

ALCパネル床の歩行振動特性に関する基礎的研究 (その4. 試験床の加振試験と載荷試験)

正会員 ○ 今川 皓介
杉田 朋哉

ALCパネル 床 歩行振動
床下地 減衰

1. 序

住宅ではリビング等の大空間化に伴い、大スパン構造となる上階床の歩行振動に留意した計画が求められている。

鉄骨住宅では ALC パネルを支持梁に金物で固定した乾式 ALC パネル床が用いられることがあるが、歩行振動特性やその予測及び評価に関する既往の研究は限られる。

既報その 1・2¹⁾ では試験床の加振試験により床下地材がパネル間の上下振動を連動させることを確認し、その 3²⁾ ではその連動効果の大小が歩行振動に影響することを仮定の架構の予測解析により確認した。

本報その 4 では ALC パネル床の解析モデルを提案し、その構成要素の剛性を試験床の加振及び載荷試験により把握する。続報その 5 では試験床の歩行加振の追跡解析をした上で、仮定の架構の予測解析により、ばね剛性や減衰比による歩行振動への影響を確認する。

2. ALC パネル床の解析モデルの提案

ALC パネル床は多数のパネル及び支持梁から成るため、設計において歩行振動の予測解析をするには簡易なモデルで凡その振動特性を反映できることが望ましい。

図 1 のように、パネルを線部材で、パネル両端における梁との固定度を回転ばね K_r で、パネル間のせん断剛性をスパン中央節点間のばね K_s で反映し、3 辺支持のパネルには長辺支持梁との間に 3 辺支持ばね K_3 を設定する。

3. ALC パネル床の試験床

図 2 のように、2 段の土台梁の上に固定した H 形鋼梁の上に金物を介して ALC パネルを固定する。床下地材にはパーティクルボードを用い、ALC 用ビスによりパネルに固定する。ビス位置は図 3 (試験床 3AP2-1) を標準とする。

試験床および試験状況を図 3~5、表 1 に示す。既報その 1・2 で検討した 2 辺支持の試験床に加え、3 辺支持ばね K_3 のモデル化のため、パネル 1 枚を 3 辺で支持する試験床とパネル 3 枚を 4 辺で支持する試験床を設定する。また、パネル 3 枚、2 辺支持、床下地材ありの試験床 3AP2 については、ビス位置による影響を確認するために、標準の試験床 3AP2-1 に加え、ビスを増し打ちした試験床 3AP2-2 とパネル境界からのビスの縁端距離を大きくした試験床 3AP2-3 を設定する。

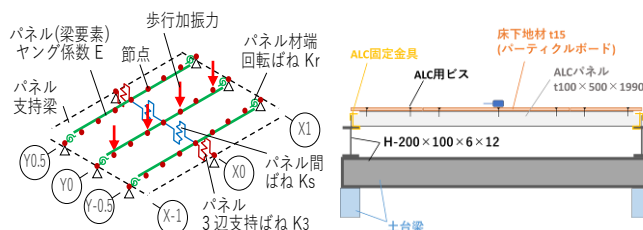


図 1 ALC パネル床の解析モデル 図 2 ALC パネル床の試験床図(側面)

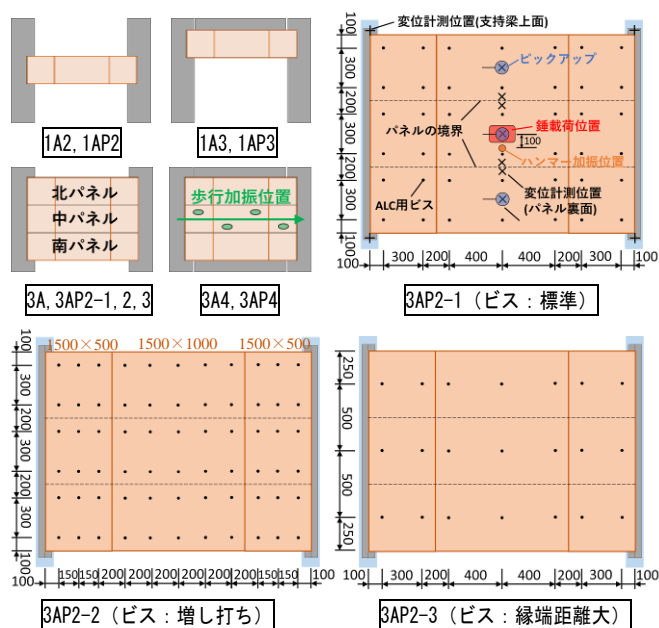


図 3 ALC パネル床の試験床図(上面)

表 1 ALC パネル床の試験床一覧

ALC パネル枚数	梁による支持方法	試験床名 (パネル重量(kg): 北, 中, 南)	
		床下地材なし	床下地材あり
1 枚	2 辺支持	1A2 (-, 72, -)	1AP2 (-, 82, -)
	3 辺支持	1A3 (73, -, -)	1AP3 (83, -, -)
3 枚	2 辺支持	3A2 (79, 72, 76)	3AP2-1, 2, 3 (89, 82, 86)
	4 辺支持	3A4 (73, 73, 73)	3AP4 (83, 83, 83)

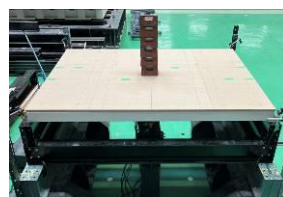


図 4 載荷試験 (3AP2)

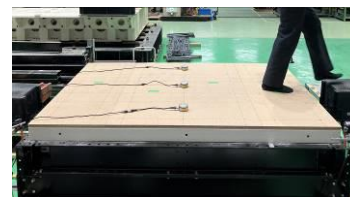


図 5 歩行加振試験 (3AP4)

4. ALC パネル床の加振試験

(1) 試験方法

図3に示すとおり、各パネルの中央上面に設置した振動ピックアップで鉛直方向の振動を測定する。

ハンマー加振ではパネル中央から南に100mmの位置をインパルスハンマーで加振し、かかと加振ではパネル中央から南北に100mmの位置を左右各足のかかとで加振する。

歩行加振では体重60kgの歩行者が中央パネルを東西方向に500mm間隔、歩調2Hzの一人歩行で歩き抜ける。

(2) 試験結果

表2に振動測定結果を、図6にハンマー加振時の中パネルのアクセランスを示す。床下地材があると重量が増えるがピーク振動数は上昇し、アクセランスは低下している。パネル3枚の3AP2では3枚のパネルのアクセランスは同等だが、3AP4では3辺支持の南北パネルは中パネルよりもアクセランスが小さい。また、減衰比が増大している。人の荷重が加わるかかと加振や図7に示す歩行加振の減衰比は、ハンマー加振に比べてかなり大きい。

ハンマー加振時のピーク振動数から算出した図1のモデルの各要素の剛性を表3に示す。床下地材とパネルとの間にわずかな一体効果が働いていると推測され、床下地材があるとE及びK3は2割程度増大している。

表2 加振試験のピーク振動数、アクセランスの最大値、減衰比

試験床名	加振方法	ピーク振動数 f_0 (Hz)			(A/F) max (m/s ² /N)			減衰比 ζ (%)		
		北	中	南	北	中	南	北	中	南
1A2	ハンマー	—	26.31	—	—	3.09	—	—	0.31	—
1AP2		—	26.69	—	—	1.30	—	—	0.60	—
1A3		43.00	—	—	0.72	—	—	1.66	—	—
1AP3		45.44	—	—	0.50	—	—	1.32	—	—
3A2		25.31	25.31	25.31	0.81	0.81	0.79	0.37	0.37	0.58
3AP2		26.38	26.38	26.38	0.43	0.42	0.41	0.62	0.63	0.63
3A4		27.63	27.63	27.63	0.23	1.85	0.09	0.58	0.54	0.53
3AP4		37.63	37.56	37.63	0.21	0.49	0.17	1.44	1.46	1.44
		かかと	37.88	37.56	37.56	—	—	—	6.24	6.27

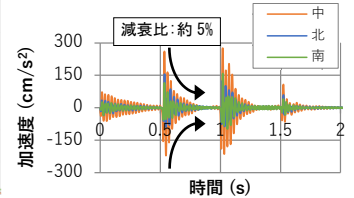
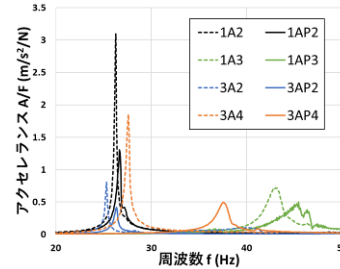


図6 中パネルのアクセランス 図7 歩行加振の加速度波形(3AP4)

表3 試験結果から算出した図1のモデルの各要素の剛性

床下地材の有無	ヤング係数 E (N/mm ²)	材端回転ばね Kr (kN·m/rad)	パネル間ばね Ks (N/mm)	3辺支持ばね K3 (N/mm)
なし	1,750	150	—	1,650
あり	2,100		1,500	2,000

5. ALC パネル床の載荷試験

(1) 試験方法

図4のように、中パネルの中央に60kgの錘を載せ、図3に示す位置のパネル及び支持梁の鉛直変位を変位計で測定する。なお、3AP2-1では同じ条件で4回測定している。

(2) 試験結果

支持梁の平均変位に対するパネル下面の相対変位を図8に示す。各試験床とも載荷位置である中パネルの変形が大きい。2辺支持の3AP2-1は測定回ごとのばらつきがあるが、4辺支持の3AP4に比べて中パネルの変形は大きい。

ビスの縁端距離が大きい3AP2-2では、中パネルの変形は大きく、南北パネルの変形は小さい。ビスを増し打ちした3AP2-3は、中パネルの変形も南北パネルとの変位差も小さい。パネルの変形から算出したパネル間ばね Ks の値を表4に示す。ビスの位置によって床下地材によるパネル間のせん断剛性が変化することが分かる。

図9のモデルの中パネルの載荷荷重 F に対する自己負担分 F0 を荷重自己負担率 F0/F とし、図10に Ks/K1 と K3 による影響を示す。K1 は約 1,000N/mm で、1AP2 の剛性に相当する。Ks、K3 が大きくなると、床下地材を介して南北のパネルに流れる荷重が増加し、中パネルの自己負担は軽減される。3AP4 において表4の Ks の変化があると F0/F への影響は大きい。ただ、実際の床では床材等の内装仕上げが加わり、Ks は今回の値より大きいと考えられる。

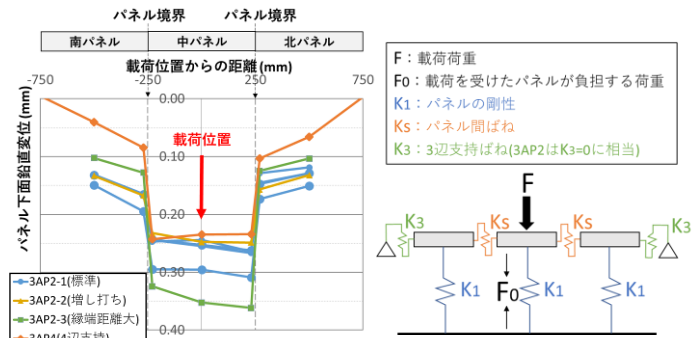


図8 中央載荷時のパネル変形

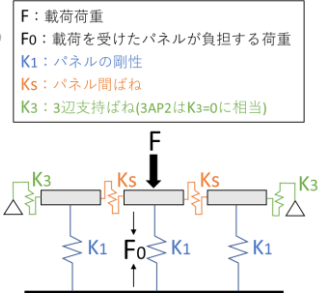


図9 パネル変形のモデル図

表4 パネル間ばね Ks

試験床 (ビス仕様)	Ks (N/mm)
3AP2-1 (標準)	980~2372 (Avg.1804)
3AP2-2 (増し打ち)	2195
3AP2-3 (縁端距離大)	503

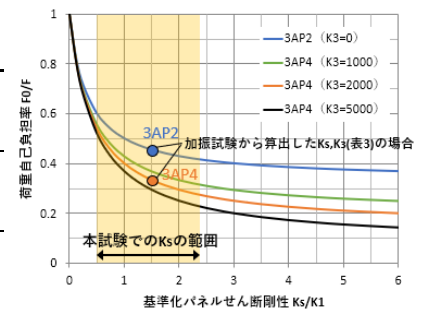


図10 中パネルの荷重自己負担率

参考文献

- 1) 杉田 朋哉, 小林 礼奈: ALC パネル床の歩行振動特性に関する基礎的研究 (その1) (その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境工学), pp.463-466, 2022.7
- 2) 杉田 朋哉: ALC パネル床の歩行振動特性に関する基礎的研究 (その3), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境工学), pp.407-408, 2023.7