

I-547

斜張橋ケーブルの角折れ緩衝材の減衰性能

本州四国連絡橋公団 正会員 藤原 亨、正会員 玉越隆史、日立造船 正会員 植田利夫
中井商工 正会員 丸田光政、早川ゴム 鈴木秀一、日本建築総合試験所 井上隆二

1. まえがき

生口橋の斜張橋ケーブルに採用されたホリワタエン製の角折れ緩衝材(図1参照)が活荷重によるケーブル外部の二次応力緩和という本来の目的他、風によるケーブルの振動を抑制する減衰付加効果があることが明確になった。これは緩衝材施工前後の自由減衰振動実験及び緩衝材ありとなしのケーブルの両者の対風応答観測結果であり、その内容は文献(1)に報告している。

本文では、その成果を検証するため、まず、同一仕様の緩衝材の実物大の供試体を用いて強制加振実験により等価剛性 k と等価複素減衰定数 β を求めた。つぎに、この供試体を片持パイプモデルに組み込んだ振動系の自由減衰振動実験から、上記 k と β を確認した。最後に、生口橋の実機ケーブルの諸元にこの k と β を適用した解析結果から構造減衰の値を実測値と比較し、ほぼ一致することを確認した。今後、ケーブルに採用する緩衝材に対し減衰付加を期待する場合には、事前に強制加振実験あるいは自由減衰振動実験を行い、 k と β を把握することにより対象とする実機ケーブルへの減衰付加効果を解析的に検討することができる。

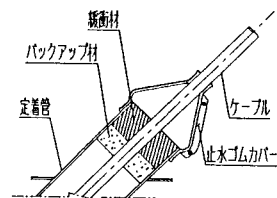
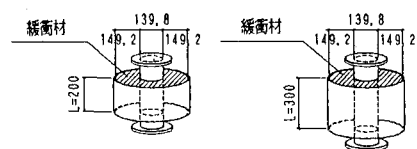


図1 緩衝材の概要



モデル1

モデル2

2. 実験概要

2.1 供試体 供試体は生口橋の実機ケーブル(外径φ139.8mm)で減衰性能を確認した実験で対象とした緩衝材と同一材料及び同一厚さ(149.2mm)で深さ200mmと300mmの2種である(図2参照)。

2.2 実験装置 強制加振は図3のように各供試体を加振機に設置し、加振周波数1Hzと2Hzに対し、それぞれ、0.25、0.5、1、2、4mmの定変位加振時の荷重と変位の関係を求めた。また、自由減衰振動実験は、図4のようにパイプの片持梁の中間に供試体を組み込み(取付位置

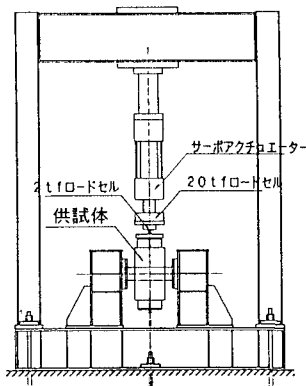


図3 強制加振装置

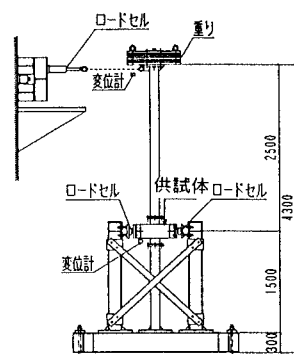


図4 自由振動実験装置

1500mm: ケブルリベット端距離相当)片持梁の頂部のウエイトを変え、約1Hz及び2Hzに調整した振動系で実施した。初期変位は強制加振と同様の5種とした。

2.3 実験結果 各加振変位に対する荷重と変位のヒステリシスループから求めた k と β を図5に示す。 k は変位1mm以下で多少低下、1mm以上でほぼ一定の値(モデル1:500kgf/cm、モデル2:1000kgf/cm)を示し、 β はモデル1では0.5mm、モデル2で1mmで最大値を示し、各々それ以上の振幅で若干低下する傾向を示している。図5に

は自由減衰振動実験の振動数及び減衰の測定結果から算定した k 及び β の値を併記している。強制加振では自由減衰振動実験で使った供試体そのものを使用したため、ケーブルに相当する部分と緩衝材との間に隙間が発生し、その影響で変位が1mm程度で k が低下する傾向となっている。 β はケーブル1では両実験でほぼ同様な数値であるが、ケーブル2では強制加振で若干小さくなる傾向で、上記と同じ原因と考えられる。

今回の実験から緩衝材の減衰性能は複素ばね減衰として扱うのが適当と考えられる。

3. 実機ケーブルの測定値との対比

生口橋ケーブルで緩衝材を桁側定着部近傍に仮施工した状態での自由減衰振動実験結果は図6のとおりである。実験データは1次～4次モードで入力加振であったため、加振振幅は1mm以下であった。このときのケーブルの諸元は表1のとおりである。このケーブルの緩衝材に2. で求めた k と β を使用し、ケーブルへの付加減衰を解析的に求めた結果を図6に併記している。解析結果は実測結果をほぼ裏付けている。桁側の緩衝材設置により小振幅領域では対数減衰率が約0.015の付加減衰である。実際のケーブルは桁側の他、塔側にも緩衝材が設置されるので、付加減衰はさらに若干増加する傾向となる（計算結果では0.016）。

4. あとがき

角折れ緩衝材の減衰性能及びその設置によるケーブルへの付加減衰量を把握することができた。生口橋では緩衝材設置前には渦励振動が頻繁に発生していたが、緩衝材設置後発生していない。一般に、角折れ緩衝材の設置位置が固定端から離れる方が減衰付加効果が大きくなるが、設置位置はケーブル定着管の長さ及び本来の目的のために限定される。本文で対象とした緩衝材は必ずしも最適の減衰付加を与える材質のものを選定した訳ではない。したがって、さらに材質の検討により減衰付加を大きくすることも考えられる。

【文献】

- (1) 藤原、植田他：斜張橋ケーブルの角折れ緩衝材による制振効果、土木学会第47回年次学術講演会概要集、I-247、平成4年9月

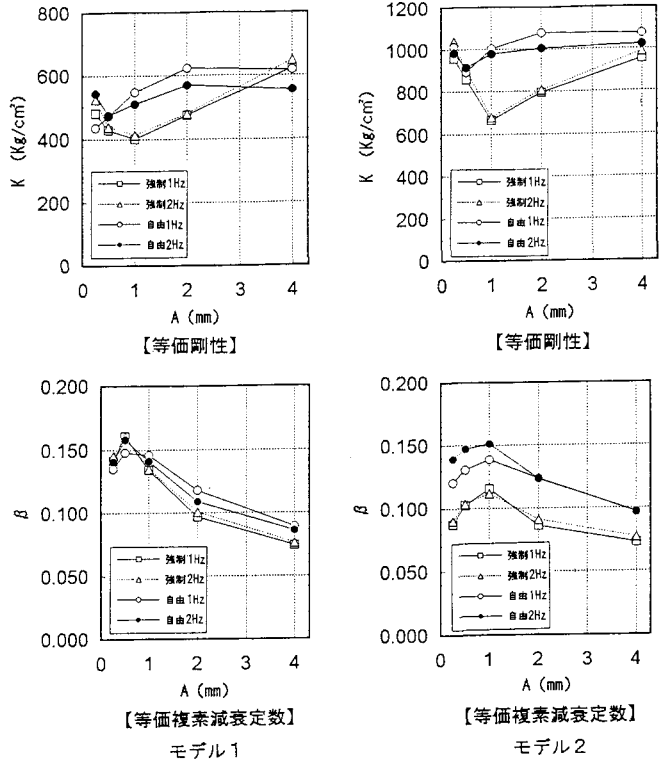


図5 k 、 β

表1 実機ケーブル諸元

項目	2P側間隔	
	7段西側	7段東側
ケーブルの単重 W (kg/m)	70.9	70.9
ケーブル張力 T (tf)	309.5	305.7
ケーブル全長 L1 (m)	103.845	103.709
緩衝材までの距離 L2 (m)	3.616	3.616
緩衝材の充填長さ B (cm)	20	30

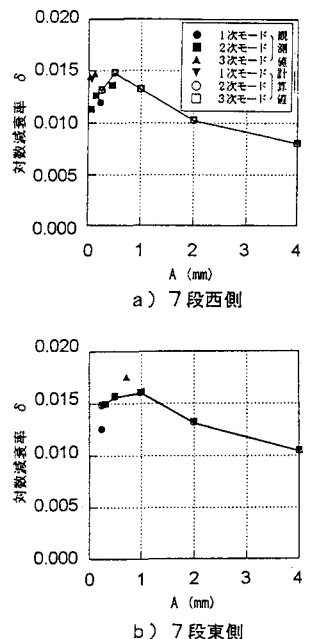


図6 対数減衰率