

長期供用された中空円筒型ゴム防舷材の劣化の非破壊評価に関する基礎的研究

(株)ブリヂストン	正会員	○秋山	齊
大阪大学工学部	非会員	玉木	大智
大阪大学工学部	正会員	服部	晋一
大阪大学工学部	正会員	寺澤	広基
大阪大学工学部	正会員	鎌田	敏郎

1. はじめに

ゴム防舷材は、接岸する船舶の運動エネルギーを吸収するためのゴム製緩衝材である。ゴムは有機化合物であり、鋼材やコンクリートに比べると経年劣化が早いにもかかわらず、その経年劣化の実態は明らかになっていない。

筆者らは港湾施設における安全確保と合理的な維持管理のために、現場点検での適用を想定し、ゴム防舷材の非破壊での劣化診断手法について検討した。

ゴムは経年劣化によって弾性率が增加するので、ゴム防舷材の圧縮反力が増大する¹⁾。従って何らかの方法でゴムの弾性率の変化を評価できれば、ゴム防舷材の経年劣化の程度を診断できる可能性がある。本研究では、コンクリートなどで実績の豊富な超音波法および打音法によって使用現場から回収したゴム防舷材を評価した結果、打音法の適用により、簡便な非破壊診断の可能性があることを示した。

2. 非破壊診断の方法

2. 1 供試体

表-1 に評価したゴム防舷材の種類と供用年数を示す。サイズは H の前の数字がミリメートルでの高さを表す。ゴム防舷材のタイプは現在、使用実績が長く数も多い中空円筒型防舷材を対象とした。

2. 2 超音波法

超音波による診断は医療から工業用途まで幅広く使用されているが、伝搬媒質としてのゴムは超音波の減衰が大きい。図-1 のようにゴム厚が既知のゴム防舷材を両面から 2 つの超音波探触子で挟み込み、伝搬速度を計測した。結果を図-2 に示す。縦軸は伝搬速度、横軸にはゴムの弾性率の変化を表すために回収品の最

表-1 計測に使用したゴム防舷材

防舷材サイズ	供用年数
200H	0, 20, 40, 55, 70年 (熱促進劣化)
630H	19年
800H	0(納入時), 22, 25年
2250H	0(納入時), 31年

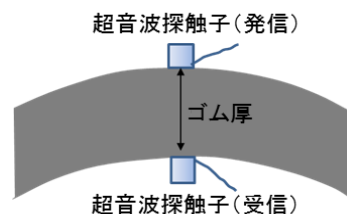


図-1 超音波のゴムの伝搬速度の測定

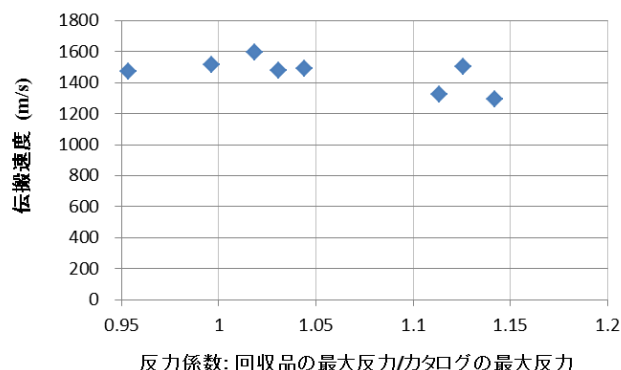


図-2 計測に使用したゴム防舷材

大反力とカタログ値との比を反力係数として示した。

図-2 でわかるように反力係数が変化しても伝搬速度に対する影響は小さく、伝搬速度から反力の変化を推定するのは難しい。

2. 3 打音法

ゴム防舷材の表面に打撃を加え AE センサを用いて弾性波を計測したが、表面波が大きく反射波との分離が困難と思われたので AE センサの代わりにマイクロ

キーワード ゴム防舷材, 非破壊診断, 経年劣化, 打音解析, スペクトル重心, 維持管理
連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻

フォンで打音を録音し波形を分析した。表-1 の 200H は 80℃ の熱により促進劣化させた 5 ケースを示しており、常温で 0, 20, 40, 55, 70 年経過に相当すると考えられるサンプルである。促進劣化した 200H の反力係数を使用済み回収品と比較したものが図-3 である。使用済み回収品の反力係数にはバラつきがあるものの、直線回帰すると 200H の反力係数の傾向とよく一致している。これらの劣化の異なる 200H に対して $\phi 19\text{mm}$ の鋼球を用いて打音を測定し傾向を把握した。打音波形の振幅スペクトルは図-4 のようになり、ピーク周波数に劣化による違いは見られない。そこで図-4 の振幅スペクトル形状からスペクトル重心を求めた。図-5 はスペクトル重心と促進劣化の年数との関係を示す。ピーク周波数では判別できなかった右上がりの傾向が現れており図-3 における 200H の反力係数の傾向と一致した。

次に表-1 に示した使用済み回収品に対してハンマーで打撃を行い、打音のスペクトル重心を測定した。ハンマーの形状や打撃位置はそれぞれ 3 種類変化させ、複数回測定して標準偏差の小さい結果の安定した条件を選んだ。結果を図-6 に示す。打音のスペクトル重心は反力係数（ゴムの弾性率変化）の増大とともに緩やかに増大する傾向があることが分かった。ただしサイズの大きなものは勾配が大きくなり、またハンマーの形状によって切片が異なるなどパラメータによって異なる傾向があるため、実用に際してはハンマーの条件を固定した上でサイズ別にデータを蓄積する必要がある。さらに製造時や定期的測定など基礎データを充実させる必要がある。また現場での計測を考慮して軽量でコンパクトな測定装置の開発も課題である。

3. 結論

経年劣化したゴム防舷材に対して、打音法を用いて波形のスペクトル重心を求めることで反力の増加を推定し経年劣化を非破壊で評価する可能性を示せた。

参考文献

- 1) H. Akiyama, K. Shimizu, S. Ueda, T. Kamada:
Investigation on Service Years of Large Rubber Marine
Fenders, Journal of JSCE, Vol.5, pp.392-401, 2017

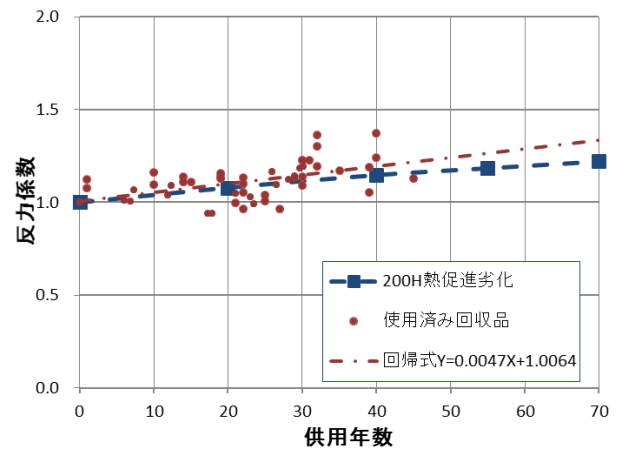


図-3 使用済み品と 200H 促進劣化品の反力係数

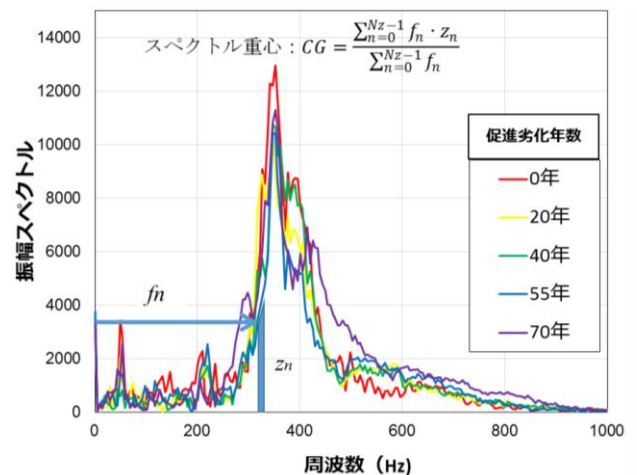


図-4 打音のパワースペクトル：200H

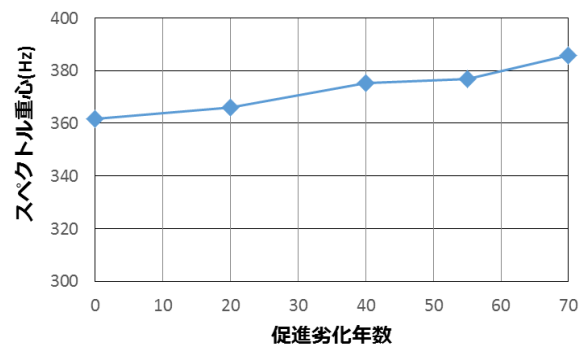


図-5 打音の振幅スペクトル：200H

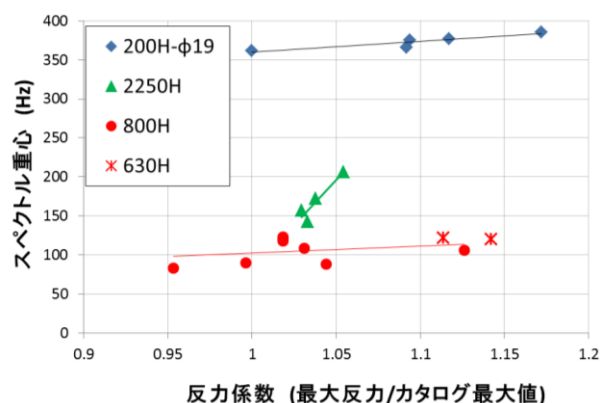


図-6 打音のスペクトル重心と反力係数