

荷重作用下の免震ゴム支承に生じるオゾン劣化き裂およびその補修に関する基礎的研究

名古屋大学大学院 正会員 ○廣畑幹人
 名古屋大学 伊藤康晃
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤義人
 名古屋大学 藤本勝之

1. はじめに

供用開始から数年経過した免震ゴム支承の表面にき裂が発生する事例が報告されている¹⁾。き裂発生 の主要因はオゾン劣化であると推定されているが、き裂の発生条件については不明な点が多々ある。本稿では、荷重 および環境因子（オゾン、温度）がゴム支承の表面き裂発生に及ぼす影響を検討する²⁾とともに、発生したき裂を補修しその効果を検証するために実施した一連の実験結果について報告する。

2. 実験供試体および実験方法

供試体の形状および寸法を図-1(a)に示す。幅 220mm×奥行 220mm×高さ 108mm であり、厚さ 10mm の被覆ゴムで側面を覆っている。また、厚さ 22mm の上下鋼板 2 枚、厚さ 8mm の積層ゴム 6 層、厚さ 3.2mm の補強鋼板 5 枚により構成されている。用いたゴム材料には老化防止剤が含まれている。また、図-1(b)に示すように、載荷ジグにより積層ゴムの総厚さ（8mm×6 枚 =48mm）の 150%に相当するせん断変形（水平変位 72mm）を付与しており、設計死荷重である面圧 6MPa 相当の鉛直荷重を載荷している。

供試体をオゾン発生器付恒温槽内に設置し、著者らの既往の研究²⁾で特定したき裂を発生させる条件（温度 40℃，オゾン濃度 100pphm）の下で実験を行い、1 サイクル（96 時間）毎にき裂の発生有無を確認した。4 サイクル（384 時間）経過後、表面の引張ひずみ領域に図-2 に示す微小なき裂と比較的大きなき裂が発生した。

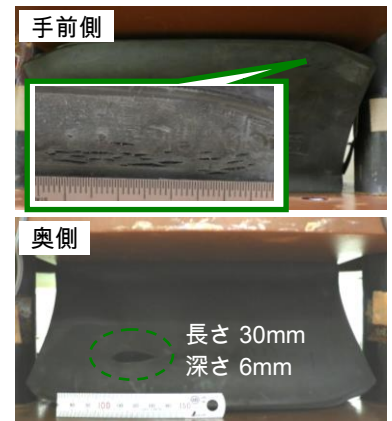


図-2 き裂発生状況

3. き裂の補修および補修効果の検証

3. 1 き裂の補修方法

オゾン劣化促進実験により供試体の表面に生じたき裂をコーティング補修した（株式会社川金コアテック製 K-Coat-R）。き裂補修後の供試体を図-3 に示す。補修は変形拘束ジグを取り外した状態で実施した。微小なき裂の補修は脱脂、プライマー塗布、CSM コーティングの順に行った。プ

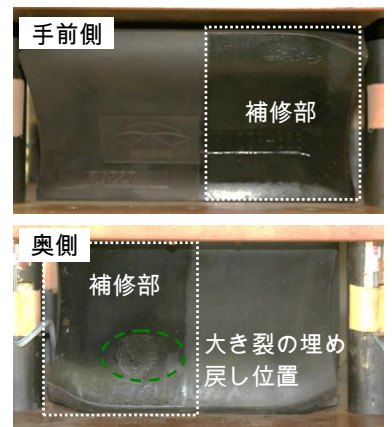
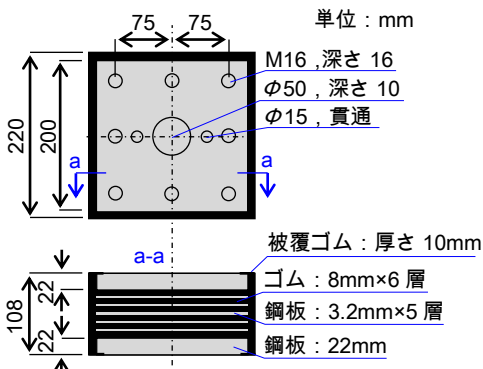
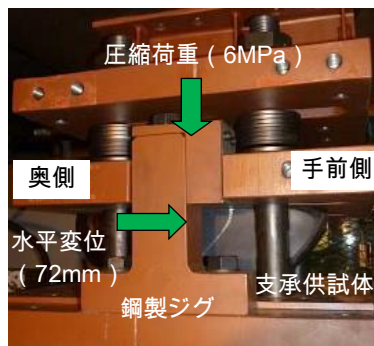


図-3 き裂補修後の供試体



(a) 形状および寸法



(b) 変形付与状況

図-1 ゴム支承供試体

キーワード 免震ゴム支承，き裂，補修，オゾン，温度

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-3905

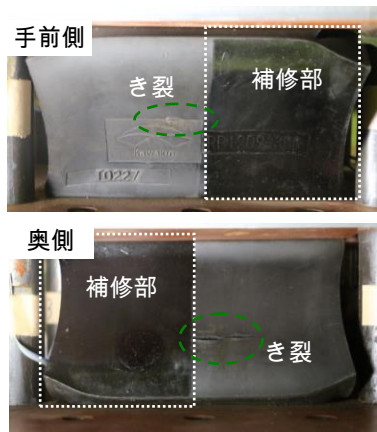


図-4 き裂発生状況(補修後)

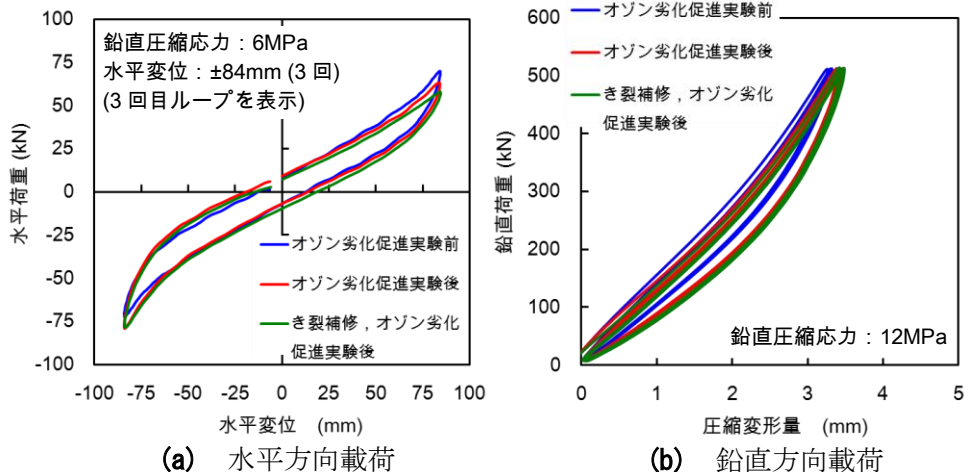


図-5 繰返し载荷実験結果

プライマー塗布, CSM コーティングともに乾燥時間は 30 分程度である。大きき裂の補修は, グラインダーによるき裂のざぐり, 脱脂, プライマー塗布, 穴埋め, 研磨, 脱脂, プライマー塗布, CSM コーティングの順に行った。コーティング塗布範囲は, 後述するオゾン劣化促進実験において補修の有無によるき裂発生の差異を確認するため, き裂が発生した面の半分のみとした。

3. 2 き裂の補修後におけるオゾン劣化促進実験

き裂を補修した供試体を用い, 2. と同じ条件の下で 4 サイクル (384 時間) のオゾン劣化促進試験を実施した。2 サイクル終了 (192 時間) 後, 未補修部においてき裂が発生した (図-4)。コーティング補修を施した部分では, 4 サイクル終了 (384 時間) 後も新たなき裂の発生は確認されなかった。

4. 繰返し载荷実験

オゾン劣化促進実験によりき裂が発生した供試体に対して繰返し载荷実験を実施した (水平方向: 鉛直圧縮応力 6MPa 負荷下で水平変位±84mm を 3 回作用, 鉛直方向: 圧縮応力 12MPa を 3 回作用)。载荷実験の結果を図-5 に示す。オゾン劣化促進実験により表面の被覆ゴムから発生したき裂は内側のゴム層に到達していなかった。そのため, き裂が発生した状態およびき裂補修後の供試体の力学性能は健全状態とほぼ同じであった。

5. まとめ

荷重および環境因子 (オゾン, 温度) がゴム支承の表面き裂発生に及ぼす影響を検討するとともに, 発生したき裂を補修しその効果を検証するために一連の実験を実施した。得られた主たる知見を以下に示す。

- (1) 総ゴム厚の 150%のせん断変形を付与したゴム支承供試体を温度 40℃, オゾン濃度 100pphm の条件で劣化促進実験に供し, 支承表面の引張りひずみ領域にき裂が発生することを確認した。
- (2) 発生したき裂をコーティング補修した供試体を再びオゾン劣化促進実験に供した。補修していない部位では 192 時間でき裂が発生したが, 補修部では 384 時間の実験終了後まで新たなき裂は発生しなかった。
- (3) オゾン劣化促進実験により表面の被覆ゴムから発生したき裂は内側のゴム層に到達していなかったため, き裂が発生した状態およびき裂補修後の供試体の力学性能は健全状態と変わらなかった。

謝辞

本研究の一部は, 平成 24~26 年度国土交通省建設技術研究開発助成を受けて行った。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 鶴野禎史, 行本直人: ゴム支承の表面亀裂に関する研究, 土木学会第 64 回年次学術講演会, VI-385 (2009)。
- 2) 廣畑幹人, 伊藤義人, 汪 深: 環境劣化因子とひずみによる天然ゴム支承のき裂発生に関する基礎的研究, 構造工学論文集 Vol.61A, pp.302-312 (2015)。
- 3) 杉本博之, 溝江 実, 山本吉久, 池永雅良: 天然ゴム支承の低温耐候性に関する研究, 土木学会論文集 No. 693, VI-53, pp. 73-86 (2001)。