鉄筋コンクリート床スラブの1次固有周期推定法

A METHOD OF ESTIMATING THE NATURAL VIBRATION PERIOD FOR REINFORCED CONCRETE FLOOR SLABS

伊藤正義*, 井野 智**, 杉野目 章***, 佐藤 尚****
Masayoshi ITO, Satoru INO, Akira SUGINOME and Takashi SATO

To serve as a practical solution which seems still unavailable to the problem of estimating the period T_1 of natural vibration of reinforced concrete floor slabs, an approximate approach is herein proposed including the effect of their cracking and time-dependency. Admittedly the estimation is a major consideration in their serviceability limit state design.

Consequently it has been clarified that T_1 is proportional to the square root of long-time slab deflection with the proportional constant satisfactorily expressed in function form in terms of the ratio of the long-time value to the elastic value of slab deflection. Hence in practice T_1 is readily predictable from a long-time deflection which may be estimated by the AIJ's or other prediction methods.

Keywords : gravity equation, regressive equation, natural vibration period, floor slabs, long-time deflection, vibration control

重力式, 回帰式, 固有振動数, 床スラブ, 長期たわみ, 振動制御

1. はじめに

床スラブの使用性を損なうものに、大きなたわみとひび割れ、それに有感振動とがある。これらの使用性能評価法は、日本建築学会の鉄筋コンクリート（以下、RCと略記する）構造計算規準の付11と付13に、それぞれ「床スラブの振動」と「長期荷重下における変形とひび割れ」として取り扱われているが¹⁾、前者は主に弾性振動を対象としているのに対して、後者はコンクリートのひび割れとクリープなどの時間依存性を考慮したものになっており、両者が対象とする検討範囲には大きな違いがある。

コンクリートのひび割れや時間依存性を考慮した床スラブの振動特性を適正に予測する方法の見当らぬ現状から、本報では、付11と付13との整合性を持たせることを目的として、既往の実測調査データを整理・分析して、床スラブの長期たわみと1次固有周期の関係式を導き、RC床スラブの長期たわみ予測値からその1次固有

周期を簡便に推定する方法について述べる。

2. データの概要

本報で検討したRC床スラブの形状寸法と実測データの概要を表1、表2および表3に掲げる。表3は、表1、表2の調査項目のうち、1次固有振動数とたわみおよび半振幅についての実測データの特性値を示したものである。ここで対象とした建物数はA～Hまでの8件で、建物の種類は、事務所4件、学校2件および病院と住宅各1件である。

各建物の障害の状況をみると、表3で示すように建物F₁、F₂（事務所）とG（小学校）、H（中学校）はたわみ障害の程度が比較的軽微なもので平均30mm、標準偏差6.4mm以下であるが、建物D（病院）、E（事務所）はたわみ障害の程度がやや大きく、また、その他の建物についてはその障害が特に甚だしいもので、中でもA

* 北海道工業大学工学部経営工学科 教授

** 北海道大学工学部情報図形科学講座 教授・工博

*** 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 教授・工博

**** 住友建設株式会社・工修

Prof., Dept. of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido Institute of Technology

Prof., Dept. of Computer and Graphic Science, Faculty of Engineering, Hokkaido Univ., Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Eng., Muroran Institute of Technology, Dr. Eng.

Sumitomo Construction Inc., M. Eng.

(事務所)とB(住宅)のスラブのたわみは過大であり、平均でもそれぞれ約60、67mmにも達している。

3. ガイガーの重力式²⁾

梁や床板の弾性振動における1次固有周期は、静的な弾性最大たわみの平方根に比例し、次式で表される。

$$T = \alpha \sqrt{\delta_{\max}} \quad (1)$$

ただし、

$$\begin{aligned} T = 1/f_v &: \text{1次固有周期 (sec)} \\ f_v &: \text{1次固有振動数 (Hz)} \\ \alpha &: \text{定数} (\approx 0.16) \\ \delta_{\max} &: \text{最大たわみ (cm)} \end{aligned}$$

これはガイガーの重力式と呼ばれ、弾性域にある構造部材や構造物の1次固有周期または1次固有振動数を概算する際によく使われている。

4. 大たわみと1次固有周期の相関関係

これまでに筆者らは、実在のRC建物における大たわみ障害の生じた床スラブの実測データを整理・分析し、床スラブの1次固有周期と使用上障害となるような大たわみとの間に、以下のような関係の存在することを明らかにしている³⁾。

すなわち、同一建物にあって形状・寸法の概略等しい床スラブの1次固有周期は、大たわみの平方根に比例することである。図1は、床スラブの大たわみ障害の程度が特に甚だしい建物の事例として、横軸にスラブ中央のたわみ δ を、縦軸には1次固有周期 T を、それぞれ対数目盛りでとり建物ごとに実測データをプロットしたものである。図中に記入した α 値は T と δ の間に(1)式が成り立つと仮定し、 T に関する残差平方和を最小にするという条件から導いたもので次式で与えられる。

$$\alpha = \sum_{i=1}^n (T_i \sqrt{\delta_i}) / \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (2)$$

ただし、

$$\begin{aligned} n &: \text{計測したスラブの枚数} \\ T_i, \delta_i &: i \text{ 番目に計測したスラブの1次固有周期と中央点たわみ} \end{aligned}$$

図1によれば、たわみ実測値が異常に大きい建物Aと建物Bでは相対的に均し誤差が小さくなるため、 T と δ との間には強い相関関係がみられる。たわみ実測値が若干小さな建物Cと建物Dでは相関関係もやや小さくなっており、また、建物Eでは無相関に近い値を示している。

各スラブの T と δ の計測データは、建物別に求めた回帰直線上に比較的良好にフィットしているが、スラブの形状・寸法を表す指標値 x として、辺長比を考慮したスパン・板厚比

図1 実在RC建物における床スラブの大たわみと1次固有周期の関係

$$x = \frac{40\lambda}{16+24\lambda} \cdot \frac{Lx}{t} \quad (3)$$

ただし、

λ : 辺長比
 Lx : 短辺スパン (cm)
 t : スラブ厚 (cm)

を用い⁴⁾、図1に掲げる5種類のスラブ(A~E)の α 値を整理すると、図2に示すような関係が得られる。各建物の x 値に対応する α 値は、ほぼ一直線上にあって、 α に関する残差平方和を最小にするという条件から次式を得る。

$$\alpha = 0.00214x - 0.0428 \quad (4)$$

図2 床スラブの弾性たわみの指標値(辺長比を考慮した短辺スパン・板厚比)と重力式の係数の関係

5. 中たわみと1次固有周期の相関係数

(4)式は、大たわみ障害の程度が特に甚だしい床スラブのデータから導かれたものであり、これはそのまま、ひび割れの発生は許すが、長期たわみが使用限界値、たとえば短辺スパンの $1/250$ 以下となるように制御設計した床スラブに適用することはできない。

本論では長期たわみの大きさが上記使用限界値近傍のものを「中たわみ」と定義し、中たわみをもつ床スラブの α 値を以下の要領で定めた。床スラブの一部に使用障害がみられるものの、全体としてはたわみ障害の程度が比較的軽微だった建物F、G、Hの床スラブのたわみは、ほぼ中たわみに当たる。

図3は、弾性域を対象としたガイガーの重力式の α 値と、大たわみ障害の程度が特に甚だしい床スラブの α 値を対比したものである。前者では x に関係なく α 値がほぼ一定(≈ 0.16)⁵⁾であるのに対し、後者はスラブの形状寸法の指標値 x に応じて α 値が直線的に変化し、 $x = 40$ のとき $\alpha = 0.0428$ 、 $x = 50$ のとき $\alpha = 0.0642$ となる。両直線の間に引いた4本の直線は、中たわみの発生している4種類の床スラブ(F₁、F₂、G、H)の実

図3 床スラブに発生する長期たわみの大きさの程度と重力式の係数の関係

測データに基づくもので、それぞれ実測たわみと固有周期の平均値から逆算した α と、設計値から得られる x を通り、直線の勾配は両端直線間の距離に比例して按分したものである。

いま、 $x = 30$ のときの縦軸の値を $\alpha_{(30)}$ 、 $x = 50$ のときの縦軸の値を $\alpha_{(50)}$ とすると、両者の間にはつぎの関係が成り立つ。

$$\alpha_{(30)} = \frac{0.00247(x-30)-\alpha}{0.01544(x-30)-1.0} \quad (5)$$

$$\alpha_{(50)} = 0.69120\alpha_{(30)} + 0.04941 \quad (6)$$

したがって、 α と x を与えると $\alpha_{(30)}$ 、 $\alpha_{(50)}$ が求まり直線は一意に定まる。

ちなみに、床スラブF₁、F₂は、同じ建物内にあって設計スラブ厚は等しいが短長辺スパンが異なるため、平均たわみの大きさは $F_1 > F_2$ で、また、G、Hは、設計

図4 床スラブ重力式の係数を $\alpha = \beta x + \gamma$ で表したときの β 、 γ 値と長期たわみの大きさの程度との関係

諸元が同じ教室床スラブではあるが、施工精度の違いから、平均たわみは $G > H$ となっており、図中の直線の位置関係は、長期たわみの大きさの程度の違いによって変わる事となる。

6. δ/x と α の関係式

図3におけるガイガーの重力式における α 、(4)式で表される α 、および両直線の間に引かれた4直線の α を、

$$\alpha = \beta x + \gamma \quad (7)$$

とおく。

スラブ形状寸法の指標値 x は、RC学会規準の辺長比を勘案した前のスラブ厚算定式⁴⁾を含んでおり、弾性たわみの大きさを示す尺度でもある。 δ/x は、弾性たわみを基準として表した長期たわみ倍率の尺度、すなわち長期たわみの大きさの程度を表す指標値である。ここで、 δ/x を横軸に、(7)式の係数 β 、 γ を縦軸にとり図3に引いた6本の直線の係数値をプロットすると、図4のようになる。図の中の β 、 γ の2本の曲線は、 δ/x が大きくなるとそれぞれ近似的に収束傾向がみられることから、 β 、 γ についてそれぞれプロットした各点を満足するように、最小自乗法を用いて当てはめた2次指数曲線で、次式で表される。

$$\beta = (2.14 - 2.14 \times 0.497^y \times 1.028^{y^2}) \cdot 10^{-3} \quad (8)$$

$$\gamma = -0.0428 + 0.203 \times 0.497^y \times 1.028^{y^2} \quad (9)$$

ここで、

$$y = 10^2 \cdot \delta/x \quad \text{ただし } \delta : \text{cm}$$

なお、図3において $x = 30$ および50のときの縦軸の値をそれぞれ $\alpha_{(30)}$ 、 $\alpha_{(50)}$ とすると、(7)式の β 、 γ は

$$\beta = 0.05(\alpha_{(50)} - \alpha_{(30)})$$

$$\gamma = 1.5\alpha_{(50)} - 2.5\alpha_{(30)}$$

となる。これと(5)、(6)式より β と γ の間には次の関係式が導かれる。

$$\gamma = 0.16 - 94.7665\beta \quad (10)$$

7. 適合性の検討

表1に掲げる既存RC建物における床スラブの実測データによって、本法の適合性を検討する。

表中の「実たわみ」は、「実測たわみ」からスラブコンクリート上面の「均しの誤差」を差し引いた値である。近年の建築現場では、施工管理技術の向上がめざましく、特にスラブ上面の均し作業については、レーザービームを利用するなど十数年前と較べ格段に良好な精度で仕上げられるようになってきているが、過去に筆者らが行った

表1 検討した床スラブの形状寸法と実測データ一覧

建物	梁心スパン L×Ly m×m	スラブ厚		1次固有振動数		実測	実たわみ	歩行時の半振動 計測値 mm	
		設計値 mm	実測値 mm	実測値 Hz	推定値 Hz	たわみ mm	mm		
A	7.3×7.3	150	190	6.6	10.6	59.0	56.9	-	
			164	6.0	7.3	68.0	68.8	-	
			164	5.2	6.3	82.0	91.6	-	
			162	7.7	8.3	36.0	41.8	-	
			157	7.1	7.8	58.0	49.1	0.0240	
			155	7.8	8.2	56.0	40.7	0.0245	
B	6.0×6.5	150	116	6.9	4.4	95.0	99.8	0.0580	
			133	8.9	7.1	60.0	60.0	0.0440	
			157	9.6	10.5	52.0	51.5	-	
			144	8.5	7.9	72.0	65.7	0.0520	
			125	9.1	6.5	58.0	57.4	0.0490	
C	5.4×6.0	120	128	8.1	8.8	56.0	47.7	0.0430	
			143	8.0	10.8	51.0	48.9	0.0420	
			127	8.4	8.9	34.0	44.3	0.0375	
			123	7.6	7.7	54.0	54.1	0.0480	
			128	8.1	8.8	54.0	47.7	0.0525	
			120	8.0	7.7	44.0	48.9	0.0680	
			134	9.0	10.4	36.0	38.6	0.0465	
D	6.0×6.0	150	-	10.5	10.5	40.0	48.3	0.0260	
			-	12.3	11.8	40.0	35.2	0.0200	
			-	10.3	10.3	52.0	50.2	0.0245	
			-	10.8	10.8	43.0	45.6	0.0220	
			-	11.0	10.9	45.0	44.0	0.0196	
			-	11.6	11.4	58.0	39.5	0.0160	
			-	13.3	12.2	30.0	30.1	0.0140	
			-	11.1	11.0	37.0	43.2	0.0160	
			-	12.5	11.9	35.0	34.1	0.0150	
			-	15.4	12.6	21.0	22.4	-	
			-	14.5	12.5	21.0	25.3	-	
			-	13.0	12.1	27.0	31.5	0.0125	
E	5.85×7.2	150	-	9.8	9.7	42.0	45.7	0.0160	
			-	11.7	10.8	32.0	32.0	0.0170	
			-	9.7	9.6	54.0	46.6	0.0220	
			-	10.8	10.4	47.0	37.6	0.0190	
			-	10.9	10.4	34.0	36.9	0.0140	
			-	11.1	10.6	34.0	35.6	0.0170	
			-	11.5	10.8	40.0	33.2	0.0140	
			-	10.3	10.1	45.0	41.3	0.0160	
			-	11.4	10.7	40.0	33.7	0.0150	
			-	12.5	11.1	35.0	28.1	0.0150	
			-	10.5	10.2	33.0	39.8	0.0110	
			-	10.6	10.3	35.0	39.0	0.0160	
			-	10.9	10.4	29.0	36.9	0.0160	
-	10.5	10.2	29.0	39.8	0.0130				
F ₁ F ₂	表2参照								
G	4.5×7.0	120	143	12.5	15.1	25.0	25.6	0.0130	
			120	14.3	10.7	20.0	19.6	0.0144	
			107	11.4	8.3	32.0	30.8	0.0150	
			132	11.6	12.4	28.0	29.8	0.0130	
			124	12.3	11.1	26.0	26.5	0.0111	
			138	11.6	13.6	34.0	29.8	0.0155	
			130	10.5	11.4	35.0	36.3	0.0190	
			120	11.3	9.4	30.0	31.4	0.0126	
				4.75×7.0					
H	4.25×7.0	135	-	10.6	14.5	13.0	24.6	-	
			-	12.7	14.2	11.0	17.1	-	
			-	15.3	13.4	22.0	11.8	-	
			-	11.5	14.5	19.0	20.9	-	
			-	14.5	13.6	18.0	13.2	-	
			-	14.6	13.6	15.0	13.0	-	
			-	15.9	13.2	20.0	10.9	-	
			-	16.1	13.2	15.0	10.7	-	
			-	15.5	13.3	24.0	11.5	-	
			-	10.7	14.5	22.0	24.2	-	
			-	15.5	13.3	22.0	11.5	-	
			-	11.3	14.5	22.0	21.7	-	
			-	12.4	14.3	10.0	18.0	-	
			-	11.2	14.5	22.0	22.0	-	

表2 ある多層RC事務所建築の床スラブ (F1、F2) に関する実測データと推定値

階	位置	梁心間 Lx×Ly m×m	コンクリートの ヤング係数 kg/cm ²	スラブ厚 mm	端部上端鉄筋 (実測値)		主筋配筋量 (計算用)			1次固有振動数		実測 たわみ mm	実たわみ mm	たわみ 理論値 mm	歩行時の半振幅 計測値 mm
					種類・間隔 mm	有効せい mm	端部a _t	端部a _c	中央a _t	実測値 Hz	推定値 Hz				
1	1-C	6.0×6.8	202500	147	9φ,D13, @103.2	94.2	9.55,	4.78,	4.78	14.6	11.0	38.0	20.9	23.1	0.0146
	13-C	6.0×6.8	202500	149	9φ,13φ,@ 99.3	97.8	9.85,	4.93,	4.93	14.3	11.3	31.3	22.1	21.4	0.0145
	14-C	6.0×6.8	202500	166	9φ,13φ,@ 90.8	96.5	9.85,	4.93,	4.93	16.4	14.0	19.8	14.8	20.6	0.0085
	1-B	5.6×6.0	177000	157	D13,D16, @221.3	105.5	9.55,	4.78,	4.78	17.8	14.0	26.4	19.4	13.0	0.0120
2	4-A	6.0×6.8	177000	156	9φ,D13, @104.5	101.4	9.55,	4.78,	4.78	14.6	12.4	33.7	17.1	21.3	0.0108
	5-A	6.0×6.8	177000	150	9φ,D13, @ 88.5	103.9	9.55,	4.78,	4.78	12.9	11.5	32.8	24.2	21.9	0.0180
	9-C	6.0×6.8	177000	151	9φ,D13, @ 97.8	85.2	9.55,	4.78,	4.78	14.1	11.4	24.0	18.9	27.1	0.0108
	11-A	6.0×6.8	177000	162	9φ,D13, @ 90.4	94.1	9.55,	4.78,	4.78	15.2	13.3	21.8	15.1	22.8	0.0114
	16-A	6.0×6.8	177000	155	9φ,D13, @121.8	91.3	9.55,	4.78,	4.78	13.2	12.2	32.6	22.8	23.5	0.0185
	16-D	6.0×6.8	177000	154	9φ,D13, @ 83.0	86.1	9.55,	4.78,	4.78	13.0	11.9	32.9	23.7	27.1	0.0152
	1-F	6.0×6.8	222000	154	9φ,D13, @ 93.5	100.1	9.55,	4.78,	4.78	12.9	12.1	39.1	23.5	21.4	0.0136
3	5-C	6.0×6.8	222000	165	9φ,D13, @101.5	107.9	9.55,	4.78,	4.78	13.9	13.6	32.2	19.1	17.3	0.0063
	14-C	6.0×6.8	222000	155	9φ,D13, @105.0	106.9	9.55,	4.78,	4.78	14.3	12.2	22.9	17.5	18.9	0.0091
	16-A	6.0×6.8	222000	154	9φ,D13, @ 74.4	102.1	9.55,	4.78,	4.78	13.3	12.0	29.4	21.6	19.1	0.0144
	16-D	6.0×6.8	222000	129	9φ,D13, @ 91.3	103.3	9.55,	4.78,	4.78	11.5	8.8	33.4	31.7	21.8	0.0186
	17-B	5.6×6.0	222000	155	D13, @213.8	111.2	9.55,	4.78,	4.78	15.7	13.5	24.0	14.4	11.8	0.0085
	2-G	6.0×6.8	155000	176	9φ,D13, @109.3	114.0	9.55,	4.78,	4.78	13.8	15.7	28.9	18.2	18.5	0.0066
	3-F	6.0×6.8	155000	162	9φ,D13, @123.5	114.4	9.55,	4.78,	4.78	12.2	13.2	37.2	25.6	17.9	0.0150
4	5-A	6.0×6.8	155000	159	9φ,D13, @106.5	108.5	9.55,	4.78,	4.78	12.0	12.8	26.4	26.7	19.3	0.0138
	7-C	6.0×6.8	155000	150	9φ,D13, @ 84.6	105.0	9.55,	4.78,	4.78	13.6	11.5	32.7	19.0	20.9	0.0118
	13-A	6.0×6.8	236000	155	9φ,D13, @106.5	102.4	9.55,	4.78,	4.78	11.7	12.2	42.2	28.6	19.0	0.0174
	1-B	5.6×6.0	155000	170	9φ,D13, @144.8	114.6	9.55,	4.78,	4.78	15.3	15.7	18.6	16.2	11.5	0.0082

(1) F₁; 梁心スパン 6.0m×6.8mF₂; 梁心スパン 5.6m×6.0m

(2) コンクリートのクリープ係数 : 3.0

(3) コンクリートの収縮ひずみ : 4.0×10⁻⁴

(4) スラブ圧縮鉄筋のかぶり厚 : 20 mm

(5) 天井重量 : 20 kg/m²

(6) 床材下地モルタル (直仕上げ) : 0 mm

(7) 梁仮定断面 : 400 mm×700 mm

(8) 同上鉄筋量 : 端部 a_t=22.81 cm² (2段筋), a_c=15.21 cm²
中央 a_t=15.21 cm², a_c=7.6 cm²

(9) 梁鉄筋のかぶり厚: 50 mm, ただし2段筋は30 mm

表3 1次固有振動数とたわみおよび半振幅の実測データの特性値

建物	データ数	1次固有振動数			実測たわみ			歩行時半振幅		
		平均値 Hz	標準偏差 Hz	変動係数 %	平均値 mm	標準偏差 mm	変動係数 %	平均値 mm	標準偏差 mm	変動係数 %
A	6	6.73	1.011	15.02	59.8	15.13	25.29	-	-	-
B	5	8.60	1.030	11.97	67.4	17.05	25.30	0.0508	0.0059	11.53
C	7	8.17	0.435	5.32	47.0	9.07	19.31	0.0482	0.0099	20.62
D	12	12.19	1.622	13.31	37.4	11.47	30.65	0.0186	0.0046	24.68
E	14	10.87	0.748	6.88	37.8	7.24	19.17	0.0158	0.0026	16.67
F	22	13.93	1.551	11.14	30.0	6.40	21.33	0.0126	0.0038	29.90
G	8	11.94	1.135	9.51	28.8	5.04	17.52	0.0142	0.0024	16.90
H	14	13.41	2.114	15.76	18.2	4.61	25.32	-	-	-

注) 建物B、Dの半振幅のデータ数はそれぞれ4、10としたときの値である。

図5 床中央の均しの誤差

調査によれば、均し誤差は図5に示すような結果をえている⁵⁾。この図5では、均し誤差0の点で絶壁型となっており、均し作業にあたってスラブ中央がやや下がり目に均されている。また、その値は平均 8.4mm、標準偏差 6.2mm程度のものであって、実測たわみが十分に大きな場合は、均し誤差の影響を無視できるが、実測たわみのオーダーが総じて小さい場合は均し誤差分を除いた実たわみによる検討が必要である。図1のように両対数グラフ上に引いた回帰直線と実測たわみとの隔たりを、均し誤差の平均を0としたときの均し誤差と考えると、あるスラブの実たわみは振動数実測値に対応する回帰直線上

図6 床スラブの1次固有振動数の推定値と実測値との対応

図7 1次固有振動数における実測値の推定値に対する誤差率の頻度分布

の値から 8.4mmを減じたものとなる。

言うまでもなく本法は、ひび割れやクリープ変形を伴う床スラブの長期たわみ予測値を知って、それに対する1次固有周期または振動数を推定するときに用いられるが、ここでは実たわみからの推定値と実測振動数との対応を検討するとどめる。図6に、このようにして求めた推定値と実測振動数の対応を示した(白抜き、半分白抜き、半分黒印)。

また参考までに、施工精度などの詳細な実測データが表2のように得られているF建物については⁷⁾、小論の主旨にそって、学会RC構造計算規準付13に架構の連成効果を勘案算定した長期たわみ予測値⁹⁾からの推定振動数と実測振動数の対応を示した(黒三角印)。

1次固有振動数における実測値の推定値に対する誤差率の頻度分布を図7に示した。平均値は0.04、標準偏差が0.16となっている。このことから、データは誤差範囲

±20%域に全体の約77%が、±30%域に全体の約93%が存在することとなり、ひび割れによる剛性低下、架構の連成効果、施工精度、材料性状、積載荷重など、不確定要素の多い床スラブの振動数予測値としては、実用上十分な精度で実測値との対応を示しているものと考えられる。

8. まとめ

本論では、これまで学会RC構造計算規準付11「床スラブの振動」で触れていなかった、コンクリートのひび割れ、時間依存性などの影響を考慮した床スラブの1次固有周期または1次固有振動数の概略値を推定する方法を提案した。さらに、本法の適合性の検討を行った結果、不確定要素の多い床スラブの振動数推定値としては実用上十分な近似値の得られることがわかった。

関連実測データの蓄積と、長期たわみ予測計算法の改良によって当該推定値の精度の向上を図ることは、今後の課題として挙げられる。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、pp.480-489,499-516,1988
- 2) 嶋津孝之、福原安洋、佐藤立美：鉄筋コンクリート構造、森北出版、p.221,1988.3
- 3) 井野 智、土橋由造、高橋 弘：大撓みの発生した鉄筋コンクリート床スラブの1次固有周期、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、pp.1557-1558,1979.9
- 4) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、pp.130-138,1971
- 5) 梅村 魁：構造力学演習、産業図書、p.180,1959.8
- 6) 井野 智、伊藤正義、杉野目章、布川信一：非損傷鉄筋コンクリート床スラブの施工精度、コンクリート工学年次論文報告集、No12-2,pp.615-620,1990.6
- 7) 杉野目章、井野 智、伊藤正義：ある多層RC事務所建築の床構造についての総合的実測調査、日本建築学会構造系論文報告集、第429号、pp.101-110,1991.11
- 8) 植松武是、井野 智、杉野目章、伊藤正義、佐藤 尚：あるRC建物の床スラブに関する構造・材料科学的調査(その3 学会RC規準の長期たわみ計算法の検討)、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)、pp.323-324,1991.9

(1993年8月9日原稿受理, 1994年1月14日採用決定)