

ALC パネル床の歩行振動特性に関する基礎的研究 (その5. 試験床及び仮想床の歩行振動解析)

正会員 ○ 杉田 朋哉*
今川 皓介**

ALC パネル 床 歩行振動
床下地 予測解析 減衰

1. 序

前報その4の乾式 ALC パネル試験床の歩行加振の追跡解析及び仮想の床架構における歩行振動の予測解析を行う。解析では汎用構造解析ソフト midas-iGen を用いる。

2. ALC パネル試験床の歩行加振の追跡解析

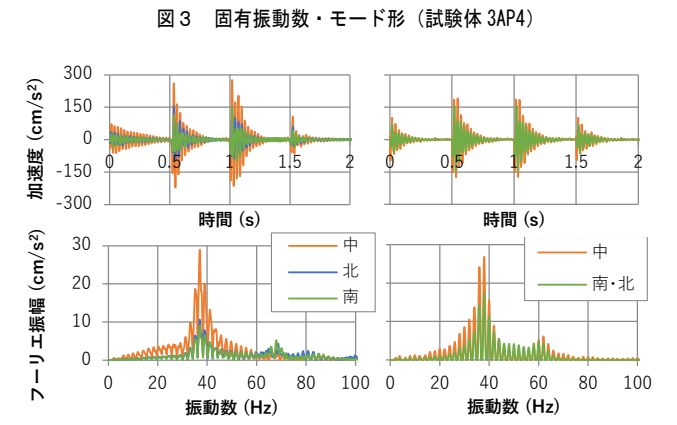
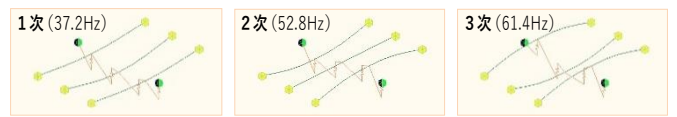
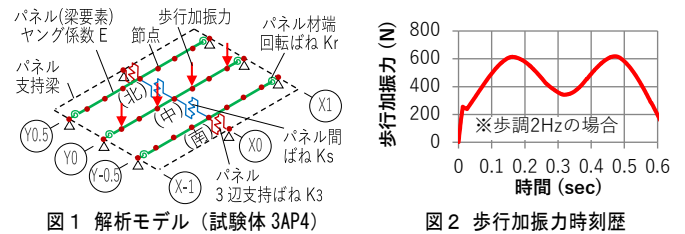
(1) 解析モデルの提案

前報の試験床 3AP4 (パネル3枚、4辺支持、床下地材あり) の歩行加振の追跡解析を行う。図1のように線部材とばねで解析モデルを構成し、パネル四周の支持梁位置にピン支点を設ける。各要素の諸元は前報の表3の床下地材ありの値とし、パネルと床下地材の重量を等分布荷重で入力する。図3に固有振動数及びモード形を示す。

(2) 歩行加振の追跡解析

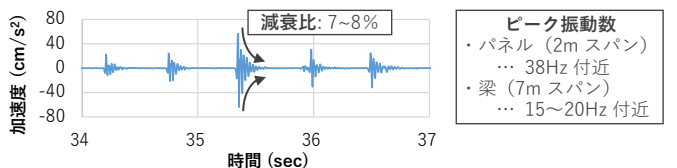
図2の加振力(体重600Nの大人の一人歩行)を歩調2Hzで50cm間隔に4歩入力する。時刻歴応答解析を線形モード法、時間増分及び出力0.001秒、継続時間12秒、減衰比5% (モード一律)で行った。図4に各パネルのスパン中央節点の応答解析結果を試験結果とともに示す。

着地直後の加速度ピークや高次のフーリエ振幅がやや異なるものの、歩行による試験結果自体のばらつきを踏まえ、パネルの歩行振動の凡その傾向は捉えている。



3. 実建物における ALC パネル床の歩行振動

図5に実建物の大スパン梁架構におけるパネル床の歩行振動例を示す。RC床より軽量のため1歩ごとに大きな加速度が生じるが、減衰が早い(減衰比7~8%)。また、パネル支持梁の振動とパネルの振動が組み合わせた振動となるが、本例は梁の支点近傍のため梁の振動成分が小さい。



4. 仮想の ALC パネル床架構の歩行振動解析

(1) 対象架構と振動解析モデル

住宅の6m四方の居室を取り出した図6の架構の予測解析を行い、ばね剛性 K_s 、 K_3 及び減衰比の値による応答への影響を確認する。前報の床下地材付き試験床の仕様で床仕上げ材と下階天井が施され、上下階とも外周には2m間隔に柱があり、内部には柱及び間仕切壁がない想定である。

解析モデルは図7のように梁を梁要素、柱位置をピン支

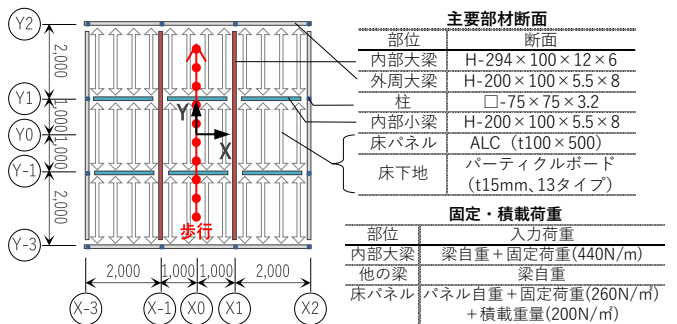


図6 仮想のALCパネル床架構

点とする。梁の負け側端部は回転剛性を無視してピン接合とする。パネル両端節点及び K3 ばね節点は直下の梁の節点と剛体連結（上下節点間の相対の並進 XYZ 変位及び全体 X 回り回転変位を拘束）とし、節点間距離はパネルと支持梁の図心間距離 150mm とする。

パネルのヤング係数及び材端ばね剛性は前述の試験床と同じとし、図 6 に示す固定・積載荷重を梁要素に等分布荷重で入力する。

(2) 解析パラメータ

ばね剛性 K_s 、 K_3 及び減衰比 ζ をパラメータとし、表 1 の①～⑦の解析モデルを設定する。②が基準のモデルで、 K_s 、 K_3 を試験床の値、 ζ をモード一律 8% とする。図 8 に②の固有振動数及びモード形を示す。1 次と 2 次は梁とパネルの変形、3 次以降は 40Hz 付近のモードまで主にパネルの変形である。

K_s の影響をモデル①～④で、 K_3 の影響を⑤で、梁の ζ の影響を⑥⑦で確認する。なお、④はパネル間の変形を無視した K_s 剛での評価、⑤は 3 辺単純支持パネルの K_3 剛性、⑥⑦は梁の減衰比が小さい場合（1 次及び 2 次モードの ζ が 3%）を想定している。

(3) 歩行加振力と解析条件

歩調を 1 次固有振動数に対し 5 倍調とする。大人一人が X0 通りを Y-2.25 から Y2.25 まで 50cm 間隔で 10 歩歩くものとし、図 2 の加振力を歩調に応じて 1 歩の加振時間を拡大・縮小して、歩行先の X±0.25 のパネル節点に半分ずつ入力する。時刻歴応答解析を線形モード法、時間増分及び 0.001 秒、継続時間 6 秒で行う。

(4) 解析結果

解析結果を表 1、図 9 及び図 10 に示す。 K_s が大きいほど応答加速度が小さく、オクターブバンド分析の加速度 (0-p) もパネルのモード (20~40Hz) に加え 1 次モードでも小さい (④を除く)。 K_3 の影響は今回の設定範囲では K_s より小さい。梁の ζ が小さいと内部大梁の応答が大きく、とくに K_s の値が小さい場合に影響が大きい。

減衰は早いのが 1 歩ごとの加速度が大きいため、図 10 の性能評価図ではパネルの振動数での加速度 (0-p) が大きい。木質系床でも同様の傾向が生じることがあり、文献 1 では比較的剛性が低い木質系大スパン床を対象に評価指標 SVI(2) が提案されている。適用性の根拠がないため参考となるが、①～⑦の SVI(2) を算出した。図 11 のように K_s や梁の減衰比が小さくなければ、気になり具合は低い。

5. まとめ

乾式 ALC パネル床において、床下地材によるパネル間せん断剛性や 1 次モードの減衰比が歩行振動に与える影響を解析的に確認した。今後は実建物の床の振動データを累積し、減衰特性の把握や予測手法の検証を行いたい。

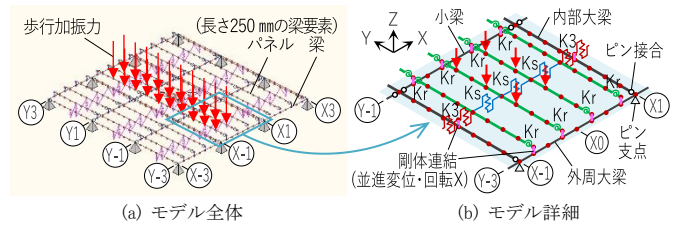


図 7 ALC パネル床架構の解析モデル

表 1 解析パラメータ及び解析結果

解析モデル名	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
解析パラメータ	K_s (N/mm)	500	1,500	5,000	剛	1,500	500
	K_3 (N/mm)		2,000			5,000	2,000
	減衰比 ζ (%)		8	[モード一律]			3[1・2次], 8[3次~]
固有振動数 (Hz)	f1	9.61	10.0	10.8	11.9	10.2	10.0
	f2	11.9	13.4	15.8	19.0	13.7	13.4
	f7	21.6	24.4	26.4	27.4	27.5	24.4
歩調 [5倍調] (Hz)	1.86	1.92	2.01	2.16	2.37	2.05	2.01
応答加速度 (cm/s ²)	パネル最大	108.0	78.3	45.1	43.2	92.5	102.4
	パネル最小	-96.2	-77.3	-56.7	-48.3	-78.0	-82.4
SVI(2) (-)	0.41	0.02	0	0	0	0.10	0.49

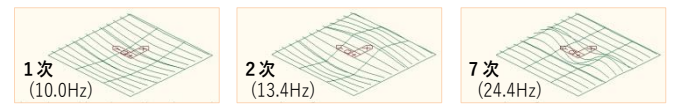


図 8 固有振動数・モード形 (解析モデル②)

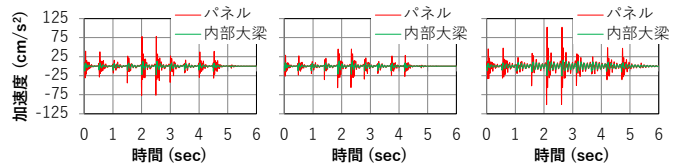


図 9 応答加速度時刻歴

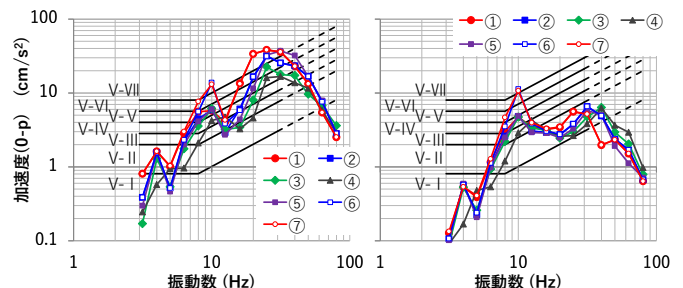


図 10 1/3 オクターブバンド分析結果

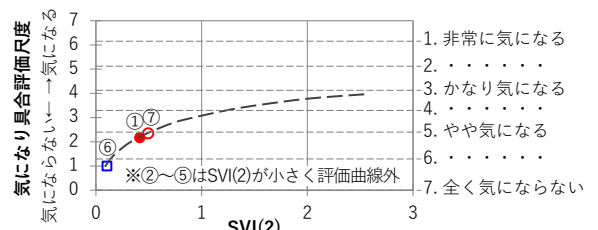


図 11 SVI(2) 算出結果

参考文献

- 1) 横山 裕：複数歩連続した歩行振動の性能値に関する基礎的検討 木造大スパン床の歩行振動の居住性からみた評価方法 (その 1), 日本建築学会環境系論文集, pp.689-695, 2013.9

* 積水ハウス(株)・修士(工学)

** 積水ハウス(株)・修士(農学)

Sekisui House, Ltd., M.Eng.

Sekisui House, Ltd., M.Agr.