

## 損傷制御型サイドブロックを用いた橋梁の地震時挙動

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○張 広鋒  
 首都高速道路株式会社 正会員 和田 新  
 首都高速道路株式会社 正会員 右高 裕二

### 1. はじめに

近年の地震においては、橋梁支承部の被害が多数報告されている。損傷したサイドブロック部材が高架下に落下すると第三者被害を引き起こす恐れがある。著者らは、このような事象を回避するための対策として、損傷制御型サイドブロック (Damage-Controlled Side Block, 以下 DCSB) の研究を行っている<sup>1)</sup>。DCSB は、凸部の塑性変形を利用し、従来型サイドブロックと同様な機能を有するとともに、取付ボルトや凸部の破断が生じない新型サイドブロックである (図-1)。これまでは、DCSB の構造ディテールや耐荷性能の検討を重点的に行ってきた。一方、DCSB を用いた橋梁の地震時の挙動においては、上沓と DCSB 凸部の繰返し衝突や凸部の塑性変形に伴う上部構造の振動特性の変化などが予測される。DCSB の実用化を進めるに当たって、これらの事象を含む上部構造の動的挙動を明らかにする必要がある。本論文では、大型振動台実験結果に基づき、DCSB を用いた橋梁の地震時挙動の検討を行った。

### 2. 実験概要

検討では、500kN 支承用実物大 DCSB 供試体に対して行った振動台実験結果を用いた<sup>1)</sup>。図-2 に実験装置の概要を示す。実験装置は、橋梁の上下部構造を模擬する上段フレームと下段フレーム、およびフレームの四隅に設置したゴム支承によって構成されている。本研究では、下部構造の振動を考慮しないため、下段フレームを振動台テーブルに完全固定とした。実験では、下段フレームの上面中心に設置した 2 体の DCSB 供試体と上段フレーム下面に設置した载荷プレート (上沓) を用い、DCSB を実装した支承の構造を模擬した。供試体の設置では、実橋梁の支承の設置状況を参考とし、DCSB 凸部と上沓間の隙間を 5mm 程度となるように調整した。そのため、後述の動的・静的実験結果の変位は、凸部の変形量にこの隙間を足し合わせたものとなっている。

入力地震波形は、H24 道路橋示方書のレベル 2 標準波形とした。加振は、橋軸と橋直方向に同一波形を入力した 2 方向加振とした。本論文では、紙面の関係上、タイプ I 標準波形を用いた加振結果だけを示す。表-1 に本論文に用いた加振ケースの一覧を示す。実験では、標準波形の加速度振幅に対する縮小率として、表-1 に示す入力レベルを用いて漸増加振を行った。ここで、実験装置の振動特性を検討するための DCSB 無の加振では、上段フレームの過大な変位を防ぐために 50% 入力までとした。一方、検討では、静的载荷実験から得られた DCSB の荷重変位関係と比較しながら、これらの入力レベルにおける DCSB の塑性状態を把握した。静的実験では、DCSB 単体を対象とし、载荷プレートを用いて凸部を所定の変位まで橋直の 1 方向に载荷した。载荷方法は、単調载荷および片方向変位漸増繰返し载荷の 2 種類とした。

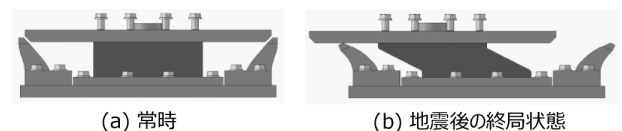


図-1 DCSBを実装したゴム支承のイメージ図

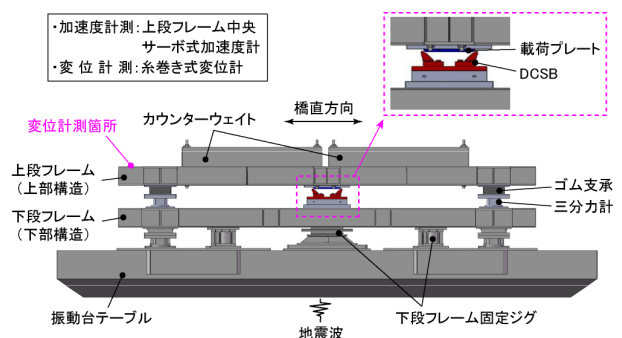


図-2 実験装置の概要

表-1 タイプ I 地震動を用いた加振ケース

| No. | DCSB の設置 | 地震波形の入力レベル              |
|-----|----------|-------------------------|
| 1   | 無        | 30%, 50%                |
| 2   | 有        | 30%, 50%, 70%, 80% (終局) |

キーワード 橋梁, 耐震, 支承, サイドブロック, 振動特性

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター技術研究所 TEL 03-3578-5751

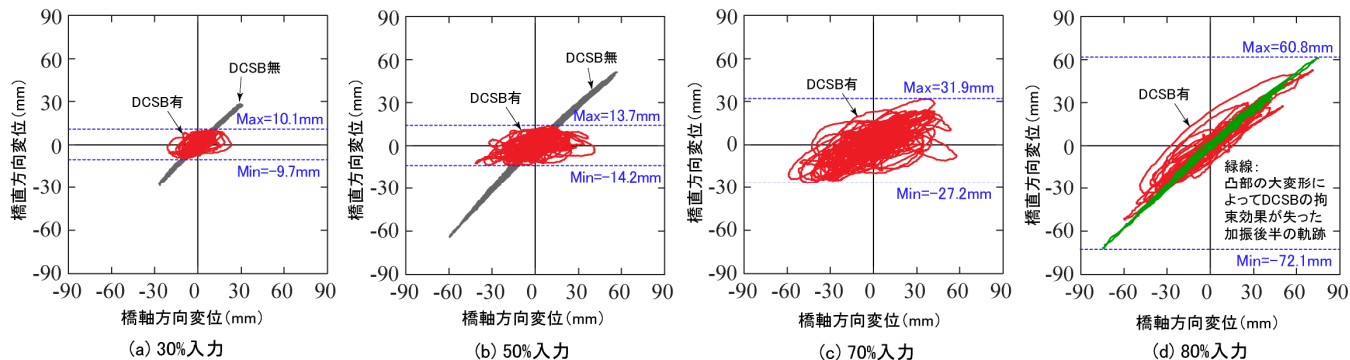


図-3 上層フレームの応答変位の軌跡

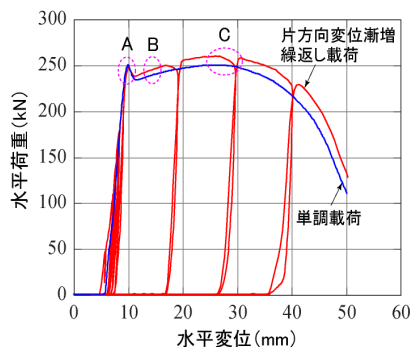


図-4 静的実験結果の荷重変位関係

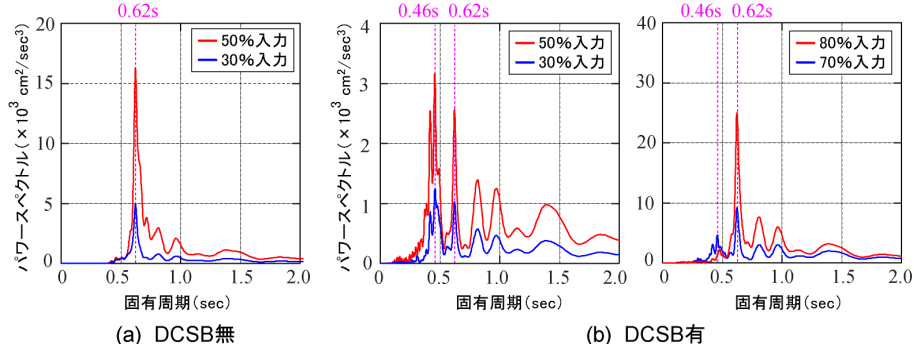


図-5 上層フレームの応答加速度のパワースペクトル

### 3. 考察

上部構造を模擬する上層フレームの応答変位および振動特性について考察を行った。図-3に上層フレームの応答変位の軌跡を示す。DCSB有の場合では、DCSBが終局（80%入力）に達するまで、DCSBの拘束によって2方向に異なる応答変位が生じた。80%入力では、凸部の変形が終局状態（凸部頂部の高さ位置が荷重プレートより低くなった）に達し、上層フレームの拘束が解放されたことによってDCSB無の場合と類似な変位軌跡（緑線）を示した。また、30%と50%入力では、DCSB有の応答変位は2方向ともDCSB無の場合より小さかった。これより、DCSBは、設計で期待する橋直方向の変位拘束だけではなく、橋軸方向の変位抑制にも寄与していると考えられる。一方、図-3の橋直方向変位を図-4の静的実験結果の荷重変位関係と照らし合わせてみると、30%、50%および70%入力時のDCSB凸部の変形は、それぞれ、図-4のA点（降伏時）、B点およびC点（最大荷重時）と概ね一致していることが分かる。なお、全ての実験では、終局まで取付ボルトや凸部の破断が生じていなかった。

図-5に上層フレームの応答加速度のパワースペクトルを示す。DCSB有の30%入力と50%入力では0.46s付近で最も卓越していたことに対し、70%と80%入力では、DCSB無の場合と同様に0.62s付近が卓越するようになったことが分かる。これは、70%と80%入力では、凸部の塑性変形の増大によって凸部と上査間の遊間が大きくなり、上層フレームがDCSB無の場合と概ね同様に振動したことを意味している。これより、DCSBを用いる橋梁の上部構造は、凸部の塑性変形が顕在化する前はDCSBによって拘束される状態にあるが、凸部の塑性変形の増大に伴って徐々にDCSBを用いていない場合と同様な振動特性になることを確認した。

### 4. まとめ

本研究では、DCSBの実用化に向けて、実大供試体を用いた加振実験結果に基づき、DCSBを用いる橋梁の上部構造の地震時の挙動を検討した。検討の結果、凸部の塑性変形が顕在化する前のDCSBの拘束効果、凸部の塑性変形に伴う上部構造の振動特性が明らかになった。なお、DCSBは、国立研究開発法人土木研究所、榊高速道路総合研究所、阪神高速道路(株)、名古屋高速道路公社および首都高速道路(株)による「支承の長期耐久性に関する共同研究（平成26年度～平成27年度）」において首都高速道路グループが主体となって開発したものである。

### 参考文献

- 1) 張 広鋒, 和田 新, 右高 裕二: 損傷制御型サイドブロック取付ボルトの配置方法に関する研究, 第19回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム, pp. 209-214, H28. 7.