

橋梁用支承部に用いるウレタンゴム材料の適用性と性能評価

(株) 川金コアテック 正会員 ○姫野岳彦・吉田雅彦
 東海ゴム工業(株) 正会員 山田博・竹ノ内浩祐
 日本鑄造(株) 正会員 原田孝志

1. はじめに

橋梁用支承に求められる性能を満足しつつ、施工性やコストパフォーマンスに優れた支承として、筆者らは、ウレタンゴム材料による Disk Rubber Bearing (DRB) (図-1) の開発を行っている。

これまで、既報^{1)~3)}により、本支承の特徴を概説し、また、その基礎的な性能評価結果を報告しているが、本稿では、ウレタンゴム材料を橋梁用支承として適用した採用事例や関連する技術基準などを中心に知見を整理し、また、性能検証試験結果の一例として、硬度の高いウレタンゴム材料のせん断変形性能実験を行うことで、ゴム支承特有の弾力的な支持性能に関する検証結果について述べる。

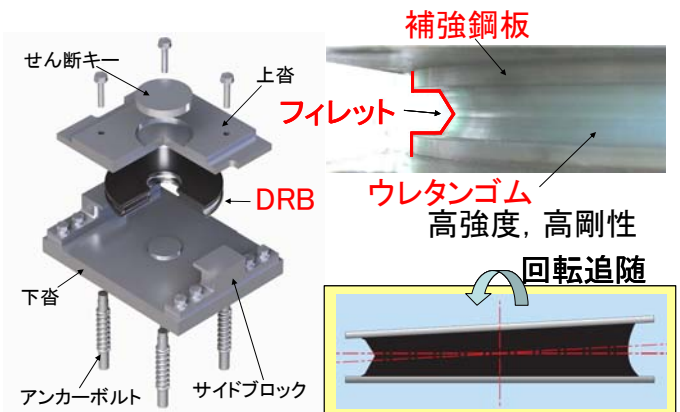


図-1 Disk Rubber Bearing の構造図

2. 海外市場におけるウレタンゴム材料の採用事例

ウレタンゴムを用いた支承構造は、日本では新しい技術となるが、諸外国に目を向けると、もともとはアメリカで開発されたものであり、筆者らが調査した範囲では、1976年には斜張橋で採用されるなど、すでに約40年が経過している⁴⁾ (図-2)。また、竣工後、25年後に追跡調査が行われ、損傷等の異常は認められず、現在でも重要構造物を健全に支持している。このように、橋梁用支承として、すでに多くの実績を有している。

また、アメリカの AASHTO⁵⁾規格では、Disc Bearing という名称で、設計法・材料規格・品質管理項目などが規定化されており、広く一般的な技術として成熟しているものと考えられる。

一方、日本では、ウレタンゴムを用いた支承の検討がこれまで実施されてこなかった理由としては、その設計地震力の大きさから、免震支承のように、柔らかく上部構造を支持するための研究が優先されており、その意味で、高い強度を有する硬いウレタンゴム材料への着目は見過ごされてきた。



Pasco Kennewick Inter City Bridge (1976 年)

(支承反力：2,670～12,400kN)



I-75/I-20 Interchange (1985 年)

(支承反力：1,330～11,670kN)

図-2 海外での採用事例⁴⁾

しかしながら、今後は日本市場においても、老朽化した橋梁における維持管理対策や震災復旧が必要となる際の支承交換工事などでは、地盤条件や桁遊間等の制約から必ずしも免震技術ばかりが有効ではなく、固定・可動形式など橋梁条件に見合ったコンパクトで耐久性の高い支承構造のニーズは高まるものと考えられる。

キーワード ゴム支承、高面圧、コンパクト、コスト縮減

連絡先 〒307-0017 茨城県結城市若宮 8-43 (株) 川金コアテック 技術研究所 Tel 0296-21-2202

表-1 道路橋支承便覧における「新しい支承の適用」規定⁶⁾

表-4.6.1 試験項目の例 (ゴム系の場合)

試験項目	区分	試験の種類	内 容
水平特性の 各種依存性試験	常時 地震時	面圧依存性試験	鉛直荷重の変化に対するせん断剛性、減衰機能などの変化把握及び性能確認
	地震時	振動数依存性試験	水平加振振動数の変化に対するせん断剛性、減衰機能などの変化把握及び性能確認
	常時 地震時	温度依存性試験 ^{注2)}	使用温度域でのせん断剛性、減衰機能などの変化把握及び性能確認
	常時 地震時	繰返し回數依存性試験	常時や地震時などの繰返し荷重に対するせん断剛性、減衰機能などの変化把握及び性能確認
	地震時	残留変形試験	所定の変位から自由振動させた場合の残留変形の確認
	常時	繰返し疲労試験	水平変位と活荷重の組合せに対する疲労耐久性確認
	常時	面圧依存性試験	鉛直荷重の変化に対する圧縮変位の変化把握及び性能確認(照査式の確認)
鉛直特性の 各種依存性試験	常時 地震時	振動数依存性試験	鉛直加振振動数の変化に対する圧縮変位の変化把握及び性能確認(動的ばね定数)
	常時 地震時	温度依存性試験 ^{注2)}	使用温度域での圧縮変位の変化把握及び残留変位などの性能確認
	常時	繰返し疲労試験	活荷重などによる荷重振幅に対する疲労耐久性確認
	地震時	せん断限界性能試験	鉛直荷重載荷状態でのせん断破壊または屈座時の変形と水平力の確認
限界性能 ^{注1)}	地震時	鉛直限界性能試験	所定のせん断ひずみを与え、引張及び圧縮方向に破断するまでの荷重を確認

注：上表の試験項目は支承の要求性能に応じて取捨選択し、試験条件は支承の要求性能に応じて適切な条件を設定することが望ましい。

注1) せん断限界性能の確認は支承本体の破壊を伴うため、実際に用いる支承本体を用いることは出来ない。限界性能試験では試験体を用いて行うこととなる。通常は実橋に用いる支承と同じ寸法・材料の試験体を用いることが望ましい。ただし、試験体が大きくなり、試験機能力が不足して性能を確認することが困難となる場合は縮小試験体を用いてもよい。

注2) 支承としての使用環境を考慮した場合、火災などによる高温考慮する必要性は低いが、使用環境の温度域における性能変化を確認しておくことは重要である。

3. 日本国内の関連基準に準拠した性能評価

3. 1 性能評価方針

日本国内においては、道路橋支承便覧⁶⁾などの関連基準が整備されているが、この中で、新材料・新構造に関しては「新しい支承の適用」という項目を設け、具体的な性能評価法について規定している。

材料試験要求や支承製品としての性能要求(表-1)が示されており、既報^{1)~3)}でも一部述べているように、DRBでは、これらの試験項目は全て実施し、橋梁用支承としての性能を満足することを確認している。ここでは、未報告のせん断変形性能に関する実験結果について以下に示す。

3. 2 せん断変形性能試験

供試体には 1,500kN タイプを用い、2軸載荷装置を用いて、鉛直荷重作用下のもと水平変位を与えることでせん断変形状態を再現した(図-3)。

なお、DRBには固定・可動形式の支承タイプを想定しており、地震力はゴム本体ではなく、サイドブロックなどの鋼部材により負担させる構造を採用している。このため、設計で想定している範囲では、ゴムにせん断変形性能を期待する必要性は低いが、大規模地震時にサイドブロック等が破損し、かつ、接触面が固着しているなどの不測の事態を考慮して、本検証を実施している。

1回目の実験の結果(図-4)では、水平変位 26.6mm(せん断ひずみ $\gamma=86\%$)まで載荷したが、ゴムが破

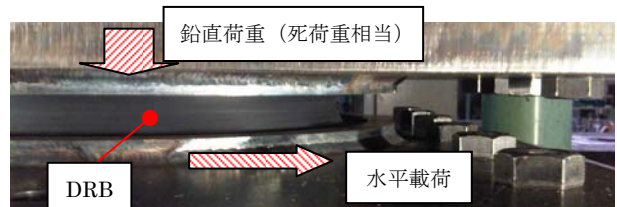


図-3 載荷試験状況

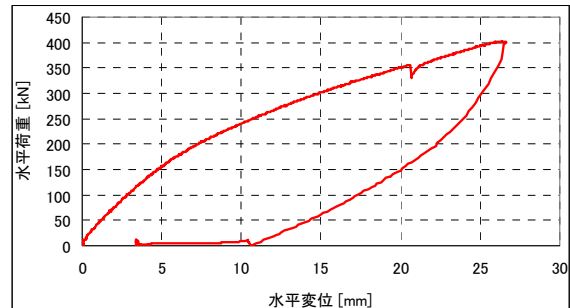


図-4 せん断変形性能試験結果(1回目)

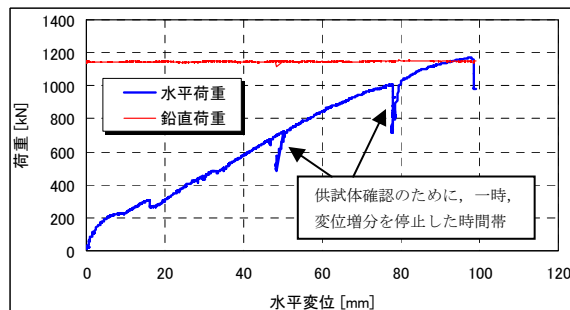


図-5 せん断変形性能試験結果(2回目)

断に至る前に載荷装置の能力上限に達したため、実験を終了とした。このため、試験装置を大型に切り替え、同様な載荷を再度実施した(図-5)。このとき、水平変位は 98mm($\gamma=316\%$)まで与えることができたが、ゴム本体に破断は生じず、いずれの結果においても安定した変形性能を有していることが確認できる。また、試験終了時の載荷条件は、水平荷重値が鉛直荷重と同じ(設計水平震度に換算すると $K_h=1.0$ 相当)レベルに達していることから、耐震性能上、十分な安全性を有していると考えられる。

4. まとめ

本稿では、ウレタンゴムを用いた支承構造は約 40 年の供用実績を有しており、道路橋支承便覧に準拠した検証実験によって適用性を確認していることを示した。

参考文献 1) 竹ノ内他：ウレタンゴムを用いた支承の開発，第 64 回年次学術講演会，I-447，2009.9. 2) 高橋他：ウレタンゴムの回転性能検証実験，第 64 回年次学術講演会，I-448，2009.9. 3) 姫野他：ウレタンゴムを用いた Disk Rubber Bearing の高荷重支持性能の評価，第 65 回年次学術講演会，I-036，2010.9. 4) Ronald J. Watson：High load Multi rotational Bearings for Concrete Bridges，2004，CBC 5) Standard Specifications for Highway Bridges，16th Edition，1996 6) 日本道路協会：道路橋支承便覧，2004