

東京大学工学部 正員 伊藤 学
 大学院 学生員 ○片山恒雄

研究の目的 構造物とその動的応答にもとづいて設計するためには、構造系が有する振動減衰性を量的に把握することが必要である。しかしその理論的取り扱いには個々の素因については従来行なわれてきたが構造物全体に対しては困難とみられている。本研究は多くの文献により橋梁を中心とした構造物の減衰性状に対する考え方を整理すると共に、実測資料を収集解析してその一般的傾向を検討することをおもな目的とした。ここでは後者と、ボルト継手と有する片持梁の実験について報告する。減衰性を表はかる数値としては対数減衰率 δ を用いる。

橋梁上部構造における実測資料の検討 振動減衰の原因としては、材料のヒステリシス減衰・各種継手・支承などにおけるエネルギー逸散・空気抵抗などが考えられる。材料の減衰がどの程度であるかは従来の文献よりとった表-1の数値が目安となろう。吊橋22、単桁橋35を含む合計86橋について収集した実測資料をスパン長について示せば図-1のようである。二、三の特殊な例を除きスパン40m以上の鋼橋ではその形式にかかわらず δ は0.02と0.09の間にある。スパン40m以下の単桁橋でとくにばらつきが著しいのが目立つが、一般的傾向として合成桁・PC桁・RC桁・合成作用のない鋼道路橋の順に減衰は大きくなる。更に橋梁形式別の動向を示すのが図-2で、ゲルバー橋は集録したものの中でスパンは吊橋はもちろ連続橋より小さいものが多いにもかかわらず、減衰率は吊橋とほぼ同程度の値しか示さない。またリベット接合鋼橋は溶接橋の約2倍の減衰を有することはほぼ確実である。時間的変化に関する測定値はほとんどないが、合成桁橋およびRC桁橋の減衰値が約2年の間(後者は振動数の減少はあったが)ほぼ一定値を保った例がある。

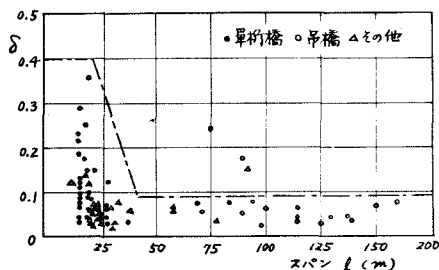


図-1 スパンと対数減衰率

材料の種類	対数減衰率	備考
構造用鋼	0.002	耐力 350 kg/cm ²
	0.004	" 700~1200 "
	0.005	" 3500 "
無筋コンクリート	0.02 ~ 0.04	クラックなし
	0.08 ~ 0.13	クラックあり
	0.015 ~ 0.038	曲げ振動
	0.013 ~ 0.033	縦振動
	0.016 ~ 0.034	振れ振動
鉄筋コンクリート	0.033	クラックなし, 小振巾
P.S. コンクリート	0.05 ~ 0.065	

表-1 土木構造用材料の対数減衰率

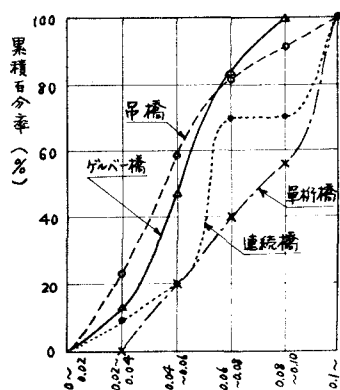


図-2 橋梁形式別の比較

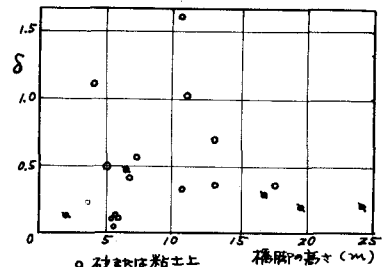
吊橋の振動減衰性は現在その定量的評価が話題になっているが、撓み振動の対数減衰率は遂対稱一次振動において最も大きく、一般に撓れ振動の方が撓み振動より減衰率は大きいこと、振動次数が高くなるにつれて減衰率は下がる傾向があるが同一の桁ではある値に漸近するようと思われること、影響は僅かであるが死荷重の減少・剛性の増加は減衰性を増す傾向のあること、振中と減衰性の関係は相反する結果もありはっきりしないが空気抵抗がこれを支配する大きな要因であるように思われること、などが考察された。

橋脚の振動減衰性 図-3 にみられるようにはっきりした傾向は掴み難く、振動減衰率は橋脚の高さにほとんど関係ないが振動数と共に増大する傾向のあること、岩盤上の橋脚は砂または粘土上のものより減衰性は小さくまた減衰率の散らばりも少ないこと、橋脚の減衰率はいかなる場合も 0.1 以上の値を期待し得ることばかり。地盤の影響については国鉄新幹線の標準高架ラーメン橋の実測例があるが、明らかに地盤が悪いほど減衰率は大きい値を示している。

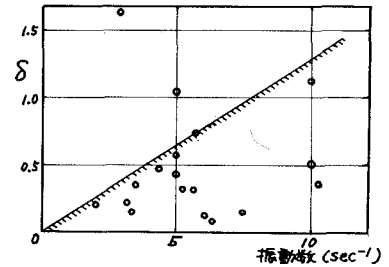
ボルト継手と有する片持梁の実験 同種の実験は過去にも二、三行なわれているが、筆者等の実験結果から得られた定性的な考察を簡単に述べる。

1) 継手剛度(ボルト数と締付力に比例)が小さい梁の振動減衰は全振中がある値を超えると急激に増大する。一方、剛度がある程度以上大きくなると対数減衰率は全振中により関係せずほぼ一定の値を保つ(図-4)。その場合でも継手のない場合の約2倍の減衰は期待できる。

2) ヒステリシスループの形状からみて、この場合は全体として softening type joint であるが、これから求めた最大歪エネルギーは継手のある場合も荷重の2乗に比例し消散エネルギーはそのほぼ5乗に比例して増大した。この静的ヒステリシスループから計算した対数減衰率は全振中が増すとかなり急激に増大し振動実測値より大きく、とくに締付力の大きい継手がある場合差が著しい(図-5)。この結果から滑りが振動速度に追随できないような材料が存在しているのではないかと考えられる。

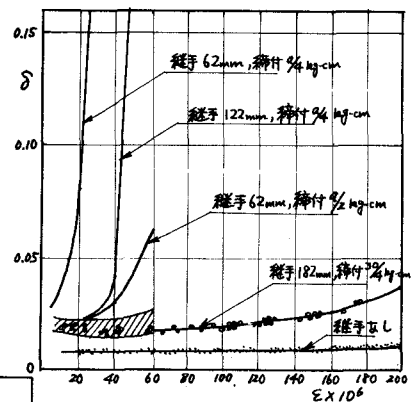


(a) 橋脚の高さと対数減衰率



(b) 橋脚の振動数と対数減衰率

図-3 橋脚の減衰性



↑ 図-4 実験値の傾向

← 図-5 静的、動的実験の比較
 — 動的実験による対数減衰率
 ○— 静的実験からの計算値

