大きくなっているが、これを反発係数で評価すると任意の値を超えると破壊するという事が明らかになった。

今後さらに衝撃エネルギー吸収性との関係について引き続き研究を継続していく。

<参考文献>

- 1) JIS A 1408 2001 建築用ボード類の曲げ強度及び衝撃試験方法
- 2) 松井 勇, 篠崎幸代, 湯浅 昇, 建築ボード類の耐衝撃性評価方法, その 1. 衝撃力の検討, 日本建築仕上学会 2003 年大会 学術講演会研究発表論文集, pp.67-70, 2003.10
- 3) 松井 勇, 田良島 詩織, 許 永東, 湯浅 昇, 建築ボード類の耐衝撃性評価方法, その 2. 人為的衝撃と重錘落下衝撃との関係, 日本建築学会 2004 年大会 学術講演概要集, pp.787-788, 2004.8
- 4) 田良島 詩織, 松井 勇, 許 永東, 湯浅 昇, 建築ボード類の耐衝撃性評価方法, その 3. 砂上全面支持と対辺固定支持の比較, 日本建築学会 2004 年大会 学術講演概要集, pp.789-790, 2004.8
- 5) 手塚 基広, 松井 勇, 湯浅 昇, 建築ボード類の耐衝撃性評価方法に関する研究, その 4. 各種乾式外壁材料の耐衝撃性, 日本建築学会 2005 年大会 学術講演概要集, pp.911-912, 2004.9
- 6) 手塚 基広, 松井 勇, 湯浅 昇, 各種乾式外壁材料の耐衝撃性評価方法に関する研究, 日本建築仕上学会 2005 年大会 研究発表論文集, pp.63-66, 2004.10