

阪神高速道路公団の伸縮装置の寿命解析

大阪市立大学大学院 学生員○北橋 大
阪神高速道路公団 正会員 加賀山泰一

大阪市立大学大学院 正会員 北田 俊行

1. 目的 平成14年3月に道路橋示方書が改訂され、橋梁の寿命は100年を目標として設計するように規定された。しかし、橋梁の付属物である伸縮装置や支承は橋梁自体の寿命よりも短く、定期的にメンテナンスを行う必要がある。そこで、本研究では、阪神高速道路公団の伸縮装置の損傷データより信頼性理論を用いて伸縮装置の寿命を算出している。

2. 伸縮装置の種類 本研究では、阪神高速道路堺線のデータを使用した。データ数は2,169個である。堺線の伸縮装置の種類を図1に示す。図1よりゴムジョイントが57%と多く、次に鋼製フィンガージョイントが25%と多い。

3. ゴムジョイントの損傷原因と寿命 図2より、ゴムジョイントの損傷原因で最も多いのは、漏水であり全損傷個数の25%を占める。次に多いのは異常音であり、23%を占める。次に、最も標本数の多い漏水を例にとり、これが完全データであることも考慮し、これを確率密度曲線にあてはめ、 χ^2 検定を行ってどの分布形が最もよく漏水の損傷の分布にあてはまるのか検討を行った。図3に示すように、仮定した分布形状は、正規分布、対数正規分布、ワイブル分布、極値分布、およびガンマ分布である。 χ^2 検定を行った結果、ワイブル分布が最もよく適合し、平均寿命は9.7年となった。他の損傷原因についてもワイブル分布のあてはめを行った結果を図4に示す。この結果、すべての損傷原因について平均寿命は10年近辺であり、ゴムジョイントは、伸縮装置全体で寿命の向上を図らないと、今後寿命は伸びないと考えら

れる。それから、ゴムジョイント全体の寿命についても解析を行った。ただし、ゴムジョイントの中には現在も機能しているものもあるため、多重打ち切りデータとしての解析が必要となる¹⁾。そこで、図5に示すように、ゴムジョイント全体の解析を行った。この結果、分布形状は、形状母数が1に近いことから指数分布に酷似したものとなり、平均寿命は24.1年となった。

4. 鋼製フィンガージョイントの損傷原因と寿命 図6に示すように、鋼製ジョイントで最も損傷原因として多いのは、ゴムジョイントと同様、漏水であり、次に異常音となった。したがって漏水による損傷について、確率密度関数のあてはめを行った。その結果を図7に示す。 χ^2 検定の結果、極値分布が最もよく適合する

キーワード：伸縮装置、信頼性工学、損傷、平均寿命、LCC

連絡先：〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科橋梁工学分野 Tel 06-6605-2735

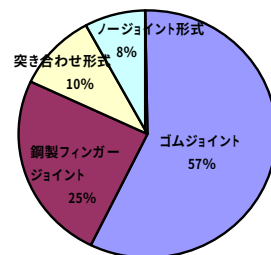


図1 堺線の伸縮装置の種類

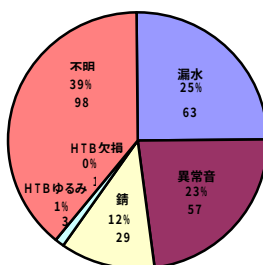


図2 ゴムジョイントの損傷の種類

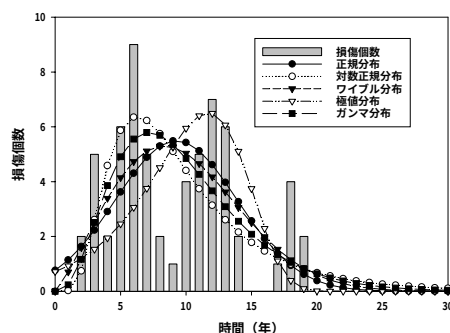


図3 漏水による損傷の確率密度関数

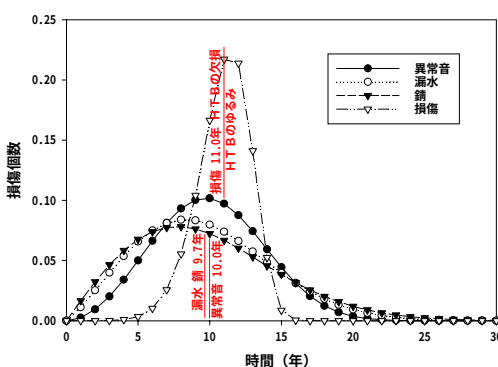


図4 各損傷種別毎の寿命

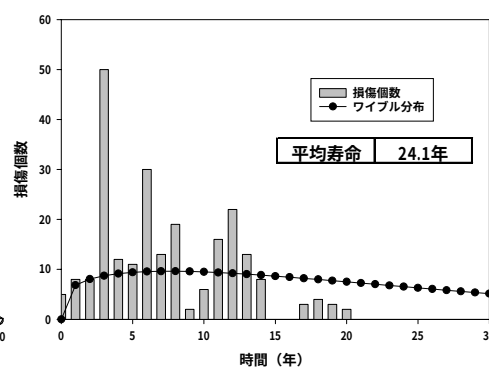


図5 ゴムジョイントの確率密度関数

ことが判明し、漏水が原因で損傷した伸縮装置の平均寿命は、16.5 年であることがわかった。他の損傷原因についても極値分布のあてはめを行い、その結果を図8に示す。錆および本体の損傷が原因となった損傷が平均寿命を下げていることがわかり、それぞれ11.0 年および11.5 年となった。したがって、鋼製ジョイントの場合、錆と本体の損傷とを防ぐことで、全体の平均寿命も上がると考えられる。また、鋼製ジョイント全体の解析を行った結果、平均寿命は12.1 年となった。これを、図9に示す。

5. 突き合わせ型ジョイントの損傷原因と寿命

図10に示すように、突き合わせ型ジョイントの場合も、漏水による損傷が最も多かった。漏水による損傷を確率密度関数にあてはめた結果を図11に示す。対数正規分布が最もよく適合し、平均寿命は11.1 年となった。他の損傷原因についても対数正規分布のあてはめを行い、その結果を図12に示す。これより、本体の損傷を改善すれば、突き合わせ型ジョイントの平均寿命も上がると考えられる。また、突き合わせ型ジョイント全体についての解析も行った。これを図13に示す。この結果、平均寿命は8.4 年となった。

6. まとめ 鋼製ジョイントの場合は本体の損傷と錆、突

き合わせ型ジョイントの場合は本体の損傷が改善されれば、各伸縮装置の寿命も伸びることが示された。伸縮装置の種類別の損傷についてまとめた結果、ゴムジョイントの平均寿命は24.1 年、鋼製ジョイントの場合12.1 年、および突き合わせ型ジョイントの場合8.4 年となった。したがって、これらの寿命が来たときに補修すると考えると、簡易的にLCCが求まると考えることができる。本研究で、初めて実際に損傷したデータを用いて寿命解析を行ったが、確率密度関数の特定、および平均寿命の推定は有効な方法であり、また、簡易的にLCCを求めるためにも、確率密度関数や平均寿命は有効である。

参考文献 1) W・ネルソン：寿命データの解析，日科技連出版社，1988.4.

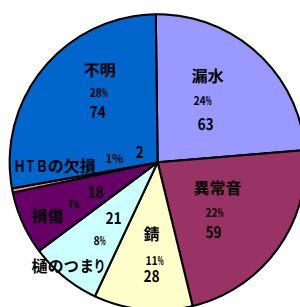


図6 鋼製ジョイントの損傷の種類

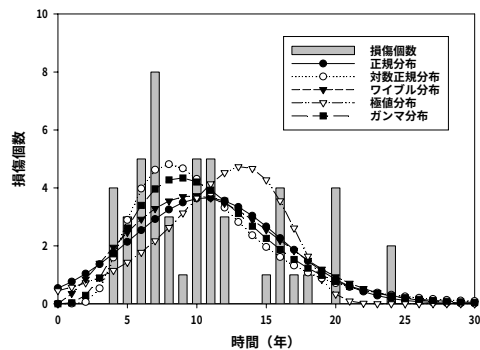


図7 漏水による損傷の確率密度関数

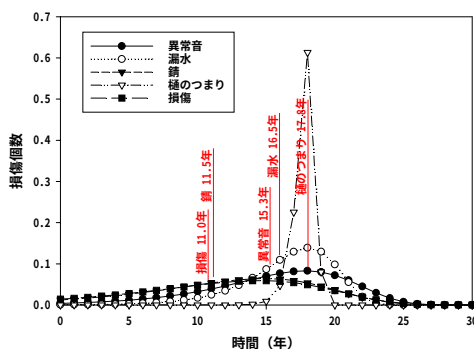


図8 各損傷種別毎の寿命

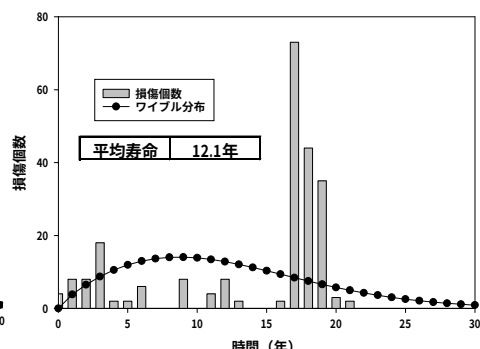


図9 鋼製ジョイントの確率密度関数

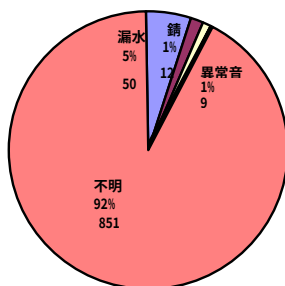


図10 突き合わせ型ジョイントの損傷の種類

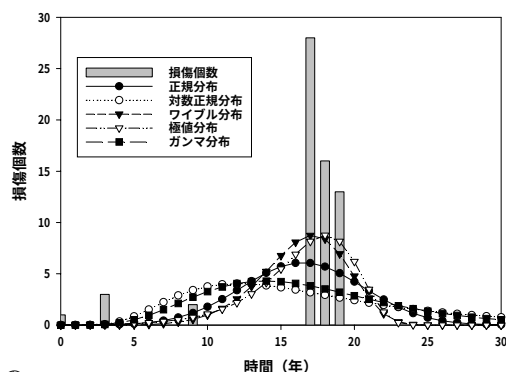


図11 漏水による損傷の確率密度関数

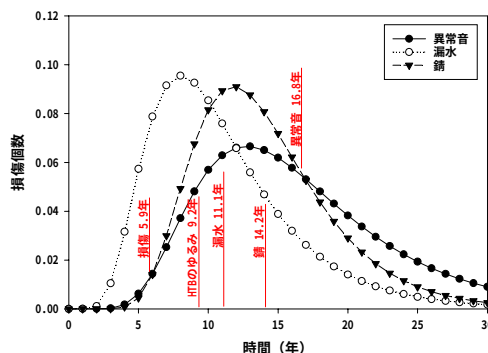


図12 各損傷種別毎の寿命

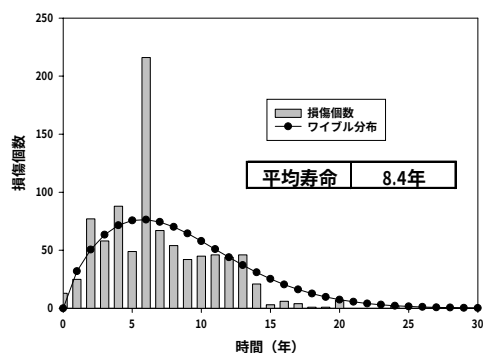


図13 突き合わせ型ジョイントの確率密度関数