

## 科学技術特別研究員制度

### - 1 木質構造躯体の劣化に与える水分停滞と温湿度環境の影響

#### Influence of temperature, humidity and stagnant water on degradation of wooden building members

(研究期間 平成 15～16 年度)

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

相馬智明

Tomoaki Soma

中島史郎

Shiro Nakajima

Peeling off and falling of heavy external wall element like mortar is very dangerous for people life. The deterioration of wall element should be found and repaired before terrible disasters. In this report, the feasibility of sounds analysis as mortar wall diagnosis was examined. The interfacial separation between mortar layer and wooden wall foundations made the sound frequency lower obviously. The mortar wall separation from wooden foundations could be detected by sounds analysis was confirmed.

#### 【研究目的及び経過】

これまで既存木造住宅の劣化調査を行い、生物劣化は周囲の温湿度変動および外壁ディテールに大きく起因するものと確認された。また、部材の劣化度を判定するため、超音波電波速度、ドリル穿孔抵抗値の測定を行い、現場での測定を想定した可搬型機器による劣化度評価方法を検討した。

しかし、上記の方法はいずれも測定に最適な箇所を選択する必要があり、また外壁内部の木造躯体の劣化度を判定するのは困難であるため、より簡易な診断方法が必要となっている。木造外壁の診断方法について打音の周波数解析に関する研究報告がなされているが(例えば<sup>1)</sup>、打音は木質躯体の生物劣化だけでなく、壁材の浮き上がりや割れなどの他の因子にも影響されていると考えられる。そこで本研究では、広く一般的に用いられている木造モルタル壁を対象に、モルタルの浮き上がり、ひび割れ等の打音周波数に対する影響を実験的に検討した。モルタル外壁の簡易な診断方法の確立はモルタル壁の剥落防止の観点からも有用である。

#### 【研究内容】

##### 1. 打音収録と周波数評価

打音の収録はシグナルアナライザ (SA-77、リオン(株)社製) を用いて行った。FFT に用いた窓関数はハニングとし、2kHz までの周波数を測定対象範囲とした。得られた FFT 結果から電圧値の高い方から 3 番目までの周波数を選び平均して代表値とし、周波数評価に用いた。

##### 2 浮き上がりの打音評価

試験体の概要を図 1 に示す。204 材に CN65 釘で留めつけた合板に防水紙をタッカーで留め、その上に平ラスを 70mm ピッチでタッカーで留めてガイドに従いモルタルを塗りこんだ。モルタルの水 - セメント比は 58% とし塗り厚は 20mm とした。また、試験体下側半分の

ラスをタッカーで留めない試験体を作成した。1 週間養生後、100mm のメッシュで区切り、シグナルアナライザによってそれぞれのマス目で打音を収録し周波数解析を行った。その後モルタル塗り面側を地面に向けて試験体を転倒させ、その衝撃によりモルタルを合板から浮き上がらせた。再度打音の収録および周波数解析を行い、転倒前後の周波数分布を比較した。転倒後の周波数代表値から転倒前の周波数代表値を差し引いた結果を図 2 に示す。

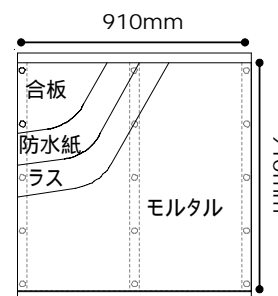


図 1 試験体概要

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	-80	-200	-136	-220	-163	-220	-94	-210	20
2	-160	-284	-200	-146	-86	-170	-186	-257	-287
3	-14	-140	-217	-145	23	-14	-45	-154	-30
4	-54	-150	137	43	-83	-193	-47	-47	-240
5	-170	-37	-37	-190	-26	46	13	-183	-33
6	-140	-150	0	-100	-143	-160	50	-170	-187
7	47	-310	-130	-196	-50	-160	20	-24	-77
8	-40	-150	-223	-217	-70	-150	-97	-77	-280
9	-303	170	-253	46	-14	53	-50	-457	-63

図 2 浮き上がり前後の周波数変化分布

■ : - 200Hz 以下,  
 □ : - 100 ~ - 199Hz

試験体を転倒させモルタルを浮き上がらせた場合、周波数代表値が 100Hz 以上減少する結果が得られた。間柱の位置する中央部 (図 2 中、E 列) では周波数代表値の変化はほとんど認められない。浮き上がりによって打音が低周波数側にシフトすることが明らかとなった。

##### 3. 促進劣化および静的加力履歴を受けた

##### モルタル壁の打音評価

##### 3.1 試験体

図 3 に試験体の軸組形状と寸法を示す。試験体は軸組構法を用いモルタル仕上げしたものである。試験体中央には 800 × 570mm の開口部を設け、サッシを取り付けた。柱にはスギを用い、桁および土台にはベイツガを用

い、柱・桁・土台接合部は山形プレート（VP）と引き寄せ金物（S-HD20）を用いて緊結した。モルタル施工の仕様について表 1 に示す。

表 1 モルタル壁の施工仕様

下地材	防水紙	ラス	タッカ	モルタル	水-セメント比
9mm合板	アスファルトフェルト430	平ラス30F	1013	砂モルタル20mm厚	58%

### 3.2 促進劣化処理を与えた試験体の打音周波数

作成したモルタル壁試験体を環境再現装置内に入れ、日射・散水繰り返しでの促進劣化を施した。促進劣化スケジュールは「30、R.H.40%で養生（3時間）日射（1時間）散水（1時間）日射（1時間）」を1サイクルとして、全24サイクルを与えた。促進劣化処理を行った後、試験体を200mmのメッシュで区分けし、シグナルアナライザによってそれぞれのマス目で打音を収録し周波数解析を行った。促進劣化処理を施した試験体の周波数代表値から無処理の試験体のそれを差し引いた結果を図4に示す。

促進劣化試験後ではコントロールと比べて、代表値の低下した部位と増加した部位が同数程度あり、その差はほとんど認められなかった。促進劣化によって開口部からひび割れが入ったが、打音が顕著に変化するほどにはひび割れの影響は認められなかった。

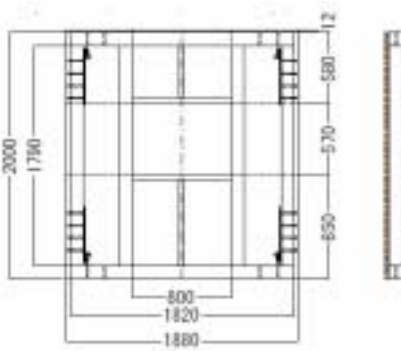


図 3 試験体

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	-327	280	300	20	60	66	33	26	73
2	73	60	33	187	-27	200	333	-107	26
3	-67	13	53	220	200	-107	146	126	546
4	80	100	333				-487	-140	-127
5	-54	-7	127				160	-27	-60
6	67	27	-7				327	67	-87
7	-133	300	-53	113	-193	73	320	-200	7
8	307	46	47	-220	-127	34	-240	-166	-166
9	113	-200	-167	-7	53	0	-47	93	-66

図 4 促進劣化処理後の周波数変化分布

■: -200Hz 以下, □: -100 ~ -199Hz

### 3.3 静的加力履歴を与えた試験体の打音周波数

促進劣化処理の後、静的加力を行った試験体と無処理のコントロール試験体とを比較した。静的加力試験の概要を図5に示す。加力スケジュールは真のせん断変形角で1/800, 1/600, 1/450, 1/300, 1/250radの正負交番3回繰り返しを基本とし、最終的に1/160radまで加力を行った。静的加力を行った後、3.2と同様な方法で打音を収録し周波数解析を行った。促進劣化処理を施した試験体の周波数代表値から無処理の試験体のそれを差し引いた結果を図6に示す。静的加力を行った試験体では、上部左の加力点付近、ホールダウンで緊結した左右の足下および開口部付近を含む左下 右上の対角線上のマスで打音が低周波数になった（図6中、印）。静的加力に伴うせん断力によりモルタルの浮き上がりが対角線上に生じ、打音が低周波側シフトするという結果が反映したものと推察される。

#### 【研究結果】

打音の周波数解析がモルタル壁の浮き上がりや評価・診断するのに有用であることが確認された。ひび割れ程度の劣化では、打音の変化はほとんど認められなかった。ひび割れについては熱的評価法等を検討し、相補的に用いることでより精緻な診断が可能となろう。

#### 【参考文献】

- 1) 有馬孝礼, 丸山則義: 日本建築学会関東支部研究報告集, 昭和58年度, p.457-460.

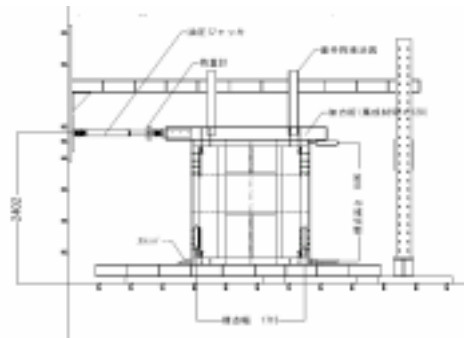


図 5 静的加力試験時の試験体の設置

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	-434	193	-34	-87	-34	66	-47	280	-127
2	-177	100	380	-413	353	253	173	-100	166
3	-33	-67	33	-74	247	-220	-47	206	266
4	54	46	-127				-353	54	120
5	-307	-120	-80				7	-74	360
6	-180	-200	-60				293	-86	80
7	-66	84	-240	33	33	73	186	-66	-67
8	-253	-200	134	-54	40	-354	220	80	
9	-253	-293	-94	200	146	-67	-93	-54	-333

図 6 静的加力後の周波数変化分布

■: -200Hz 以下, □: -100 ~ -199Hz