

# 日射を受ける橋梁用免震ゴム支承の長期劣化特性推定のための内部温度測定

名古屋大学大学院 正会員 ○北根 安雄  
 名古屋大学大学院 学生会員 Paramashanti  
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤 義人

## 1. 背景と目的

ゴム材料は、酸素、温度、紫外線、オゾン、酸、または湿度など様々な環境要因により、材料劣化を起し、その材料劣化がゴム支承全体の性能劣化につながる。免震ゴム支承の性能照査型設計を行う上で、免震ゴム支承のライフサイクル性能を把握することは非常に重要である。これまでの研究成果<sup>1),2),3)</sup>により、橋梁用ゴム支承の長期性能に最も影響を与える劣化は熱酸化劣化であることが示され、支承設置場所の年平均気温を用いることにより、ゴム支承の経年劣化により変化する支承等価水平剛性の評価式が提案されている。

通常、支承は橋脚と桁の間に設置されており、常に日陰に存在し、支承の温度は外気温とほとんど差がないと考えられている。しかし設置場所によっては、直射日光にさらされる支承も存在することが実橋調査の結果明らかとなった。さらに実橋に設置された高減衰ゴム (HDR) 支承の表面温度を測定した結果<sup>4)</sup>、日射を受ける支承表面温度は、夏期には 50°C 以上、冬季でも 40°C 以上になる場合があり、気温との差が 30°C 以上にもなることが明らかとなった。ゴムの温度が高いほど材料劣化が進むため、ゴム支承の経年劣化を正確に評価するためには、実環境におけるゴム支承の温度を正確に把握する必要がある。

そこで本研究では、ゴム支承の設置場所に特有の環境条件 (気温や日射量など) を考慮して、各種ゴム支承の長期劣化特性の予測を可能とすることを目的とし、日射を受ける橋梁用ゴム支承モデルの内部温度を測定し、気温や日射量と支承内部温度との関係について検討することを目的とする。

## 2. 測定条件

本研究では、図-1 に示す 420×420mm の HDR 支承をゴム支承モデルとして製作し、日射条件を様々に変更し、支承の内部および表面温度は熱電対により測定した。支承は厚さ 9mm のゴム層 (高減衰ゴム) が 6 層、厚さ 3.2mm の内部鋼板 5 枚、および厚さ 32mm の端部鋼板 2 枚から構成される。また支承には、厚さ 10mm の被覆ゴム (天然ゴム) が巻かれている。内部温度を測定する熱電対を挿入するために、支承には、支承上面から測定深さ (1 層目 98mm, 2 層目 61mm, 3 層目 37mm) に達する φ4mm の穴が開けられており、その位置を図-2 に示す。内部温度測定点は、1 層目に 9 点、4 層目に 18 点、6 層目に 9 点、合計で 36 点である。支承モデルは、名古屋大学内の 4 階建て建物の屋上に設置した。日射の状態を変更することができるよう日除け用木製箱 (600×600×530mm) を製作した。

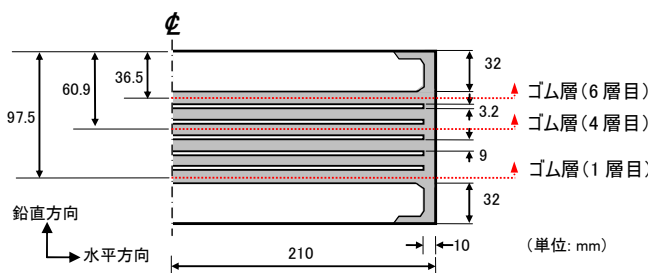


図-1 支承モデル断面図

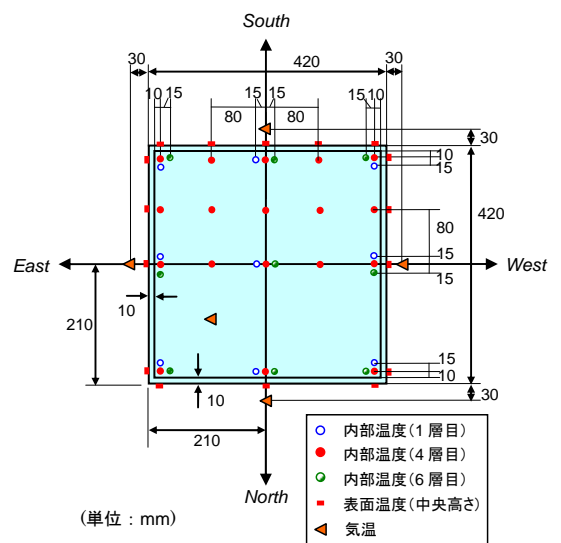


図-2 温度測定位置

キーワード 免震ゴム支承, 経年劣化, 日射, 温度測定, 橋梁

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 C1-3(651)・電話 052-789-2736・FAX 052-789-3734

木製箱の四方の壁は、直射日光を遮り、かつ風通しをよくするため、よろい窓になっており、また日射条件を変更できるように、取り外しが自由にできる構造となっている。本実験では日射条件として、Case I: 支承には全く直射日光が当たらない状態、Case II: 2つの側面のみ直射日光を受けることができる状態、Case III: 完全に周囲の障害物がなくどの側面も直射日光を受けることができる状態、の3条件を考慮した。支承は、その側面が東西南北に向くように設置し、Case IIにおいては、南および西の壁を取り外した。

内部温度測定には、シース型熱電対を使用し、支承側面の表面温度および支承周辺気温測定には、T型熱電対を使用した。また、木箱の南側で日射計（プリード社製、波長範囲：305-2800nm、感度：7mV/kW/m<sup>2</sup>）により全天日射量を測定した。温度および日射量の測定間隔は10分間とした。測定は2009年1月16日から2月12日にかけて行った。Case IIIの期間に測定された日射量を図-3に、また同期間における名古屋气象台での気象データのまとめを表-1に示す。

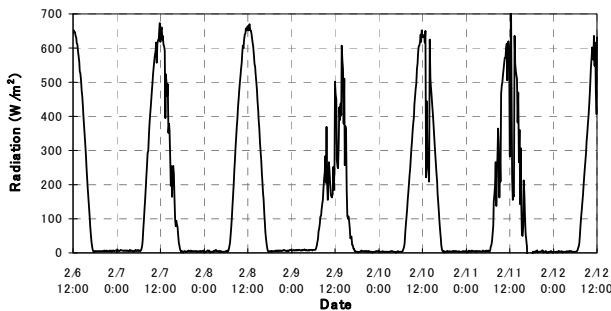


図-3 日射量 (Case III)

表-1 名古屋气象台における気象データ (Case III)

日	天気概況	気温 (°C)			平均風速 (m/s)	降水量 (mm)	日照時間 (h)
		6時-18時 平均	最高	最低			
2/6	快晴	7.2	11.5	3.7	5.6	--	10.0
2/7	晴後薄曇	6.3	11.8	0.2	2.0	--	8.8
2/8	晴	7.2	11.8	3.1	4.5	--	9.8
2/9	曇	6.1	11.5	0.9	1.9	0.0	1.8
2/10	晴	8.2	14.6	3.8	4.0	0.5	9.6
2/11	晴時々曇 一時雨	6.4	12.6	0.9	2.2	2.5	5.8
2/12	晴後薄曇	7.9	13.5	3.2	2.4	--	7.0

3. 測定結果

図-4に、支承高さ方向中心ゴム層（第4層）断面内での南北方向中心線上の温度分布をCase IIIについて示す。図中には、ある晴れた日（2月10日）における次の5時点での温度分布が示されている：(1)気温が最高値を取った時、(2)気温が最低値を取った時、(3)支承中心位置での温度が最高値を取った時、(4)支承中心位置での温度が最低値を取った時、(5)支承側面中心での温度が最高値を取った時。図中において、支承側面から10mmの深さまでである被覆天然ゴムに相当する領域は灰色で示す。この図より、支承の内部温度は、気温の変動および日射の影響を受けるが、ある時点における支承内部断面内での温度分布はそれ程大きくないことが分かる。特に、日射を受ける支承側面の温度は気温に比べ約30°Cも高くなるが、側面から20mm程度内側に入ると、支承中心の温度と最大でも2~3°C程度しか変わらなくなることが分かる。

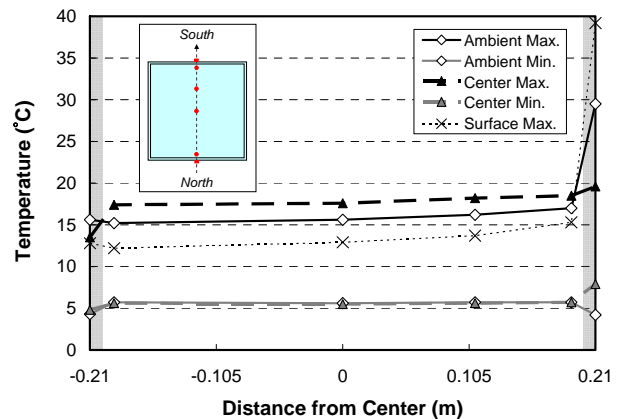


図-4 第4ゴム層内での温度分布 (Case III)

4. 結論

日射を受けるゴム支承では、日射を直接受ける側面での表面温度は非常に高くなるが、側面から約20mmの深さより内部では支承断面内での温度分布は小さくなく、晴れた日の支承内部温度の平均値は気温の平均値に比べて数度程度しか高くない。

参考文献

- 1) 伊藤義人, 佐藤和也, 顧浩声, 山本吉久 (2005): 橋梁支承用天然ゴムの長期劣化予測に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No. 801/I-73, pp. 185-196.
- 2) 伊藤義人, 佐藤和也, 顧浩声, 山本吉久 (2006): 橋梁用天然ゴム支承の性能劣化特性に関する研究, 土木学会論文集, Vol. 62, No. 2, pp. 255-266.
- 3) Y. Itoh and H. Gu (2009): Prediction of Aging Characteristics in Natural Rubber Bearings Used in Bridges, Journal of Bridge Engineering, Vol. 14, No. 2, pp. 122-128.
- 4) Paramashanti, Y. Kitane, Y. Itoh (2008): Effect of Solar Radiation on Temperature of Bridge Rubber Bearing, 第63回土木学会次学術講演会講演概要集, 土木学会, pp. 1223-1224.