

供用後および連続繰り返し载荷試験後の粘性ダンパーの性能検証試験

株式会社川金コアテック ○森屋 圭浩, 高畦 武志, Lopez Gimenez Javier, 姫野 岳彦

1. はじめに

既往の大地震の発生に伴い、兵庫県南部地震以降において下部構造の補強や支承部の補強や制震デバイスを使用した耐震補強が多く進められてきた。その中、多径間や高橋脚構造を有する橋梁等については、特に端支点部において大きな水平移動量が生じて積層ゴム支承のみでは対処しきれない場合がある。その場合は、粘性ダンパーなどの制震デバイスを追加して地震時における端支点部の移動量や中間橋脚で負担する作用力を軽減させる補強事例がある。しかし、供用中においてこれらの制震デバイスは、外気や温度、活荷重による上部構造の微小な水平移動が繰り返し伝達されている状況であるため、それらの事象が制震デバイスの性能に影響を及ぼさない様、長期的な耐久性が確保されていることが重要となる。

例えば、積層ゴム支承においては、既往の研究で繰り返し载荷試験¹⁾が実施され、常時や地震時に必要となる性能を検証している。なお、粘性ダンパー含む制震系ダンパーについても温度時に相当する移動量の繰り返し载荷試験（以下：耐久性試験）が要求されている例はあるが²⁾、検証項目が常時を対象とした外観確認のみであり、耐久性試験後の地震時の性能検証については報告されている事例は少ない。ここで本研究では、供用経験した粘性ダンパーと文献 2) の耐久性試験を経験した粘性ダンパー2 体を対象に性能検証試験を実施し、必要となる性能が確保されているか検証した。その試験結果について報告する。

2. 性能検証試験の計画

2. 1 試験供試体

図-1 に性能検証試験に使用する粘性ダンパーの供試体概要図を示す。供試体の構造や仕様などの詳細事項については文献 3) を参考にされたい。使用する供試体は、①供試体 A：上路アーチ橋に 10 年間供用された供試体⁴⁾であり地震発生後に交換のため撤去したものである。②供試体 B：文献 2) に記載されている粘性ダンパーの耐久性試験を実施した供試体とし、異なる状況

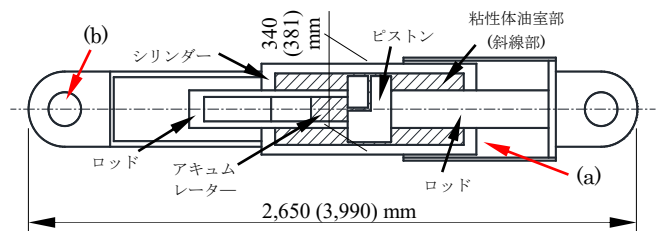


図-1 粘性ダンパー供試体概要図

下に晒された 2 タイプの供試体を用いた。また、粘性ダンパーの設計減衰抵抗力（速度 0.5m/sec 時）は、それぞれ供試体 A は 750kN、供試体 B は 1500kN とした。

なお、供試体 B は、耐久性試験のみを経験した供試体であるが、その試験時の载荷条件は加振速度 0.01m/sec、振幅±250mm（50℃分相当）、周期 0.01Hz（三角波）、加振回数 5000 回であった。この条件は、年間を通した温度変化による移動量のうち最大最小を用いた条件であり、かつ、試験可能な速度での载荷試験であった。したがって、供用中に生じる挙動よりも、厳しい条件を経験した供試体と捉え、性能検証の対象とした。

2. 2 試験条件および試験方法

性能検証の試験条件は、供試体 A と B 共に加振速度 0.5m/sec、加振振幅±80mm、加振周波数 1Hz、正弦波加振とした条件で実施した。

試験方法は、一軸方向サーボ試験機を用いて前述した試験条件で定常正弦波 3 波を加振した。測定するデータは、加振方向の軸力（減衰抵抗力）、加振方向の変位とした。試験時のダンパー本体の温度設定については室内温度とした。

評価方法は、定常正弦波 3 波の内 2 波目の減衰抵抗力を対象とし比較評価を行った。また、変位-減衰抵抗力曲線を用いて履歴図に変化がないか確認を行う。

3. 性能検証試験の結果

3. 1 供試体 A (上路アーチ橋に 10 年間供用された供試体) について

図-2 に供試体 A の性能検証試験での変位-減衰抵抗力図を示す。供試体 A の出荷時と供用後 10 年経過した際の変位-減衰抵抗力曲線を比較すると、履歴曲線に大

キーワード 粘性ダンパー, 供用後, 制震, 载荷試験
連絡先 〒307-0017 茨城県結城市若宮 8-43 TEL 0296-21-2205

きな変化はなく双方一致している。出荷時と供用後 10 年それぞれ設計減衰抵抗力との変化率は、出荷時は +0.2%、供用後 10 年は+1.7%の結果となり変化率は少なく、設計減衰抵抗力の±10%の範囲内である結果となった。粘性ダンパーに生じる移動量や回数は、架橋地点の年間温度変化や交通量の大小などに左右されるが、供用後 10 年使用された状況下においても、出荷時と同等の性能が確保されていることが確認できる。

写真-1 に示す通り、供試体 A の外観を確認した結果、油室部近傍のシリンダー部に粘性体の漏れ等はなかった。一部、外装塗装の剥がれ等はあるが、これらは撤去時や運搬時に生じたものと考えられる。

3. 2 供試体 B (耐久性試験を経験した供試体) について

図-3 に供試体 B の性能検証試験での変位-減衰抵抗力図を示す。供試体 B の耐久性試験前と試験後の変位-減衰抵抗力曲線を比較すると、履歴曲線に大きな変化はなく双方一致している。耐久性試験前と試験後のそれぞれの結果と設計減衰抵抗力との変化率は、耐久性試験前では+3.7%、試験後は+6.9%の結果であり変化率は小さく、設計減衰抵抗力の±10%の範囲内であった。

写真-2 に示す通り、耐久性試験後の供試体の状態を記載する。写真中の (a)、(b) のアングルの位置関係は図-1 を参照されたい。(a) は、ダンパー粘性体油室部と直結しているシリンダー部であり、ダンパーが可動する際シリンダー部が油室内を通過し露出するため粘性体漏れが生じやすい箇所であるが、粘性体の漏れ等はなかった。また、上下部構造との接続部の一つであるクレビス球面軸受け部 (b) についても同様に、連続的に载荷された状況下でありながら、表面のへこみや有害な変形、キズ等は生じていなかった。

4. まとめ

本性能試験において、上路アーチ橋に 10 年間供用された供試体、文献 2) に記載されている粘性ダンパーの耐久性試験を実施した供試体の異なる状況下に晒された供試体 2 タイプを用いて、粘性ダンパーの性能検証試験を実施した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 性能検証結果より、試験体 2 タイプともに、変位-減衰抵抗力曲線に大きな変動はなく出荷時と同等の性能を有していることが確認できた。
- 2) 粘性ダンパーの外観確認より、試験体 2 タイプともに、性能を発揮する油室部周辺部に粘性体の漏れ等はなかった。また、上下部取付け部分においても有害な変

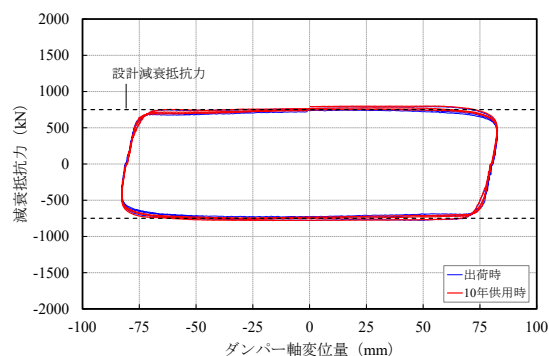


図-2 変位-減衰抵抗力図 (供試体 A)

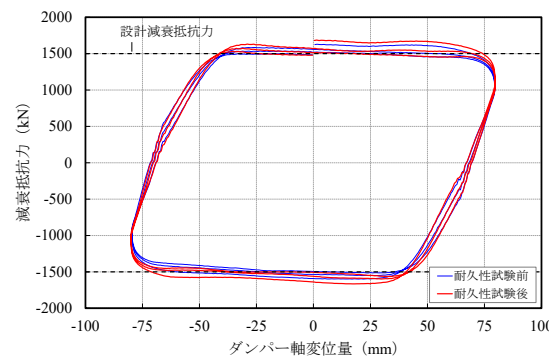


図-3 変位-減衰抵抗力図 (供試体 B)



写真-1 供用 10 年経過供試体 A の外観



写真-2 耐久試験後の供試体 B の外観

形等はなく健全な状態であった。

参考文献 1) (社)日本道路協会：道路橋支承便覧，2018.12 2) 東日本高速道路株式会社，中日本高速道路株式会社，西日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領，2020.7 3) 姫野岳彦，濱田由記，吉田雅彦，比志島康久：内部調圧機構を有する粘性ダンパーの性能検証実験，土木学会地震工学論文集，2007.8 4) J. Lopez Gimenez, T. Himeno (2020): RETROFIT STRATEGIES USING SEISMIC ISOLATORS AND DAMPERS IN BRIDGES DAMAGED IN THE 2016 KUMAMOTO EARTHQUAKE, 17WCEE, Paper N° C003626