

東京大学工学部 正会員 伊藤 孝  
〇(株)採井鉄工所 同 中国為賀彦

吊橋のように振動に対する安定性を強く要求される構造物における制振方法としては、外力を軽減するような断面形状を選ぶとか、対風系のような付加部材を取付ける等、設計上の改良による方法、あるいは適当な箇所ダンパーを取付ける機械的方法等が見受けられるが、鋼桁自体に有する構造減衰性を増大せしめようとした例は未だないようである。以下は部材間の結合方法に工夫を加えることにより、鋼桁の構造減衰を意図的に大きくする模型実験を行ない、その振動減衰性に対する各種要因の寄与を検討したものである。

減衰を増加させる方法としては主桁と支点、横桁と縦桁、あるいは縦桁と床版の間の結合部をFree或はsemi-rigidとして部材間の摩擦の寄与を期待し、さらに部材間に硬質ゴム等の緩衝材を使用することであった。実験に用いたプレートガーダーは、主桁として  $H200 \times 100 \times 55 \times 8 \times 5200$ 、( $I=840 \text{ cm}^4$ ,  $A=27.16 \text{ cm}^2$ )、縦桁としては  $H125 \times 125 \times 6.5 \times 9 \times 5200$  ( $I=847 \text{ cm}^4$ ,  $A=30.31 \text{ cm}^2$ ) であり、その断面図を図1に示す。

実験は下記の項目を種々組合せて行った。

- (1) 縦桁と横桁を結合する高きジョイントトルクを  $0 \sim 1000 \text{ kg-cm}$  の間で変化させる。
- (2) 縦桁と横桁の間に硬質ゴムを置く。
- (3) 縦桁と横桁の間に摩擦係数の小さい磨いた砲金を置く。
- (4) 床版相当コンクリートブロックと縦桁を固定した場合と、スラブアンカーを切断した場合とを比較を行なう。
- (5) 主桁の首の材質を鉄およびゴムの場合について比較する。

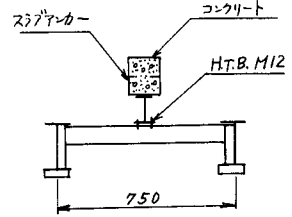


図-1 模型桁断面

振動の測定は支間中央の横桁に吊した50kgの荷重を急に切断して自由振動を起し、主桁の支間中央上下フレンジに取付けられた変位計および角変位計で振動記録を读取した。測定されたデータのうち代表的なものを表-1に並びに図-2に示す。なお、それらの値(振幅については振動開始直後の値を取り、振動数については振動開始後10サイクル間の値であり、対数減衰率については振動開始後40サイクル間の値を示す。クローン減衰による波形あるいは振幅の変化がばらつく場合は必ずしも一定でないので、最小自乗法による整理、あるいは平均値を考慮したが大體、半分の20サイクル程度の点の値を示している。

表-1によると、振動数については床版を可動にした場合振動数の低下が見られるが、これは桁の剛性低下の結果当然のことであろう。ゴム使用の場合は普通形式の桁との差はあまり認められなかった。振幅については床版を可動タイプにすることにより剛性低下の結果振幅が大きくなると予期されたが、逆の現象が見られた。このことは本実験に於ては、横桁に荷重を吊した結果、荷重切断の際、床版を下より突上げる形となり、振動のエネルギーが衝撃によって減殺されたものと思われる。またおのおのの実験において、トルクを高めると、すなわち剛性の上ると振幅が大きくなったがこれについても同じことがいえる。いずれにしても部材をsemi-rigidにすることによって、むしろ振幅が小さくなることを認められたが、これは良い現象であった。砲金を使用した場合は明らかに振動数の増加が認められた。対数減衰率についてはゴムを使用するといずれの場合も最高を示し、振動継続時間も普通のsteel touchの桁の約1/2程度であった。ゴム使用の場合も試みに高きジョイントにより締め付けてみたがゴムを締め付けることはあまり意味がない。上部荷重がゴムに対して自然に載荷している状態かとも減衰性が高いといえる。なお、ゴム使用の場合の減衰性はその振動波形から剛性減衰の性格をもっと推定された。砲金使用の場合は対数減衰率が小さくなるものと推定されたが、初期減衰はむしろ大きな値を示した。

表-1 実験結果

実験 測定値 トルク (kg-cm)	縦桁Steel touch 床版固定			縦桁Steel touch 床版可動			縦桁硃金 床版固定			縦桁ゴム 床版固定		
	$\delta$	$n$	$z_a$	$\delta$	$n$	$z_a$	$\delta$	$n$	$z_a$	$\delta$	$n$	$z_a$
0	0.050	17.54	1.40	0.094	18.78	1.43	0.083	18.42	1.59	0.126	17.36	1.74
100	0.031	21.22	2.20	0.093	19.81	1.77	0.047	21.35	2.17	0.080	20.87	2.31
200	0.031	21.72	2.20	0.097	20.18	1.85	0.044	21.79	2.27	0.067	21.26	2.50
500	0.036	21.79	2.41	0.118	20.18	1.89	0.051	22.04	1.96	0.059	21.27	2.40
700	0.027	21.85	2.51	0.128	20.84	1.83	0.040	22.52	2.29	0.061	22.20	2.42
1000	0.028	21.89	2.59	0.120	20.38	1.89	0.054	22.47	2.12	0.068	21.36	2.39

[注]  $\delta$ : 打数減衰率  $n$ : 振動数 (Hz)  $z_a$ : 倍振幅 ( $\% \cdot \text{cm}$ )

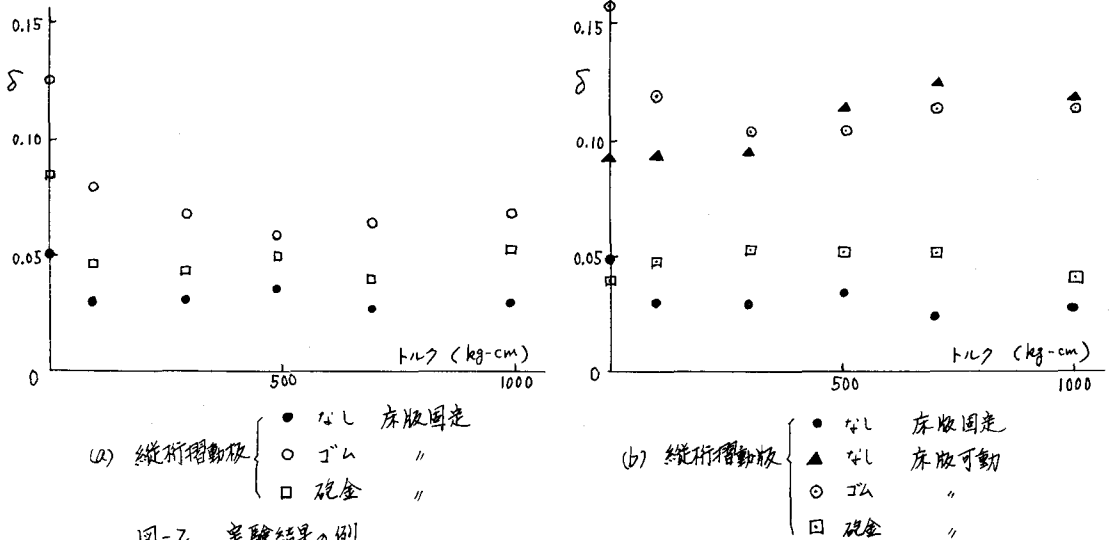


図-2 実験結果の例

しかし微小振動が長時間継続し steel touch の場合の1.5倍~2倍の振動継続時間を示した。かつ軽い打撃でも直ぐ振動を起すという欠点が認められた。

コンクリートスラブを可動にすることは、減衰性に相当大きな影響を与え、減衰の大きさはコンクリートの主桁に対する重量比によって左右される。また注目すべき現象として、図-3 (b) から明かなように、床版 縦桁共に可動とした場合、トルクを高めると減衰性が大きくなると行くという事実であった。この事は3個以上の部材が層状に重なる構造物では、クーロン減衰については減衰容量が各部材による減衰容量の正の算術和にならないということを示している。すなわち減衰性を良くするには可動部分を一箇所にすべきである。

参考までに、われわれが行なった実験のうち、もっとも大きい打数減衰率を示したものは、交差材ゴム、両端自由支持、振動板ゴムの場合で  $\delta = 0.211$  の高い値を示した。

本実験で考えた諸手段の効果を施工性を簡単にまとめてみると

- (1) ゴムの減衰効果は抜群であり、ゴムを部材間に取付けることは相当効果ある工法と思われる。また硬質ゴムは疲労試験の結果、載荷重がゴムに対して許容応力以内にあれば、長期間に生ずる材質のグレは極めて小さく、減衰機能低下の時点に於ても取換可能であり、また部材結合部に適当な stopper を取付けることにより施工可能であろう。
- (2) 部材を素材のままの接触状態において semi-rigid にすることは、部材の破壊、まうの点から、さらに検討が必要である。