# ディスク形コンパクト支承（DRB）の終局状態と自然環境における耐久性

住友理工株式会社（正会員）○竹ノ内　浩祐・中村　保之
株式会社川金コアテック（正会員）姫野　岳彦・（正会員）　高井　博之
日本鋳造株式会社（正会員）朝倉　康信・小河　龍史

## 1.　はじめに

既存の社会資本に関する維持管理の重要性は更なる高まりが予想されているが，その際，既設橋梁における支承交換においては，限られた桁下空間に設置できる技術（要求性能を満足させつつ，コンパクトな支承）が必要となる．そこで筆者らは，高い弾性率を有するウレタンゴムを用いることにより，大幅な小型化を実現したゴム支承 DRB（Disk Rubber Bearing）（**図-1**）を開発した．これまで既報[1)~3)]により本支承の特徴および技術的・解析的検証結果を報告しているが，本稿では，ゴム支承の機能が失われる状態，すなわち鉛直力支持機能が失われる状態を明らかにする為に，高荷重下における繰返し載荷試験により検証した結果を報告する．また支承部の長寿命化が求められる昨今，耐オゾン性・耐水性等の自然環境に対する耐久性は，支承部の機能低下が構造物に及ぼす影響から鑑みても，欠かすことのできない重要な要求性能である．これについても各種試験を行い検証しており，ここではその一部を紹介する．

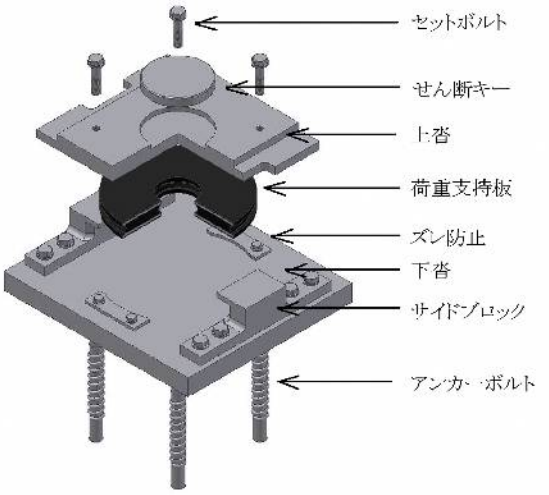


**図-1.**　DRB概要図

## 2.　終局状態の確認

既報[1)]にて，設計許容面圧25Mpaの6倍（150MPa）の荷重載荷においてもDRBは健全な状態であることを報告している．しかしH24年版道路橋示方書には，支承部の荷重伝達機構が失われる状態を明らかにすることが明記されている．そこでDRBの破壊，もしくは変状が生じる状態を確認する為に，高荷重下における繰返し載荷試験を行った．供試体には1,500kNタイプを用い，設計許容面圧の6倍載荷（0～150Mpa）を10回，7倍載荷（0～175Mpa）を10回行った．これまでの検証より外径部より内径部への応力集中が明らかである為，試験体の切断面を確認することとした．6倍載荷の繰返し後の切断面を**写真-1**，7倍の切断面を**写真-2**に，7倍載荷の10回目の荷重-たわみ線図を**図-2**示す．これより7倍の繰返し載荷終了時に内径部に微小な損傷（シワ）が生じていることが確認できた．ただし，**図-2**の線図からは，その損傷に起因する異常（変曲点）が見られず，また復元性においても，除荷時の変位がゼロ付近であることから，直ちに鉛直力支持機能が損なわれることはないことが確認できた．この検証により，DRBの終局状態は，内層鋼板の破壊や接着破壊等ではなく，ゴム部の変状であることが確認できた．

**写真-1.**　6倍-10回載荷後の切断面

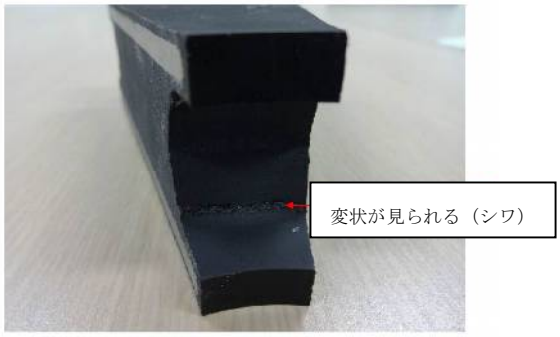


**写真-2.**　7倍-10回載荷後の切断面

キーワード：ウレタンゴム，DRB,
連絡先：〒485-8550　愛知県小牧市東三丁目 1 番地 住友理工㈱ TEL:0568-77-1318 Fax:0568-73-4160

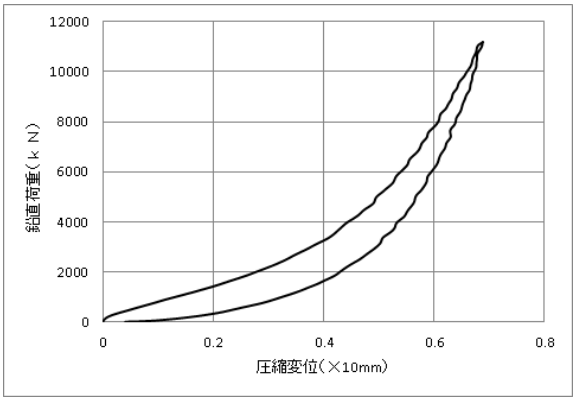


**図-2.　7倍-10回載荷時の圧縮たわみ線図**

## 3.　自然環境に対する耐久性検証

一般的なゴム支承材料である天然ゴムは，炭素の二重結合が大気中のオゾンと反応し，ゴム表面に亀裂が発生し易い（オゾン劣化）．DRBに用いているウレタンゴムは材料組成上，オゾンと反応する二重結合を持たないため劣化現象は生じない．これを確認するため静的オゾン劣化試験を行った．試験条件はH16道路橋支承便覧と比較し，オゾン濃度1.6倍，伸張率5倍，計測時間7倍となる80pphm　40℃×100%伸張　672時間計測とした．672時間後の外観を**写真-3**に示す．これより亀裂・損傷等は無く，オゾン耐性が十分であることが確認できた．

**写真-3.　672時間後**

また，オゾン以外にも自然環境における耐久性評価として耐熱老化性・耐水性等の様々な検証が必要である．ここで一例としてDRBの耐水性について報告する．一般的にウレタンゴムは加水分解する懸念があるが，我々が日常触れているウレタンは，そのほとんどの場合がエステル系ウレタンである（耐機械性，耐摩耗性に優れる）．しかしながら，DRBに用いているウレタンゴムは，支承の使用環境を考慮し，構造上，水との反応が起こりにくいエーテル系ウレタンを採用している．この耐水性ついては，同便覧の浸せき試験を促進させた「高温浸せき試験」（試験条件：70℃×168時間）にて検証している．浸せき前後の物理特性の変化を**表-1**にまとめる．この結果，破断伸びについては，10%程度の差が生じたが，これはウレタンゴムの高分子鎖に水が入り込んだことによる膨潤の影響と考えられる．その他の特性値（モジュラス（M100：100%の引張伸び時の応力），引張強さ）の変化率は5%程度と小さく，耐水性を有していることが確認できた．

**表-1.　168時間後の物理的性質**

| | | 浸せき前 | 浸せき後 | 変化率(%) |
|---|---|---|---|---|
| M100 (N/mm2) | No.1 | 14.9 | 14.2 | |
| | No.2 | 15.0 | 14.3 | |
| | No.3 | 14.7 | 13.8 | |
| | 中央値 | 14.9 | 14.2 | -4.9% |
| 引張強さ (N/mm2) | No.1 | 45.3 | 48.7 | |
| | No.2 | 47.5 | 45.6 | |
| | No.3 | 46.4 | 46.6 | |
| | 中央値 | 46.4 | 46.6 | 0.5% |
| 破断伸び (%) | No.1 | 380 | 425 | |
| | No.2 | 360 | 410 | |
| | No.3 | 370 | 405 | |
| | 中央値 | 370 | 410 | 10.8% |

*変化率はJIS規格に準拠し中央値の値を用いた

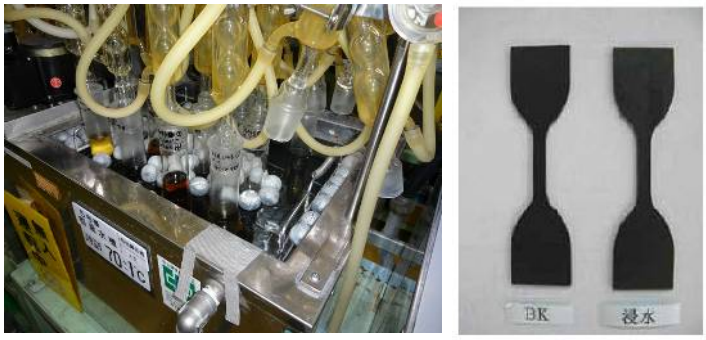


**写真-4.　高温浸せき試験状況および試験体**

## 4.　まとめ

可動・固定形式の橋梁用支承部に適用できる新しい支承であるDRBにおいて，高荷重下における繰返し載荷試験により、終局状態の破壊形態と力学的特性を明らかにでき，且つ設計許容値に対する安全率が十分であることが確認できた．また，自然環境への耐久性についても，長期間の供用を想定した各種促進試験により，物理的性質の著しい変化は生じないことを確認した．

## 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：ウレタンゴム支承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）日本道路協会：道路橋支承便覧，2004　5）日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2012）