

RC・PC梁の振動時における粘弾性挙動 について

長岡高専 〇正員 武植 総
正員 佐藤 國雄

1. はじめに

RC・PC梁の振動特性を明らかにするために、RC・PC梁の振動粘弾性解析を行ない、鉄筋比の異なるRC片持梁、PC片持梁について行った振動試験結果と比較検討した。コンクリートの粘弾性係数は、過去において測定された同じ配合のコンクリートの粘弾性係数を使用した。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の形状寸法および加振方法を図-1及び図-2に示す。

〈自由振動実験〉 3本の供試体について、ひび割れが起こらない荷重状態で自由振動させた。4鉄筋RC梁はひび割れ発生後においても自由振動実験を行った。

〈強制振動実験〉 片持ち梁の頭部に、図-2のように偏心質量を持った変速機モーターを取り付けて、遠心力を利用して強制振動させた。それぞれの梁の固有振動数は、NO-1 ひび割れ発生前 (17.8 cycle/sec) ひび割れ発生後 (11.0 cycle/sec), NO-2, (16.2 cycle/sec), NO-3, (16.5 cycle/sec), であり、これらの固有振動数付近の周波数で強制外力を与えた。

3. 鉄筋コンクリート梁の粘弾性解析

コンクリートの動力特性を図-3に示すMaxwell-Kelvin体で模擬し、鉄筋を弾性体と仮定する。解析を導く途中、各式にラプラス変換を用いると、次のような弾性体と相似な鉄筋コンクリート片持ち梁の曲げ振動方程式が導かれる。

$$\begin{pmatrix} -\frac{156}{420}m\ell\omega^2 + \frac{12}{\ell^3}(E_c I_c + E_s I_s) & \frac{22}{420}m\ell^2\omega^2 - \frac{6}{\ell^2}(E_c I_c + E_s I_s) \\ \frac{22}{420}m\ell^2\omega^2 - \frac{6}{\ell^2}(E_c I_c + E_s I_s) & -\frac{4}{420}m\ell^3\omega^2 + \frac{4}{\ell}(E_c I_c + E_s I_s) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{u}_b \\ \bar{\theta}_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{P} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\bar{E}_c = \frac{E\eta^2\omega^2(\eta_1^2\omega^2 + E_1^2 + E E_1) + E^2\eta\omega(\eta_1^2\omega^2 + \eta_1\omega^2 + E_1^2)}{(-\eta_1\omega^2 + E E_1)^2 + (E_1\eta + E\eta_1 + E\eta)^2\omega^2}$$

ひび割れが生じた場合の振動方程式は次のようになる。

$$\text{中立軸の位置, } y_0 = (-4E_s A_s + 2\sqrt{4E_s^2 A_s^2 + E_c E_s A_s b R}) / E_c b$$

$$\text{曲げモーメント曲率関係, } \bar{M} = \left\{ \frac{1}{3}E_c b y_0^3 + 2E_s A_s \{ (y_0 - y_0)^2 + (R - y_0 - y_0)^2 \} \right\} \bar{\chi} = E I \cdot \bar{\chi}$$

振動方程式

$$\begin{pmatrix} -\frac{156}{420}m\ell\omega^2 + \frac{12}{\ell^3}\bar{E}I & \frac{22}{420}m\ell^2\omega^2 - \frac{6}{\ell^2}\bar{E}I \\ \frac{22}{420}m\ell^2\omega^2 - \frac{6}{\ell^2}\bar{E}I & -\frac{4}{420}m\ell^3\omega^2 + \frac{4}{\ell}\bar{E}I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{u}_b \\ \bar{\theta}_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{P} \\ 0 \end{pmatrix} \quad \left(\begin{array}{l} m: \text{単位長さ当りの質量, } \ell: \text{梁の長さ} \\ \omega: \text{角振動数, } E_s, E_c: \text{鉄筋コンクリートの} \end{array} \right)$$

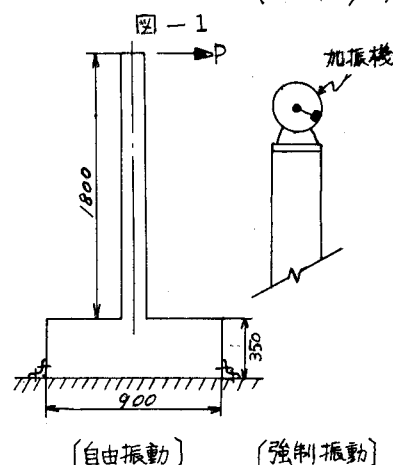
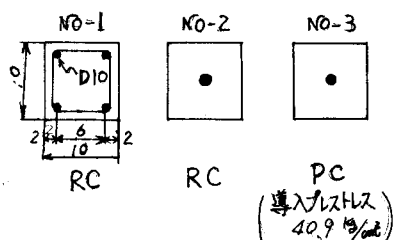


図-2

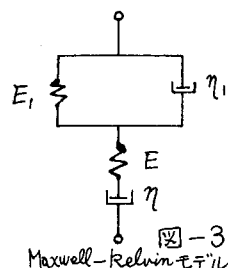
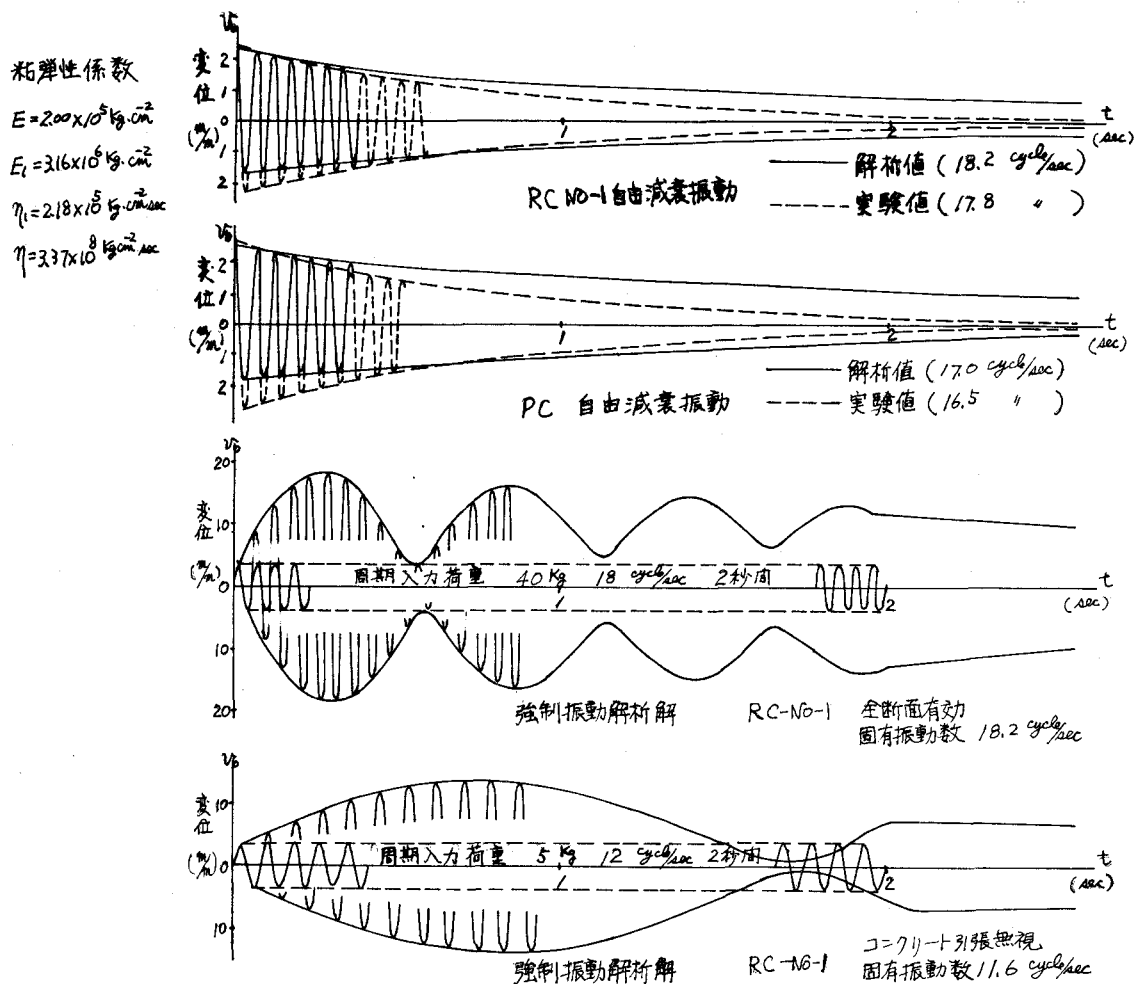


図-3
Maxwell-Kelvinモデル

E はMaxwell-Kelvin体の応力-歪関係（-弾性係数, I_s, I_c : 鉄筋, コンクリートの断面の慣性関数である。 $\bar{v}_b, \bar{\theta}_b$ はそれぞれ片持梁頭部のたわみ, たわみ角のフーリエ変換, $\bar{P}$ は外力荷重のフーリエ変換である

4. 解析結果及び実験結果



5 考察 実験結果と解析結果を比較してみると次のことがいえる。

1. 固有振動数については RC, PC とも実験値は解析値とよい近似を示した。
2. RC No. 1 と PC の減衰量は実験結果を見るとほぼ同じ傾向を示した。
3. 実際の減衰の原因には粘性減衰の効果と, 固定端からのエネルギーの選散があるが, 今回の解析値では粘性減衰だけを考慮したものである。実験値には両者が含まれていると考えられるので解析値と実験値を比較することにより, 粘性減衰の効果のしめる割合を知ることができた。
4. 解析値では, 自由減衰振動において入力荷重によって Maxwell-Kelvin 体が永久変形をおこし, 振動中心が移動する様子が表われるが, 実験では確認できなかった。

強制振動については解析結果だけを掲げた。

<参考文献> 畑野正、渡辺啓行；コンクリートの動的粘弾性定数ならびにおよそ比について。土木学会論文報告集