

V-192 コンクリートの減衰自由振動における減衰固有振動数と減衰特性の関係

茨城大学 工学部 正会員 福沢 公夫
 茨城大学 工学部 沼尾 達弥
 旭硝子エンジニアリング(株) 小野間 満
 鉄建建設(株) 長橋 潤

1 研究の目的

コンクリートの振動減衰性は、鋼材のそれに比べ著しく高く〔1〕、その特性を利用した用途も多い。鉄道橋にコンクリート桁を用いるのはその例であり、騒音、振動を小さくできる。そのほか、工作機械用台としても用いられ、高精度の加工を可能にした例もある。今後さらに、この特性を応用したコンクリートの用途開発のために、コンクリートの減衰特性を明らかにすることが必要である。また、スレンダーなRC橋脚のような構造物の振動解析にもコンクリートの減衰特性を把握することが必要となる。本研究は、減衰固有振動数を変化させるときのコンクリートの減衰特性を実測し、両者の関係を求めた。

2 実験概要

本実験では、減衰固有振動数に影響する要因として、供試体の長さとしてコンクリートの水セメント比をとりあげた。水準は表-1に示すとおりである。水セメント比を要因としたのは、コンクリートのヤング係数の変化により振動数の変化することを期待したからである。実験に用いた供試体は、図-1に示すように断面が 10×3 cm、長さが $(L_1 + 14)$ cmの無筋コンクリートの平板である。供試体は、コンクリートの特性のばらつきによる影響をなくするため、 L_1 が80cmの状態で行い、順次所要の長さで切断して用いた。粗骨材は玉石砕石、細骨材は川砂であり、コンクリートの配合を表-2に示す。材令28日迄水中養生を行い、材令28日に水中より取り出し、直ちに試験を行った。実験では、片もちばりの頭頂部を、おもりをつけた糸により水平に引っ張り、その糸を切断することにより、はりに1自由の減衰振動を起こさせた。その時の自由端の変位を過電流式センサで測定し、AD変換を行い、コンピューターに取り込み、波形の包絡線、減衰固有振動数 f_0 を求めた。測定は、各供試体につき5回行い、中央の3つの値の平均値を測定値とした。図-2に実験方法の概要を示す。なお実験の際に用いたおもりの大きさは、供試体の固定位置における曲げモーメントがほぼ等しくなるように定めた。

表-1 要因と水準

要 因	水 準	単 位
長さ L_1	37 45 60 80	cm
W/C	30 45 55	%

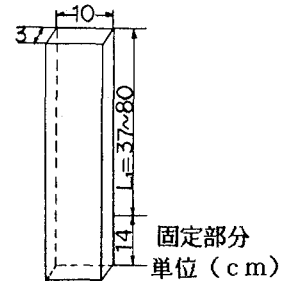


図-1 供試体

表-2 コンクリートの配合

G_{max} (mm)	W/C (%)	空気量 (%)	スランプ (cm)	単位量(kg)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
10	55	8	8±2	90	345	819	777	2.1
10	45	8	8±2	94	431	733	784	2.6
10	30	8	8±2	56	853	459	575	5.1

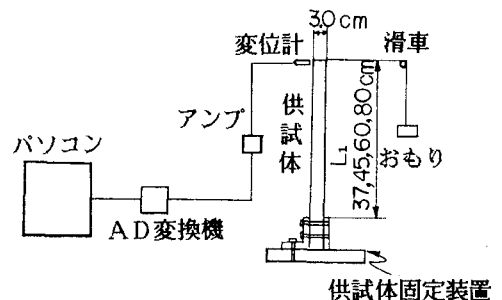


図-2 実験概要図

3 結果および考察

実験で得られた減衰波形の一例を図-3に示す。波形の初期の10波のピークをとり、(1)式に最小自乗法により近似させ、係数Aおよび ε を求めた。

$$Y = A \exp(-\varepsilon x) \cdots (1)$$

図-3に示すように、このようにして得られた曲線は、計算に用いた10波ばかりでなく、その先についても減衰波形の包絡線となっている。このことは、既に報告されているように[1]、コンクリートに自由振動を与えときの減衰は粘性減衰であることを示している。減衰固有振動数 f_d は、10波の繰り返しに要する時間の平均とした。図-4に、減衰固有振動数の、図-5に、係数 ε の測定結果を出す。どちらの図からも水セメント比による影響はほとんどみられず、長さによる影響が大きいことがわかる。図-6に係数 ε と減衰固有振動数 f_d の関係を示す。この図より係数 ε と f_d の間には、ほぼ比例関係にあることがわかる。材料の減衰を表す定数として減衰定数 h あるいは、対数減衰率 Λ があり、(2)、(3)式で求められる。

$$h = \varepsilon / (2\pi f_d) \cdots (2)$$

$$\Lambda = 2\pi h / (1-h^2)^{1/2} \cdots (3)$$

減衰固有振動数 f_d と係数 ε との間には比例関係があるので、コンクリートの減衰定数および対数減衰率は本実験の範囲では一定となり、それぞれ0.010および0.063となった。また、既往の h および Λ の測定結果との比較を表-3に示す。

表-3 既往の研究との比較

	実験方法	振動数 f_d	減衰定数 h	対数減衰率 Λ
本実験	片持ちばり	20~110	0.010	0.063
丸山、豊田	1/4" 双加振	—	0.045~0.0076	0.028~0.048
上野、神田	1/4" 双加振	1566~2008 1670~2008	0.004~0.0138 0.004~0.008	0.025~0.087 0.025~0.05
平澤	片持ちばり	6~8	0.0076~0.021	0.048~0.134

4 まとめ

減衰固有振動数が20~110Hzの範囲では、減衰固有振動数と係数 ε との間には、比例関係がある。その結果、減衰定数 h および対数減衰率 Λ はこの範囲で一定であり、それぞれ0.010、0.063であった。

〈謝辞〉本研究は、昭和61年度に小野間が、昭和62年度に長橋が行った卒業研究をまとめたものである。実験にあたっては、茨城大学工学部建設工学科高橋教授から実験方法等につきご指導頂いた。また、日本コンクリート工業会豊田氏からは有益な助言を頂いた。とりまとめにあたっては、茨城大学院生吉本君の協力を得た。付記して謝意を表する次第である。

〈参考文献〉丸山、豊田：コンクリートの振動減衰性に関する基礎実験、41回土木学会年講集V、s61、pp159・160

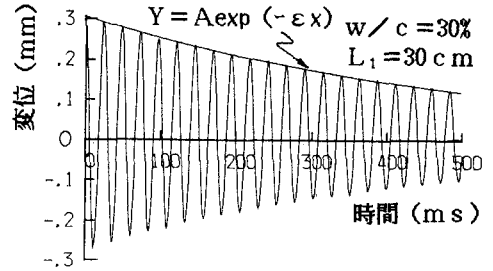


図-3 減衰波形の一例

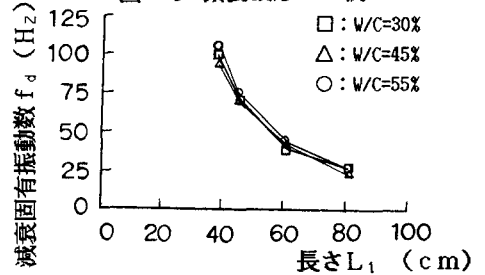


図-4 減衰固有振動数 f_d の測定例

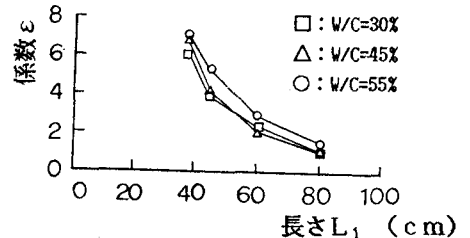


図-5 係数 ε の測定例

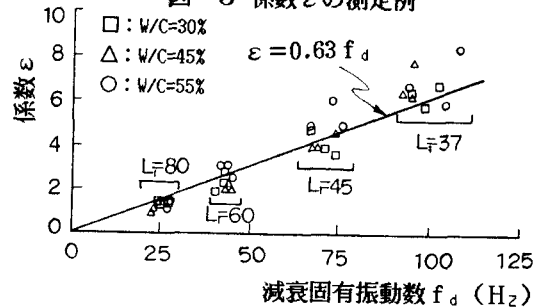


図-6 係数 ε と減衰固有振動数 f_d との関係