

ALC パネル床の歩行振動特性に関する基礎的研究 (その2. 振動実験の結果と考察)

正会員 ○ 小林 礼奈*
同 杉田 朋哉**

ALC パネル 床 歩行振動
落錘加振 床版 床下地

1. 序

前報その1の振動実験計画に続き、本報その2では振動実験の結果と考察について報告する。

2. 実験結果と考察

(1) 落錘加振器による荷重時刻歴

図1にロードセルで測定した落錘加振時の荷重時刻歴を、図2にその荷重時刻歴のモデルを示す。錘の落下開始時に荷重は錘の重量分(19.6N)だけ軽くなり、約0.2秒後に錘が空気ばねに接触して荷重上昇が始まる。最大荷重に到達した後、錘の跳ね返りに伴い荷重が低下し、負の荷重を経て荷重0Nに落ち着く。この荷重上昇時の挙動は、歩行振動の予測設計で用いられる大人1人1歩の歩行荷重におけるかかと着地時の衝撃加振挙動に近い。

表1に試験体ごとの最大荷重と荷重継続時間を示す。荷重継続時間は荷重の上昇開始から上昇前の荷重に戻るまでの時間である。ロードセル下の床がほぼ変形しない反力床上での測定に対し、ALCパネル上での測定はパネル支持スパンによって結果が異なる。

図3にALCパネル上で測定した荷重時刻歴から反力床上で測定した荷重時刻歴を差し引いた時刻歴を、図4に落錘加振時のパネル上の加速度時刻歴を示す。図3と図4の時刻歴が比例的な挙動を示しており、パネルの上下振動に伴って加振器に生じる慣性力がロードセルの測定荷重に含まれていることがうかがえる。図5に示す落錘加振時のパネルの加速度と荷重のフーリエ振幅スペクトルでも、両スペクトルにおいて同様の振動数帯でピークが現れ、ロードセルの測定荷重への慣性力の影響がうかがえる。

この試験ではパネル上に置いたロードセル上に鋼材と加振器を載せ、後の試験ではパネル上に直に加振器を載せる。そのため、加振器はパネルと一体で動き、錘のみがパネルと別の挙動をする。したがって、ALCパネルの支持スパン等の条件が異なっても、パネルには反力床上で測定した荷重時刻歴に近い加振力が作用していると考えられる。

(2) 落錘加振器による床振動の減衰効果

図6に加振器をパネル上に直に載せた試験体における落錘加振とハンマー加振との加速度のフーリエ振幅スペクトルを、表2にそれに基づき半値幅法で算出した減衰比を

示す。ハンマー加振の方がピーク振動数でのスペクトル形状が鋭い。落錘加振ではスペクトルのピークが双峰形状で、減衰比もやや大きい。錘の空気ばね着地後の減衰挙動がパネルの振動の減衰にも幾分寄与していると考えられる。

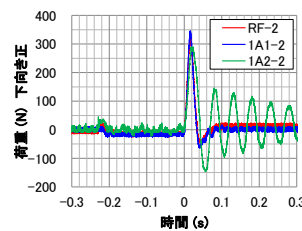


図1 ロードセルによる落錘荷重測定

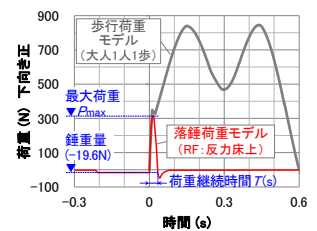


図2 落錘加振の荷重時刻歴モデル

表1 落錘加振の荷重測定結果

試験体名	ロードセルの設置箇所	最大荷重 P_{max} (N)				荷重継続時間 T (s)			
		測定-1	測定-2	測定-3	平均	測定-1	測定-2	測定-3	平均
1A1	1mALCパネル上	357	346	343	348	0.0361	0.0351	0.0359	0.0357
1A2	2mALCパネル上	280	289	302	290	0.0429	0.0436	0.0447	0.0437
RF	反力床上	326	321	298	315	0.0362	0.0359	0.0358	0.0360

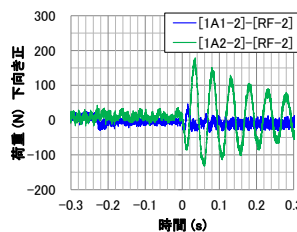


図3 反力床上との落錘荷重差

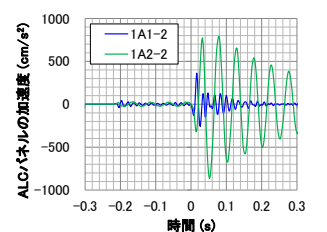


図4 落錘加振時のALCパネルの加速度

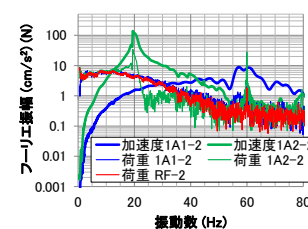


図5 落錘加振の加速度と荷重のフーリエ振幅スペクトル

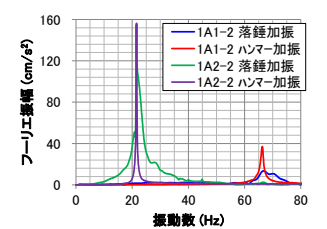


図6 落錘加振とハンマー加振の比較

表2 落錘加振とハンマー加振の減衰比(半値幅法による算出)

試験体名	ALC支持スパン	落錘加振の減衰比 (%)				ハンマー加振の減衰比 (%)			
		測定-1	測定-2	測定-3	平均	測定-1	測定-2	測定-3	平均
1A1	1m	2.35	※	※	2.35	0.68	0.66	0.67	0.67
1A2	2m	1.34	1.30	※	1.32	0.47	0.49	0.48	0.48

※ 半値幅法では算出できなかったケース

(3) ALC パネル下面の振動測定方法の妥当性

図 7 に示す ALC パネル上面と下面の加速度のフーリエ振幅スペクトルがほぼ重なっており、今回の鋼製治具を用いたパネル下面の振動の測定方法の妥当性を確認できる。

(4) 隣接 ALC パネルによる床振動への影響

図 8、9 及び表 3、4 に、隣接 ALC パネル及び接触の有無に関する測定結果を示す。図 8、11 より隣接 ALC パネルがあることでフーリエ振幅のピーク値が低下しているものの、隣接パネルとの接触の有無による差は小さいことがわかる。最大加速度についても、表 3、4 より隣接パネルとの接触の有無による差は小さい。また、図 9 の加速度時刻歴では、加振するパネル（中位置）とその南北のパネルとの接触の有無によらず、各パネルの加速度の位相がややずれており、一体的な挙動にはなっていない。

南北のパネルの振動は、加振パネルの振動が両端の梁を介して伝播したものが主であると推測される。パネル間の接触面で中と南北のパネルが摩擦力を相互に伝達することも考えられるが、その影響は小さい上、ばらつきがある。

(5) 床下地材による床振動への影響

図 10、11 及び表 4 に、床下地材の有無とビス打ち範囲による床振動への影響に関する測定結果を示す。床下地をビスで固定しない試験体があることから、ALC パネル下面での振動測定値を統一して用いている。

表 4 及び図 10 より、ALC パネル 1 枚の試験体では床下地材の設置により加速度が減少するとともに、ピーク振動数が重量増にもかかわらず微増している。ALC パネル 3 枚（パネル間接触）の試験体では床下地材の設置により加速度が大きく減少するとともに、中及び南北の ALC パネルが同位相で振動している。したがって、床下地材は ALC パネル床において隣接パネル同士の振動を連動させる効果をもたらし、床振動を抑制していることがわかる。

床下地材のビス打ち範囲の影響については、表 4 及び図 11 よりビス打ち範囲の縮小によりピーク振動数が微減する傾向にある。また、床下地材と隣接パネルがあれば、ビスを全て外した試験体（3AP2d）でも隣接パネルがない試験体（1AP2）と比べて振動が小さい上、ピーク振動数が 3 枚のパネルで等しく、隣接パネル同士の振動が連動していることがうかがえる。図 12 に床下地材による ALC パネル床の振動低減効果を示す。今回の試験体のパネル取付構法は乾式であるが、湿式の場合には鉄筋とモルタルによるパネル間目地充填により同様の効果が生じると推測される。

3. まとめ

ALC パネル床の基本的な振動特性を実験により確認した。今後は今回の知見を用いて歩行振動の予測方法について検討する予定である。

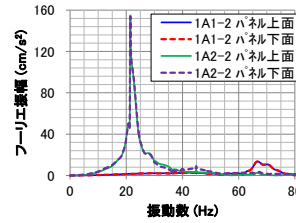


図 7 ALC パネル上面と下面の測定比較

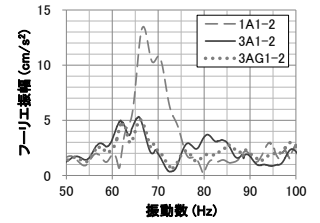


図 8 隣接 ALC による振動への影響

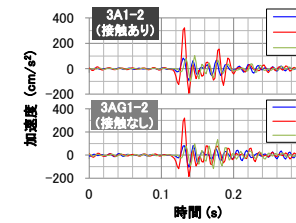


図 9 隣接 ALC との接触による振動への影響

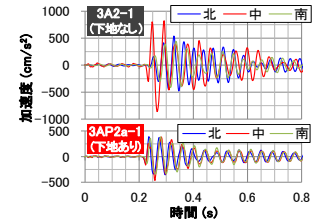


図 10 床下地材による振動への影響

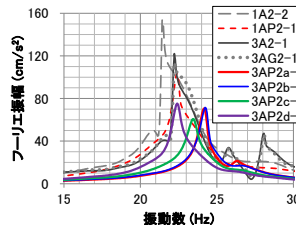


図 11 床下地材とビス打ち範囲の影響

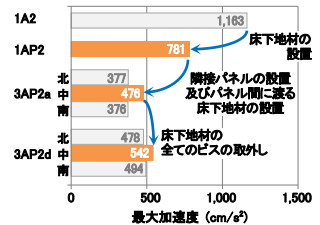


図 12 床下地材による床振動抑制効果

表 3 隣接 ALC パネル及び接触の有無による振動への影響の測定結果

試験体名	パネル位置	パネル間接触	最大加速度 A_{max} (cm/s ²) ※1				ピーク振動数 f_p (Hz)		
			測定-1	測定-2	測定-3	平均	測定-1	測定-2	測定-3
1A1	/	/	292	320	336	316	66.5	66.8	67.0
3A1	北	接触	85 (0.28)	91 (0.28)	95 (0.30)	91 (0.29)	90.2	66.0	65.9
	中		303 (1)	322 (1)	321 (1)	316 (1)	88.4	88.4	66.1
	南		105 (0.35)	103 (0.32)	116 (0.36)	108 (0.34)	61.0	65.7	62.0
3AG1	北	非接触	92 (0.26)	104 (0.32)	測定なし	98 (0.29)	82.8	82.8	
	中		351 (1)	320 (1)		336 (1)	88.3	89.5	
	南		128 (0.36)	134 (0.42)		131 (0.39)	61.9	66.1	

※1 括弧の値は、中に対する南北の加速度比を示す

表 4 床下地材の有無及びビス打ち範囲による振動への影響の測定結果

試験体名	位置	床下地材とビス範囲※1	最大加速度 A_{max} (cm/s ²) ※2				ピーク振動数 f_p (Hz)		
			測定-1	測定-2	測定-3	平均	測定-1	測定-2	測定-3
1A2	/	/	1155	1173	1160	1163	21.5	21.4	21.5
1AP2	/	S S S	765	760	818	781	22.4	22.3	22.5
3A2	北	パネル接触	539 (0.63)	527 (0.64)	545 (0.62)	537 (0.63)	28.0	28.0	28.1
	中		860 (1)	823 (1)	873 (1)	852 (1)	22.2	22.3	22.3
	南		443 (0.52)	443 (0.54)	449 (0.51)	445 (0.52)	28.0	28.0	28.1
3AG2	北	パネル非接触	475 (0.53)	453 (0.47)	556 (0.63)	495 (0.54)	28.0	28.0	28.0
	南		899 (1)	973 (1)	885 (1)	919 (1)	22.2	22.2	22.2
3AP2a	北	S S S	389 (0.84)	408 (0.79)	335 (0.75)	377 (0.79)	24.2	24.2	24.2
	中	S S S	465 (1)	516 (1)	446 (1)	476 (1)	24.2	24.2	24.2
	南	S S S	385 (0.83)	401 (0.78)	340 (0.76)	376 (0.79)	24.2	24.2	24.2
3AP2b	北	S	430 (0.87)	435 (0.84)	427 (0.90)	431 (0.87)	24.2	24.3	24.3
	中	S	495 (1)	517 (1)	473 (1)	495 (1)	24.2	24.3	24.3
	南	S	431 (0.87)	439 (0.85)	430 (0.91)	434 (0.88)	24.2	24.3	24.3
3AP2c	北	S	443 (1.07)	431 (1.05)	428 (1.04)	434 (1.05)	23.4	23.4	23.4
	中		412 (1)	412 (1)	411 (1)	412 (1)	23.4	23.4	23.4
	南		393 (0.95)	407 (0.99)	412 (1.00)	404 (0.98)	23.4	23.4	23.4
3AP2d	北	測定なし	478 (0.88)	測定なし	測定なし	478 (0.88)	測定なし	測定なし	
	中		542 (1)			22.4			
	南		494 (0.91)			22.4			

※1 S:床下地材あり, S:ビス打ちあり ※2 括弧値は中パネルに対する南北パネルの加速度比

* 積水ハウス(株)・修士(環境学)

** 積水ハウス(株)・修士(工学)

* Sekisui House, Ltd., M.Eng.

** Sekisui House, Ltd., M.Eng.