

復建技術コンサルタント 正会員 橋田明良  
 同上 正会員 遠藤敏雄

1. はじめに

兵庫県南部地震以来、ゴム沓や免震沓を使用した分散固定方式の橋梁が主流になっているが、耐震性能が向上した反面、地震時の揺れによる水平変位が大きくなるようになった。大地震時（保耐法設計レベル）の揺れはごく一般的な橋梁でも200mm程度から、場合によっては500mm以上というケースもある。しかし、このような変位に伸縮継ぎ手を対応させようとするれば、非常に高額で大型になるため、免震設計が敬遠されたり、分散設計でも、中地震（震度法設計レベル）の変位までの対応にとどめてしまうことが多い。しかし、これでは、伸縮継手が「壊れてくれる」としても床版などの橋体や橋台のパラペットが衝突し、その破損や、弾き飛ばされての落橋といった事態が考えられる。そこで、これらの問題を解決する手段として、スライド式橋梁衝突緩衝システムを考案し、実用化のために、破碎実験を行ったのでこれを報告するものである。

2. システムの概要

これは、橋梁寿命の間に数回は経験するかもしれない中地震（震度法設計レベル）の変位にまで伸縮継手を対応させておき、遭遇する事があるかどうかという大地震（保耐法設計レベル）時には、軽微でかつ復旧が容易なように損傷を特定の個所に分散し、落橋や橋梁本体への致命的な損傷を避けようというものであり、この装置のための通常のメンテナンスを不要もしくは簡便なものにすることを狙ったものである。

この装置は、伸縮継手を取付けたスライド版もしくは床版が、橋体の衝突により弾かれててスライドし、後方で変位を吸収する構造である。

橋台部用の、パラペット上のスライド版が後方の路盤部分にめり込むスライド版方式（図-1）と、橋脚部用で、床版後方部に変位吸収部分を設けた床版スライド式（図-2）である。橋脚部用の例では、変位吸収部分は、部分的な鋼床版構造により支持されたコンクリートブロックと粒調碎石からなる破碎構造になっている。

両者共に、伸縮継手自体は、開く方向には自由なフィンガータイプを用いておけば止水材の破損程度で済む。被災後は、飛び出た舗装体を取り除く程度で仮復旧できる。本復旧は、ジャッキによりもとに戻し、ごく狭い範囲の路盤と舗装や外付けの床版固定工を行えば良い。

3. 装置の機能の検証

本システムが想定したとおりに機能するかどうかは、スライド部が衝突力によって滑り出すかどうかと破碎部分が十分に潰れやすいかどうかである。衝突力は衝突時の速度、質量、変形量によって決まる。衝突時に変形

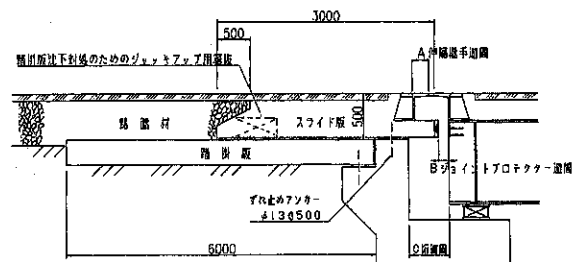


図-1 橋台部用スライド版式衝突緩衝システム

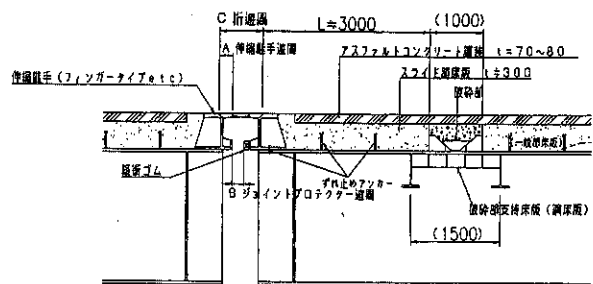


図-2 橋脚部用床版スライド式衝突緩衝システム

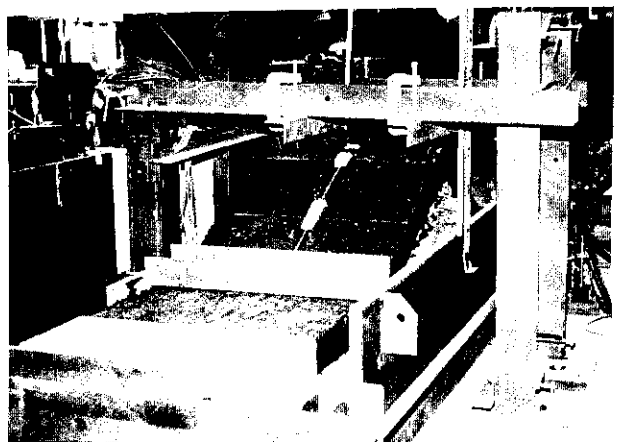


写真-1 実験風景（図-4 2-1供試体）

が無ければ、無限大の衝突力が発生してしまう。プロテクター部の緩衝ゴムの変形をとりあえず20mmと仮定し、その他のものが壊れないとすると表-2 橋梁例では、幅1m当りで317×9.8kN (317Tf) という巨大な衝突力が生じる事になる。破断力は計算により、変位吸収部の破砕力は、実物大部分模型静的圧縮試験を行った結果、スライド部の破断力及び変位吸収部の破砕力は、衝突力に対して十分に小さい事が検証された。

### 3-1 スライド部のの検証

表-2の諸元は本装置の開発に当ってモデルにした橋梁の一つである。橋体に比べごく軽量(橋体120t

橋長 m	幅員 m	径間数	形式 支承条件	橋体質量 t (m当) 《m <sup>2</sup> 当》	固有周期 sec	地震時変位量 mm		最大 応答 速度 m/s	衝突 速度 m/s	衝突加速度 G (重力) 衝突力 9.8kN (Tf)		
						保耐 法	震度法			停止距離		
										20mm	100mm	170mm
96	12	2	RC(ク)床版鋼 2主桁 E-E-E	1440 (120) 《1.25》	1.55	270	100	1.10	1.02	2.64G 317	0.53G 63	0.31G 37

表-2 実設計橋をモデルとした橋梁諸元と設計値

に対して5t程度)のスライド部は、シートや塗装類などによって付着をきっておけば、多少のずれ止めアンカー等によって固定されていても、破断力は大きく見てもせいぜい30×9.8kN (30Tf) であり(摩擦係数 $\mu=2$ 、5本×D16のズレ止め鉄筋があるとして)317×9.8kN (317Tf) より十分に小さいため、瞬時に破断され、動き出すと判断される。

### 3-2 変位吸収部分の破砕実験による検証

変位吸収部分は、50cm幅の実物大部分模型の静的圧縮試験から、最大破砕荷重で1m当たり24~26×9.8kN (26Tf) でその後は10×9.8kN (10Tf) 以下であった。上記の衝突力317×9.8kN (317Tf) に比べてごく小さい値であるので、十分に破砕され、変位を吸収することが検証された。

尚、水平変位20cm以上に対応する場合、図-1、3のものは、構造上もっと大きな変位量がとれ、図-2、4のものは、破砕部の長さを大きくする事によって対応が可能である。

### 4. おわりに (実用化にあたっての改善点)

本構造は、変形を路面上に膨れあがらせる構造を取っている。碎石の盛り上がりは路面上に数cmで穏やかな形状で問題ないが、アスファルト舗装体は、碎石からはなれて上面に大きくうねるように出てくる。走行車両が低速であれば踏み割って走行することになり、致命傷にはならないと思われるが、高速のまま小型車が走行してきた場合等は、大きな損傷を与える可能性が考えられる。この対処方法としては、図-5のようにアスファルト舗装体が車両進行方向側へ跳ね上がって壊れるように細工することで解決できると考えている。今後、追加実験を行って確認したいと考えている。

参考文献 道路橋示方書・同解説V耐震設計編

平成8年12月(社)日本道路協会

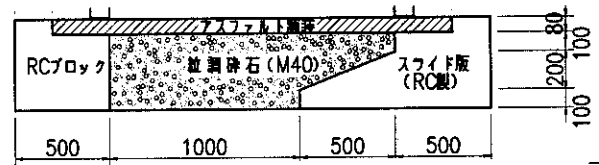
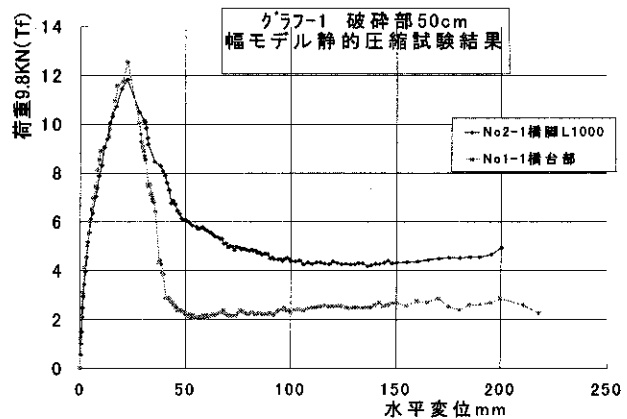


図-3 No.1-1供試体(幅500mm)

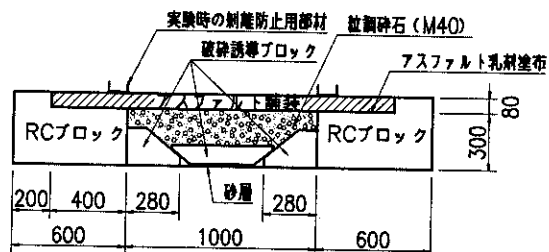


図-4 No.2-1供試体(幅500mm)

### 図-5 As舗装破壊形状の改善

