

# 索道における索輪荷重の動的測定方法の検討 及び室内実験について

交通システム部

細川 成之

佐藤 久雄

千島美智男

## 1. はじめに

索道においてロープを支持する索輪は、搬器の通過等により変動する荷重を支持している。そして、風等による搬器の動揺に伴い荷重変動が限界を超えた場合には、ロープは索輪及び受索装置から外れる脱索等の重大な事故につながる可能性がある。特に、搬器の運行を、循環する一本のロープのみによって行う単線循環式索道等においては、索輪荷重の過大な変動や荷重低下は安全な運行を阻害する重大な要因となる。これらについては、索道施設において種々の対策が講じられているものの、索輪荷重変動の測定例等の資料がほとんど無いのが現状である。索輪荷重の変動を動的に測定することは、索道の安全な運行に寄与する重要な技術であると考えられる。

今回は、索輪に作用する垂直方向荷重の動的な測定方法について室内実験により検討を行ったのでその結果について報告する。

## 2. 索輪荷重の測定方法

### 2.1 索輪荷重の測定方法の検討

索輪荷重を測定するにあたっては、索輪及び受索装置に大きな改造を要する方法は、既存の施設での測定においては非常に困難となる。また、索輪に負荷される荷重は、垂直方向と水平方向に生じるため、いずれの方向においても精度良く測定できなくてはならない。

索輪等において垂直方向荷重及び水平方向荷重を測定する方法としては、鉄道車両の脱線係数の測定等に用いられている「索輪本体のひずみによって測定する方法」と、「輪軸のひずみによって測定する方法」等が考えられる。索輪本体のひずみによって測定する方法は、索輪の表面に貼り付けたひずみゲージによって索輪の垂直方向荷重及び水平方向荷重を測定する

ものであり、索輪のみで測定が可能であるため設置スペースの限られた受索装置上での測定には適した方式であると考えられる。しかし、鉄道用の車輪と索道用の索輪とでは、形状や構造、そして負荷される荷重の種類や大きさ等が異なるため、十分な検討が必要である。一方、輪軸のひずみにより荷重を測定する方法は、垂直方向荷重を連続的に測定できるわけであるが、索輪用の輪軸の場合には、通常、ひずみゲージを貼るスペースが無い等により、この方法での測定は非常に困難である。

そこで、索輪の垂直方向荷重と水平方向荷重が同時に得られる、索輪本体のひずみによって荷重を測定する方法について検討を行っている<sup>1),2),3)</sup>。

### 2.2 測定用索輪

実験に使用した索輪は、アルミ合金製でロープとの接触部には硬質ゴムが挿入されており、垂直方向荷重を圧縮ひずみで測定するため、ゲージを貼るために8カ所の穴をあけてある。測定用索輪を図1に示す。索輪上の8カ所の穴には1カ所につき2枚のひずみゲ

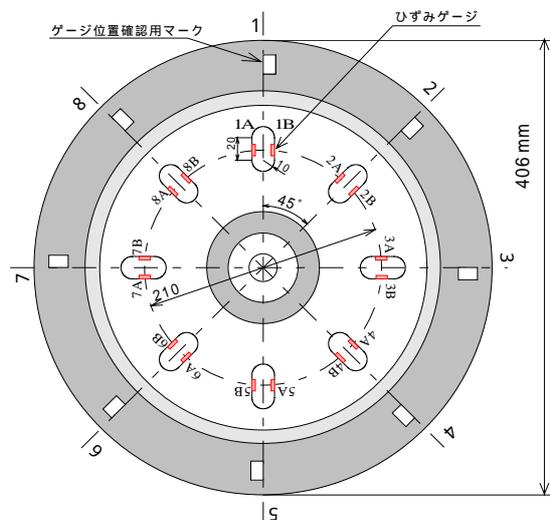


図1 供試索輪

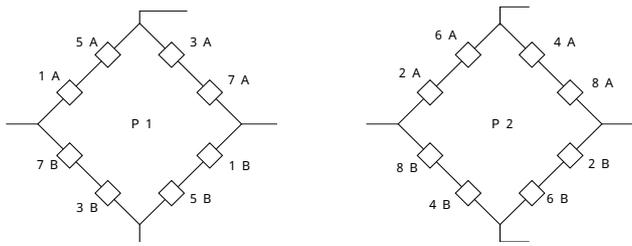


図2 ブリッジ結線図

ージを貼り付けてある。これら2枚のひずみゲージは垂直方向荷重に対しては2倍の出力を、また曲げ方向荷重についてはキャンセルするようにブリッジを組むこととした。ひずみゲージのブリッジ結線図を図2に示す。各ひずみゲージは、図に示すように1, 3, 5, 7の位置のひずみゲージと2, 4, 6, 8の位置のひずみゲージを、それぞれセットにして結線した。

供試索輪上の各測定点については、垂直方向荷重を負荷して較正を行った。また、索輪に生じるひずみは各ひずみゲージの直上を示すマーカの信号を元に、測定波形からマーカの立ち上がり位置の測定値のみを用いた。測定波形の処理方法を図3に示す。

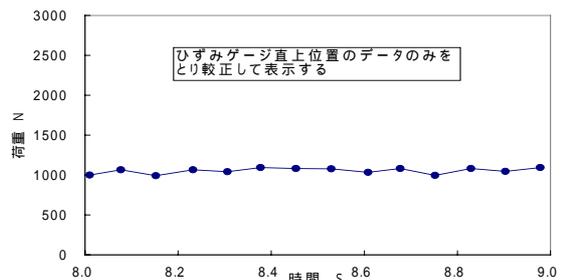
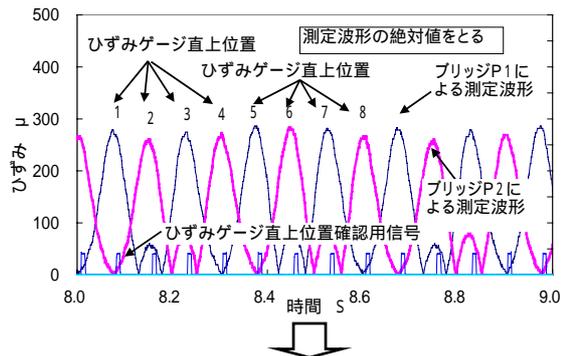
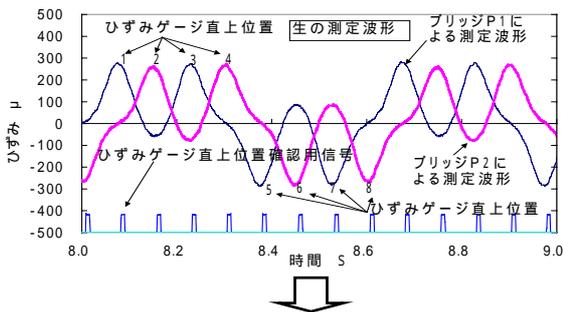


図3 測定波形の処理方法

索輪の周波数応答特性については、インパルスハンマーの打撃力を入力とし、出力を索輪上のひずみゲージで測定した結果、最低共振周波数は110Hzであった。

### 2.3 実験施設及び実験条件

実験は、当所のロープ曲げ疲労試験機及び脱索試験装置を用いて行った。施設の概要を図4に示す。索輪の垂直方向荷重は、脱索試験装置の油圧シリンダーに

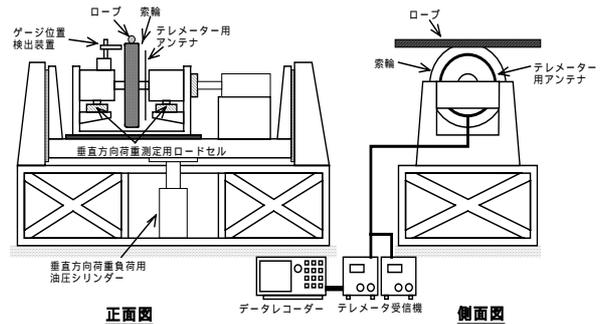


図4 実験装置

より索輪を支持台ごとロープに押しつけることによって負荷した。負荷する荷重は、輪軸の支持部に設置されたロードセルによって測定した。また、ひずみゲージによって測定した索輪荷重のデータはテレメータを用いて受信機まで非接触で伝送し、ロードセルで測定した荷重データとともに記録装置に収録した。

実験条件は、索輪に負荷する垂直方向荷重として、500N及び1500Nとし、ロープの運転速度は0.5m/s、2.0m/s及び4.0m/sとした。

なお、索輪上の8カ所に配したひずみゲージの測定値は、もっとも感度のよいひずみゲージ直上のデータのみを用いたため、索輪のサンプリング周期はロープ速度が0.5m/sの場合で1.38Hz、2.0m/sの場合で5.25Hzそして4.0m/sの場合で11.05Hzとなり、索輪の最低共振周波数より低い値となっている。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 実験結果

索輪の垂直方向荷重を500Nとした場合の実験結果を図5、図6及び図7に示す。ロープ速度が0.5m/sの場合では、索輪上での測定値はほぼ500Nを中心に変動する結果となり、ロードセルで測定した値に比べて変動幅が大きくなる結果となった。また、ロープ速度が2m/sの場合では、ロードセルで測定した場合に

比べて平均で 50N 程度低い値を示し、比較的大きな変動を示した。4m/s の場合では、ロードセルで測定した値に対して、平均で約 50N 程度低い値を示し、変動幅はロードセルが約 340N であったのに対して索輪で測定した場合は約 500N であった。

次に、垂直方向荷重を 1500N とした場合の結果を図 8、図 9 及び図 10 に示す。ロープ速度が 0.5m/s の場合には、索輪上での測定値は、平均値的にはロードセルで測定した場合と同等であったが、1500N 付近を中心に変動する結果となった。また、ロープ速度が 2m/s の場合では、ロードセルで測定した場合に比べて平均で 100N 程度低い値を示し、比較的大きな変動を示した。4m/s の場合では、ロードセルで測定した値に対して、平均で約 130N 程度低い値を示し、変動幅はロードセルが約 1100N であったのに対して索輪で測定した場合は約 1300N であった。

全体的に、索輪で測定した値はロードセルで測定した値に比べて大きく振動する結果となった。

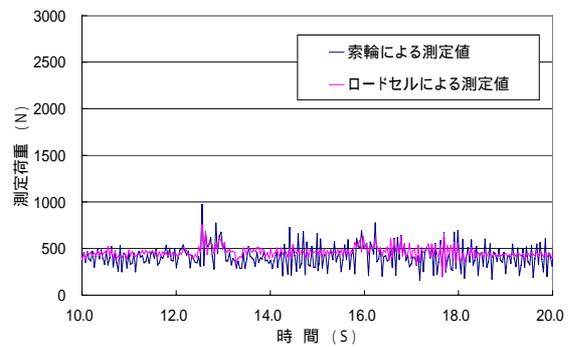


図 7 荷重測定結果  
垂直荷重：500N ロープ速度：4.0m/s

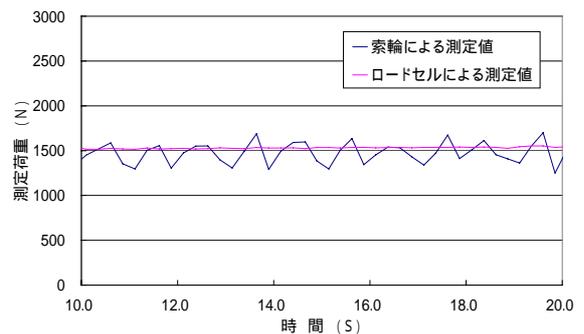


図 8 荷重測定結果  
垂直荷重：1500N ロープ速度：0.5m/s

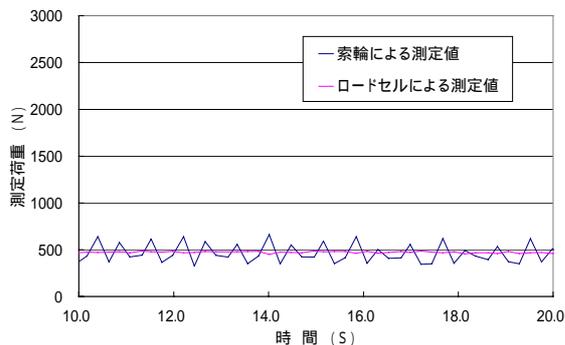


図 5 荷重測定結果  
垂直荷重：1500N ロープ速度：0.5m/s

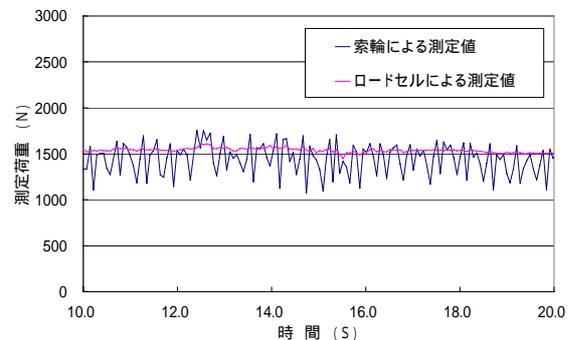


図 9 荷重測定結果  
垂直荷重：1500N ロープ速度：2.0m/s

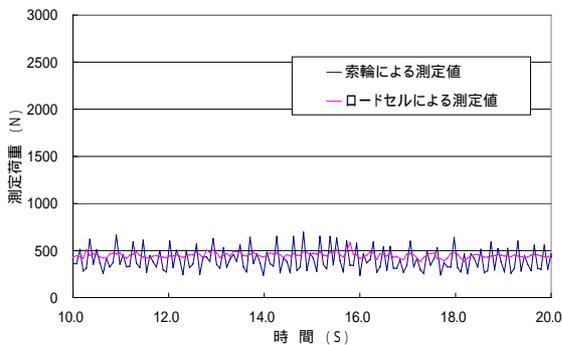


図 9 荷重測定結果  
垂直荷重：1500N ロープ速度：2.0m/s

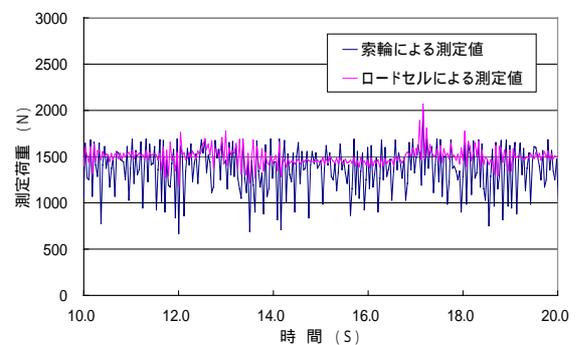


図 10 荷重測定結果  
垂直荷重：1500N ロープ速度：4.0m/s

### 3.2 考察

索輪上での測定値がロードセルによる測定値よりも変動する値をとったことについては、索輪とロープとの接触条件が関係することが考えられる。図10に索輪とロープとの接触に関する模式図を示す。ロープが剛体ではなく自由に曲がるため、索輪とロープは面で接触することになり、その面積は負荷荷重やロープ速度により変化すると考えられる。供試索輪に配したひずみゲージは、その直上位置でもっとも感度が高くなるため、負荷荷重により接触面積が変化し索輪に対する荷重分布が変化する場合には正確な測定が困難になると考えられる。

なお、ロープ速度が2m/sや4m/sの場合では、ロードセルで測定した荷重にも比較的大きな変動がみられたが、これはロープのスプライス部(接合部)における微小なロープ径の差により荷重が変動したもののと思われる。

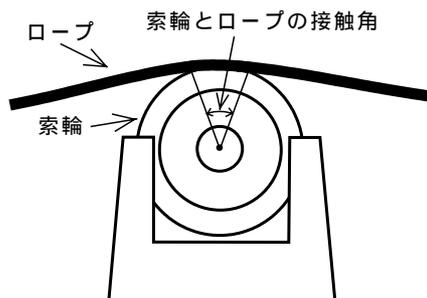


図10 ロープと索輪の接触状態

### 4. おわりに

索輪に作用する垂直方向荷重の動的な測定方法について室内実験を行い検討した。

その結果、定性的には荷重変動を測定することができたと考えられるが、定量的な測定に関してはさらに多くの検討が必要と思われる。

今後は、今回の実験によって得られた結果について詳細な分析を行い、より精度の高い測定方法を模索していきたいと考えている。

### 5. 参考文献

(1) 細川, 佐藤, 千島, 交通安全公害研究所研究発表会講演概要, 1997-11, P29

(2) 細川, 佐藤, 千島, 資源・素材'99 資料 A B, 1999-11, P252

(3) 細川, 佐藤, 千島, 交通安全公害研究所研究発表会講演概要, 2001-11, P5