

本四公団 正員 鳥海 隆一
 埼玉大学 正員 田島 二郎
 本四公団 平山 純一
 日本製鋼 岩館 忠雄

1. はじめに 与島橋は、本州四国連絡橋の児島一坂出ルートほぼ中央に位置する、支間割175m+245m+165mのトラス橋である。本橋の中間可動支承には、1万tonを越える反力、および±250mmの移動が生ずることとなり、支承の設計において、応力分布等について、詳細な検討を実施した。本報告は、その支承(図-1)のローラーのころがり耐久性試験の概要について述べる。

2. 試験の条件と結果 試験は実橋の支承ローラーと同一径のローラーによる実物大試験(図-2)と小型ローラーによる小型試験(図-3)を実施した。試験方式は円筒-円筒方式とし、評価回転回数は、列車通過回数を考慮し 8×10^6 回とした。試験条件を表-1に示す。

2.1 実物大(ローラー径)試験 実橋の支承ローラーと同一径($\phi 300$ mm)、同一材料(C-13B)の2本のローラーによるころがり耐久性試験を実施した。加圧荷重は、ヘルツの接触許容支圧応力(19,000kg/cm²)に相当する荷重の1.5倍を想定した。また、空冷条件下では100℃以上の温度上昇が認められたため、試験は油冷却条件下で実施した。その結果を以下に示す。

- ① 評価回転回数(8×10^6 回)においても、フレーキング等の欠陥の発生は認められない。
- ② ローラーの外径寸法の変化は均一で、変化量も4~5 μ mとわずかである(図-4)。
- ③ ローラーの表面硬度は、上ローラーでは転動による有意な変化は認められず、下ローラーではわずかに硬化する傾向が認められる(図-5)。

2.2 小型試験 直径12mm、長さ12mmの試験片に、半径480mmのクラウニングを施した試験ローラーと

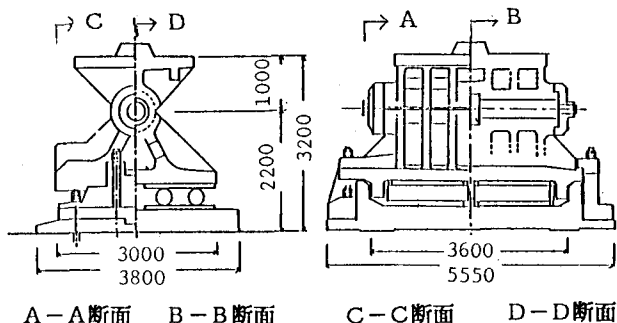


図-1 与島橋中間可動支承概略図

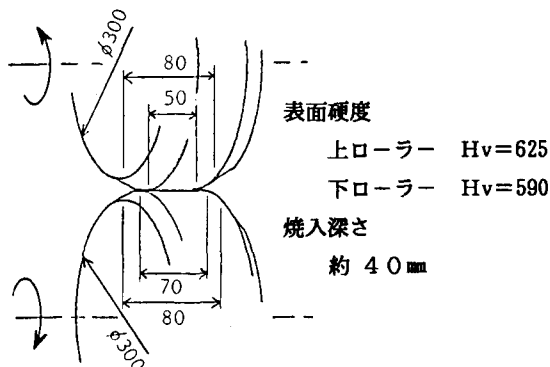


図-2 実物大試験概念図

表-1 試験条件

	実物大試験	小型試験
加圧荷重 (kg)	55,300	400~1,700
回転数 (rpm)	150~220	20,400
冷却条件	油冷却	油冷却

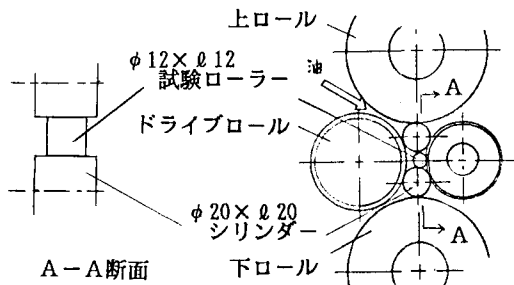


図-3 小型試験

直径20mm、長さ20mmクラウニング無しの相手試験ローラーとの、ころがり耐久性試験を実施した。ローラーの材質はC-13B鋼の表層より採取したもので、熱処理によりHv=630に調整されている。相手試験片も同程度の強度を持っている。加圧荷重は、許容支圧応力の1.73倍に相当する700kg（ヘルツの接触応力 $P_{max}=32,800\text{kg/cm}^2$ ）の試験を16体、その他、6体を400kg（ $P_{max}=27,000\text{kg/cm}^2$ ）から、1,700kg（ $P_{max}=45,100\text{kg/cm}^2$ ）の範囲で試験を実施した。

加圧荷重700kgによる試験では、許容支圧応力を上回っているにもかかわらず、全ての試験ローラーの寿命が評価転動回数、 8×10^6 回を越えた。各試験ローラーの寿命をワイブル確率紙にプロットしたもの（図-6）より、試験ローラーの10%が破損する転動回数は 1.13×10^7 回と推定された。なお、この場合ローラー表面の損傷面積が1%になる所を寿命としている。

加圧荷重を変化させた試験結果（図-7）より、寿命は加圧荷重の10/3乗に逆比例していることがわかる。この寿命曲線より、ヘルツの接触応力が許容支圧応力となるような加圧条件下でも、 430×10^6 回の寿命を持っているものと考えられ、同一加圧条件下でエッジ部における接触応力増加を考慮しても、 42×10^6 回の寿命を持っているものと考えられる。更に、ローラーの半径の違い、実橋の支承では円筒-平板の転動条件であることより、小型試験においては実橋の支承ローラーより最大せん断応力の発生位置が浅くなっている考えられる。このため、実橋の支承ローラーは小型試験結果より長寿命となるものと考えられ、実橋でのきびしい条件（ $P_{max}=14,750\text{kg/cm}^2$ 、列車通過回数= 7.63×10^6 回）に対しても十分な寿命を持っていることが明らかになった。

3. まとめ 以上の実物大試験、小型試験の結果より、与島橋中間可動支承ローラーは十分なころがり耐久性を有しているものと判断された。

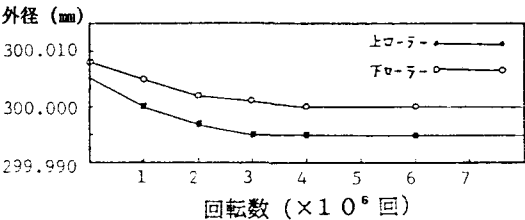


図-4 ローラー外径変化（実物大試験）

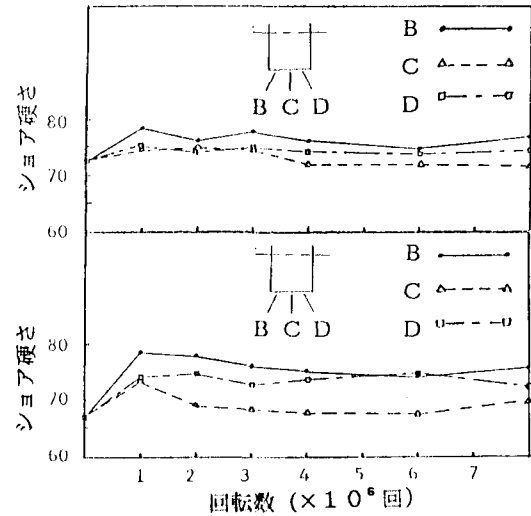


図-5 ローラー表面硬度変化（実物大試験）

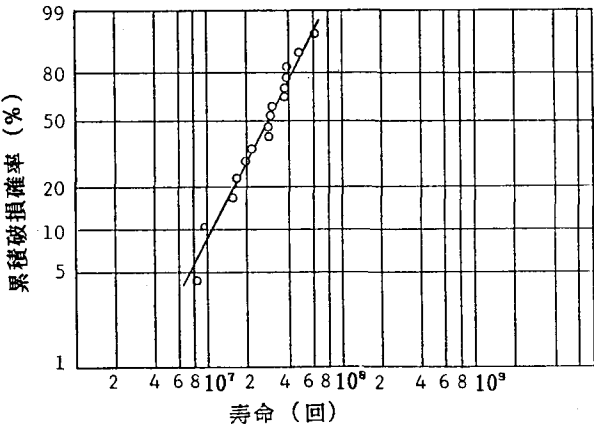


図-6 転動寿命ワイブルプロット（小型試験 700kg）

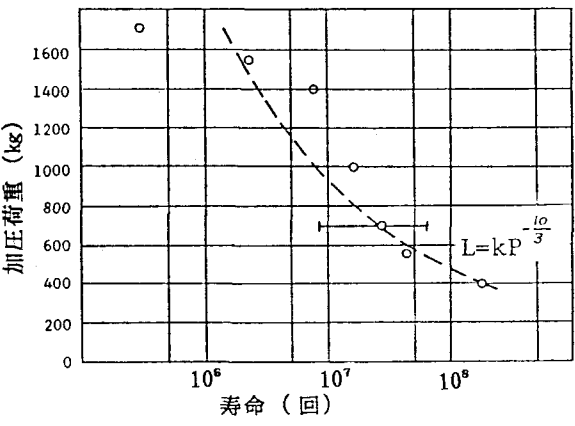


図-7 加圧荷重－転動寿命（小型試験）