

棒状バイブレータによる振動伝播の推定手法の検討 ～ 実験結果との比較 ～

前田建設工業株式会社 正会員 ○ 中島 良光 平田 昌史
白根 勇二 南 浩輔
笹倉 伸晃 舟橋 政司

1. はじめに

著者らは、バイブレータ棒部の運動（加速度、振動数）から、フレッシュコンクリート内を伝播する加速度分布を推定する式を提案している¹⁾。ここでは、バイブレータの振動伝播特性についての実験を行い、提案する推定式と比較した結果について報告する。

2. 実験概要と実験結果

図-1 は、実験に用いた供試体の概略図である。供試体は、内寸 1.2m(L)×1.2m(B)×0.6m(H)の鋼製型枠に、コンクリートを3層に分けて打設し作製した。使用したコンクリートは、セメントが普通ポルトランドセメント、細骨材が成田産山砂（比重 2.60, 吸水率 2.58）、粗骨材は秩父産砕石（比重 2.70, 吸水率 0.83）である。配合を表-1 に示す。鋼製型枠内側には反射波の影響を除去する目的で、厚さ 30mm の発泡スチロールを張り付け、フレッシュコンクリート内には加速度計を計 5 か所（バイブレータの中心位置から 10, 20, 30, 40, 60cm）設置した。写真-1 に加速度計の設置状況を示す。また、バイブレータ棒部にも先端から 1cm 間隔で計 3 か所に加速度計を取り付けている。

使用したバイブレータは、直径 $\phi=28\text{mm}$ 、無負荷時の先端加速度 $\alpha=200\text{G}$ 、振動数 $f=223\text{Hz}$ であり、図-2 に示すバイブレータ棒部の加速度分布結果から、バイブレータの有効長は約 0.4m と判断できる。

実験では、バイブレータの電源を入れ、フレッシュコンクリートの所定の位置までバイブレータを挿入し、締固めを実施した。図-3 は、バイブレータ先端に取り付けた加速度計の加速度と振動数の経時変化である。バイブレータをフレッシュコンクリートに挿入すると、加速度と振動数は減少し、所定の位置で締固めが進行すると加速度と振動数は緩やかに増加する傾向が見られる。図-4 は、フレッシュコンクリート内に設置した加速度計の測定結果である。フレッシュコンクリート内の加速度は、締固めの進行とともに減少していく様子が伺える。

3. 加速度分布の推定結果

実験から得られたバイブレータ棒部の加速度、振動数を用いて、フレッシュコンクリート内部の加速度分布の推定を試みた。なお、加速度分布式は、

$$\alpha(x) = \alpha_r \left(1 - \frac{z}{L_0} \right) \cdot \gamma \sqrt{\frac{\phi}{2x}} \exp \left\{ -\beta \left(x - \frac{\phi}{2} \right) \right\} \quad (1)$$

で定義しており、材料減衰係数 β および境界減衰係数 γ は、

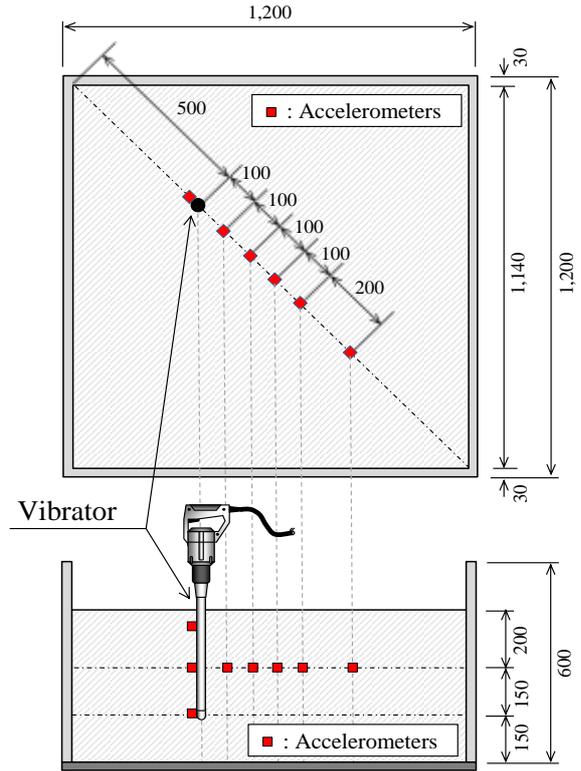


図-1 実験に用いた供試体の概略

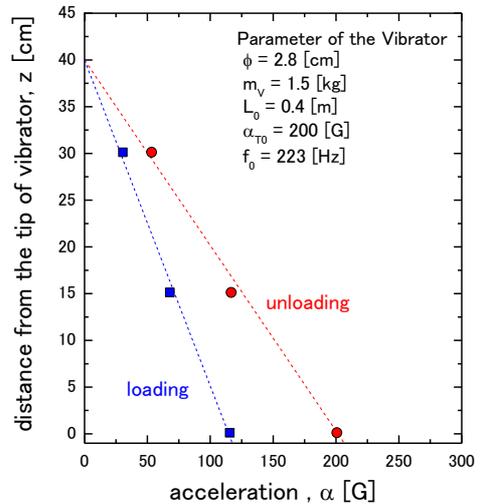


図-2 バイブレータ棒部の加速度分布

表-1 コンクリートの配合

G _{max} [mm]	スランブ [cm]	空気量 [%]	W/C [%]	s/a [%]	密度 [kg/m ³]	単位量 [kg/m ³]				フレッシュ試験結果	
						水	セメント	細骨材	粗骨材	スランブ [cm]	空気量 [%]
20.0	12.0	4.5	55.0	47.5	2318	168	306	866	978	14.0	4.7

表-2 バイブレータの加速度・振動数と減衰係数

経過時間 [s]		9.0	11.0	13.0	15.0	17.0	19.0	
バイブレータ先端加速度	α [G]	115.4	117.5	120.3	120.8	119.3	122.3	
バイブレータ振動数	f [Hz]	203.0	204.1	206.0	206.8	205.6	207.2	
コンクリート内の加速度	α(x) [G]	10cm	8.87	8.56	8.04	7.77	7.36	7.22
		20cm	4.43	4.36	3.78	3.42	3.19	2.99
		30cm	2.57	2.57	2.42	2.38	2.26	2.20
		40cm	1.56	1.68	1.60	1.52	1.35	1.29
		60cm	0.75	0.77	0.79	0.81	0.76	0.79
粘性係数	μ [Pa·s]	360.0	346.3	337.6	347.8	348.4	328.4	
材料減衰係数	β [cm-1]	0.033	0.032	0.032	0.033	0.033	0.032	
境界減衰係数	γ [-]	0.475	0.457	0.447	0.461	0.461	0.435	

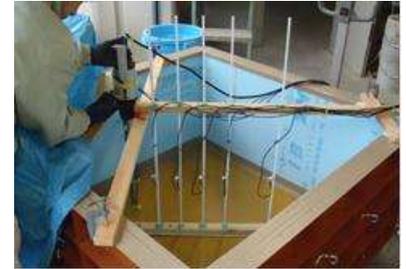


写真-1 加速度計の設置状況

次の式により推定した.

$$\beta = \frac{2\omega^2}{3\rho c^3} \mu, \quad c = \sqrt{\frac{n_k}{(1+n_k A)(1-A)} \cdot \frac{K_A}{\rho_c}} \quad (2)$$

$$\mu = \frac{2\omega \cdot m_v^2}{9\rho A_L^2 S^2} \left(\frac{\alpha_{T0}}{\alpha_T} \frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1 \right)^2 \quad (3)$$

$$\gamma = \left(1 - X^{\frac{1}{n}} \right) \sqrt{\frac{2a + \phi}{\phi}} \exp(\beta \cdot a) \quad (4)$$

$$X = \frac{a}{\delta} \approx \sqrt{\frac{\phi}{2a + \phi}} \exp(-\beta \cdot a), \quad a = 4.6 \sqrt{\frac{2\mu}{\rho\omega}} \quad (5)$$

表-2 は、実験結果から推定した材料減衰係数と境界減衰係数の結果一覧である。また、図-5 は経過時間 13 秒における加速度分布と推定式から得られた加速度分布を比較した図である。この図-5 を見ると、推定した加速度分布が実測結果を概ね再現できていると考えられる。

4. おわりに

本研究では、バイブレータ棒部の運動（加速度、振動数）からフレッシュコンクリート内部の加速度分布を推定する手法を提案し、実験結果との比較を実施した。提案する推定式は、今回実施した実験結果を概ね再現できている。今後は、推定式の適用性を検証するために、コンクリートの配合やバイブレータを変えた実験を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 平田昌史, 笹倉伸晃, 白根勇二, 南浩輔, 中島良光, 舟橋政司: 棒状バイブレータによる振動伝播の推定手法の検討～加速度分布式の誘導～, 第 69 回土木学会年次学術講演会 (本誌投稿中)

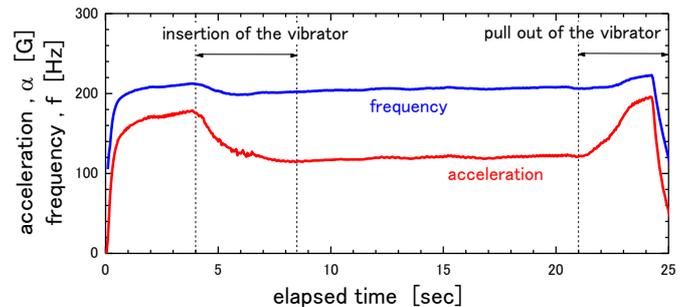


図-3 バイブレータ棒部先端の加速度と振動数

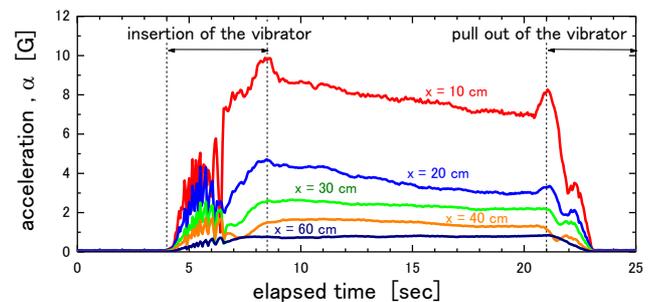


図-4 コンクリート内の加速度

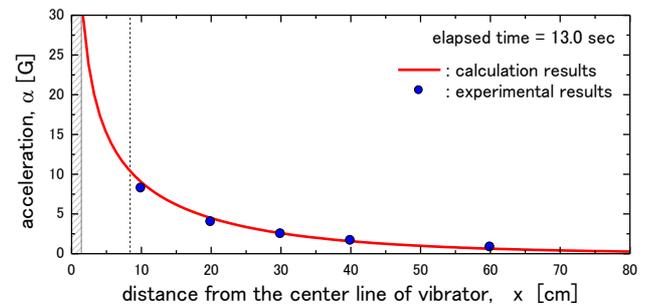


図-5 実験結果と推定式の比較