

鉄骨造ビルの合成床版における 振動感覚実験

前田 亮*
Makoto Maeda

鉄骨造のテナントビル建設工事にあたり、各室の自由空間を確保するために構面数を少なくした大型スラブを採用した。その使用時における振動感覚を設計理論と比較検討するために、躯体完了後現場において実験調査を行った結果の報告である。

1. 工事概要

工事名：船越センタービル新築工事
企業先：株式会社 明 商
設計監理：株式会社 安井建築設計事務所
工期：平成元年12月～平成3年1月
構造：鉄骨造
高さ：地上37m
用途：貸事務所

調査した床は、長辺方向は15.3m、短辺方向がそれぞれ10.95m、11.55mの2種類である。床の構造は、鉄骨造の大梁、小梁上にデッキプレートと捨型枠として鉄筋コンクリート造スラブを現場打ちした合成床構造である。

2. 振動測定方法

下記の3つの方法で床に振動を発生させ、当該階の床

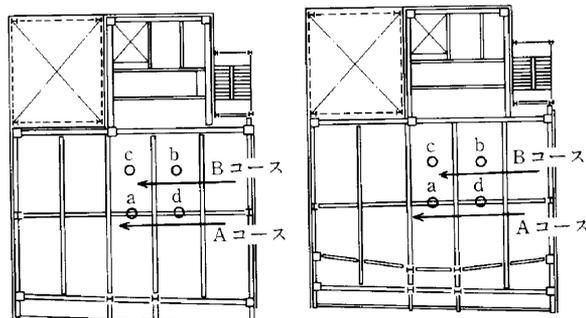


Fig.1 測定位置

*関西(支)大阪建築(出)工事係長

の振動を測定した。各加振方法および測定方法を以下に示す。

1) 砂袋による加振の場合

Fig. 1 に示す a 点付近または b 点付近に重量30kgの砂袋を落下させて床に衝撃を加える方法により加振し、その後の床の自由振動の加速度波形を a, b, c, d の4点で同時測定した。

2) 人間の歩行および走行による加振の場合

体重約60kgの人間2人が床スラブ上を通常の方法で歩行する方法および体重約60kgの人間1人が床スラブ上をジョギング程度で走行する方法により床を加振した。

歩行または走行位置は Fig. 1 に示す A コース, B コースの2種類とし、A コースでは a 点での変位波形を測定し、B コースでは b 点の変位波形を測定した。測定回数は各コース5回ずつとした。

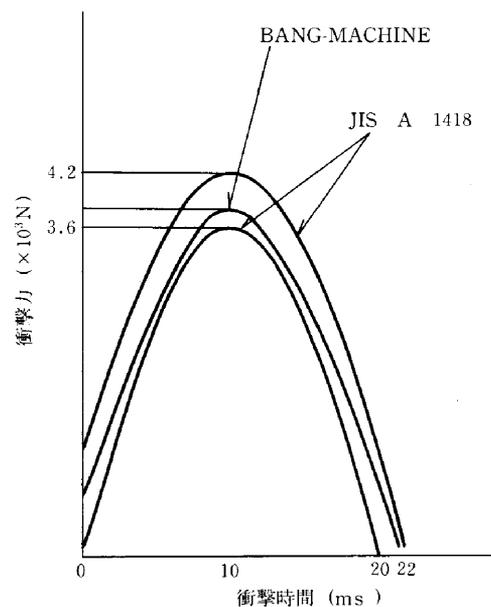


Fig.2 BANG-MACHINEの衝撃力時間特性

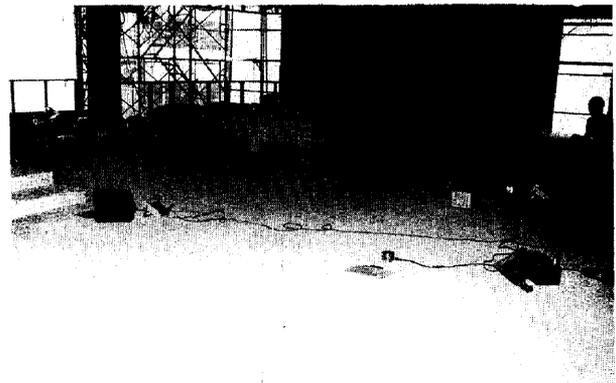


Photo 1 建物の内部状況(3階)

3) BANG-MACHINE による加振の場合

JIS A 1418-1918 (床衝撃音レベルの測定方法) に、規定されている重量床衝撃音発生器 (BANG-MACHINE) を用いて床を加振した (Photo 1 参照)。BANG-MACHINE の衝撃力時間特性を Fig. 2 に示す。加振位置は、Fig. 1 に示す a 点付近とし、a 点の加速度波形および変位波形を測定した。打撃回数は20回とした。

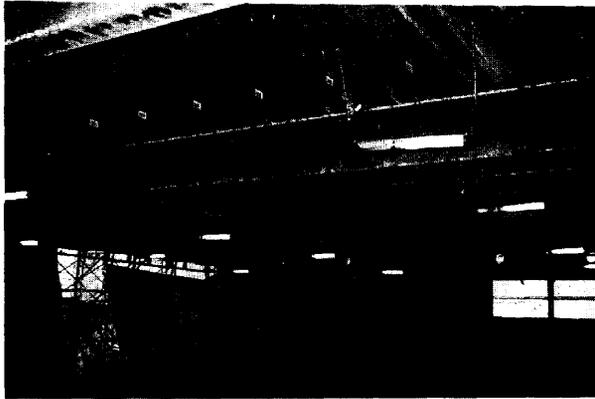


Photo 2 建物の内部状況(3階床)

3. 測定結果と検討

前述の3種類の測定方法による結果を、Table 1、Table 2 および Table 3 に示す。以下に測定結果に関する検討内容を記す。

1) 床の1次固有振動数は、Table 1 に示すように、3階で8.8Hz、9階で9.4Hzであると考えられる。なお、2次以降の固有振動数と床全体の振動モードとの対応関係の推定結果を Table 4 に示す。

2) 2人歩行時の最大変位振幅は Table 2 に示すように、3階中央で平均16.4 μ m、9階中央で平均16.7 μ m と

なり、1人歩行時の最大変位振幅は3階中央で平均31.6 μ m、9階中央で平均26.2 μ m、となった。これらの最大変位振幅の平均値と1次固有振動数との関係を Meister の振動感覚曲線上にプロットした Fig. 3 をみると、3階および9階とも2人歩行時では「ようやく感ずる」、1人歩行時では「少し感ずる」の領域にある。

3) BANG-MACHINE の打撃による最大加速度振動は Table 3 に示すように、3階で平均57.2cm/s²、9階で平均46.6cm/s²、また最大振幅は Table 5 に示すように3階で平均62.6 μ m となり、「少し感ずる」領域にある。

以上のような実験結果が得られたがいずれも設計値、固有振動数4.3Hz、振幅40.8 μ m、Meister による振動感覚曲線「ようやく感ずる」に近い領域であった。

Table 1 測定結果一覧(砂袋による加振)

測定階	加振位置	測定位置	卓越振動数* (Hz)				
			ピーク1	ピーク2	ピーク3	ピーク4	ピーク5
3階	a	a	8.8	20.3	49.5	9.6	23.1
		b	8.8	23.1	37.0	20.3	9.6
		c	20.3	8.8	28.0	37.0	49.5
		d	8.8	9.6	12.7	20.3	10.8
	b	a	20.5	8.8	37.0	22.5	9.6
		b	37.0	22.5	12.9	20.1	31.9
		c	37.0	20.5	31.9	33.4	28.2
		d	12.9	8.8	37.1	50.8	41.3
9階	c	a	9.4	22.7	60.4	21.1	35.0
		b	9.4	37.0	29.7	20.7	31.9
		c	22.7	37.3	38.3	27.0	41.1
		d	9.4	22.7	11.7	60.0	41.1
	d	a	9.4	37.1	20.5	31.7	30.1
		b	37.0	31.7	13.3	20.5	38.3
		c	37.0	33.6	39.5	60.0	31.7
		d	13.5	46.9	37.1	45.4	9.4

注) * : 卓越振動数は加速度波形のMEMスペクトルにおいて、レベルの最も高いピークをピーク1とし順次ピーク2、ピーク3、……として読み取った振動数を示す。

Table 2 測定結果一覧(人間の歩行および走行による加振)

測定階	加振方法	コース	測定位置	最大変位振幅* (μ m)					
				1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値
3階	2人歩行	A	a	17.2	15.7	18.9	17.1	12.8	16.4
		B	b	16.5	14.3	9.9	14.0	10.6	13.1
	1人歩行	A	a	32.6	33.1	33.4	29.6	29.4	31.6
		B	b	24.8	24.0	23.3	25.4	26.6	24.8
9階	2人歩行	A	a	23.0	21.7	14.1	13.7	11.0	16.7
		B	b	14.9	14.0	17.5	11.8	12.7	14.2
	1人歩行	A	a	28.1	25.2	30.1	20.8	26.9	26.2
		B	b	23.1	21.6	20.7	25.2	22.8	22.7

注) * : 最大変位振幅は、変位波形より読み取った値を示す。

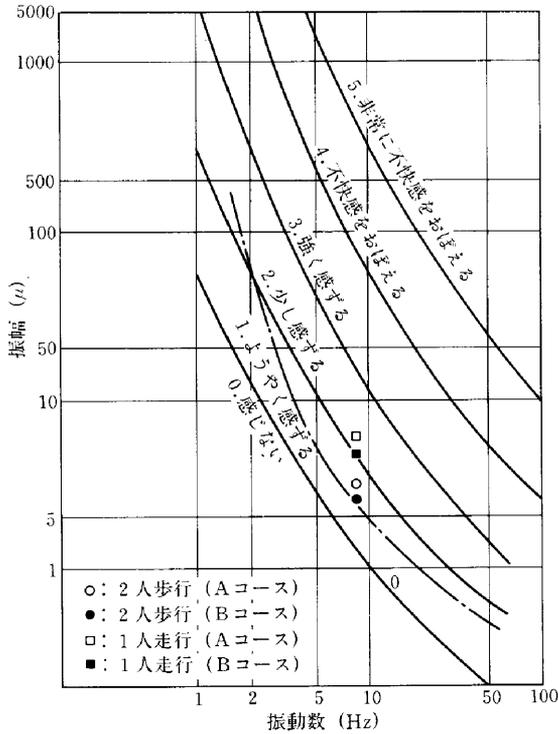


Fig.3 Meisterによる振動感覚 (3階)²⁾

Table 3 BANG-MACHINEによる加振時の最大加速度振幅測定結果

測定階	加振および測定位置	最大加速度振幅 (cm/s ²)					平均値	標準偏差
		測定値 (20個)						
3階	a	55.4	57.4	62.2	57.1	57.0	57.2	3.36
		56.4	56.9	52.7	63.6	61.3		
		60.4	60.2	58.5	53.0	54.1		
		52.7	60.6	57.7	53.3	53.8		
9階	a	41.7	44.5	41.7	51.8	45.0	46.6	3.85
		48.6	47.4	42.5	50.1	49.8		
		42.4	50.6	51.7	48.3	41.2		
		49.6	46.3	46.9	40.6	51.0		

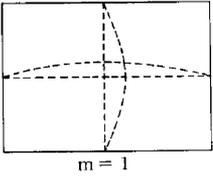
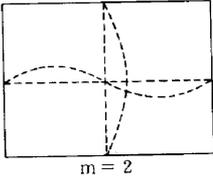
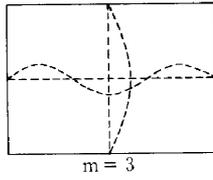
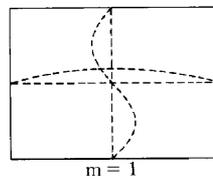
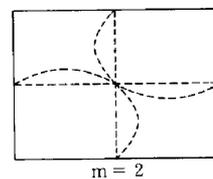
Table 5 BANG-MACHINEによる加振時の最大変位振幅測定結果

測定階	加振および測定位置	最大変位振幅 (mm)					平均値	標準偏差
		測定値 (20個)						
3階	a	66.7	60.2	61.7	64.1	60.9	62.6	2.44
		63.9	60.9	59.5	64.8	62.9		
		67.6	64.8	60.5	63.2	65.3		
		62.4	58.9	62.7	60.7	60.2		

4. おわりに

ここに述べた内容は、いずれも当工事においてなされた実験の結果報告であり、他と異にする面もあると思うが、今後のビル設計、施工における振動特性の概要を知らせ得れば幸いに思う。

Table 4 振動モードと卓越振動数の関係

振動モード	固有振動数 (Hz)	
	3階床	9階床
 n = 1 m = 1	8.8	9.4
 n = 1 m = 2	12.9	13.5
 n = 1 m = 3	20.3	—*
 n = 2 m = 1	28.0	—*
 n = 2 m = 2	37.0	37.0

注) 1. 加速度波形のMEMスペクトルより推定した結果を示す。

2. * : 卓越振動数が特定できなかった。

参考文献

- 1) 日野幹雄：スペクトル解析 朝倉書店 (1984年)
- 2) 日本建築学会：建築構造物の振動実験 (1978年)