

歪ゲージを用いた卓球ネットのゆれ検出

野口 傑* 吉川 雅浩* 土井 葉月* 中山 繁生* 河野 清尊*

* 米子工業高等専門学校

Detection Method of Contact Information on Table-Tennis Net Using Strain Gauges
 Suguru Noguchi*, Masahiro Kikkawa*, Hazuki Doi*, Shigeki Nakayama* and Kiyotaka Kohno*
 * Yonago National College of Technology

Abstract: In order to detect a net-in-service automatically in table-tennis game, some experiments for detecting contact information on table-tennis net using strain gauges are carried out. It is shown through experiments that the vertical strain is bigger than the horizontal strain when a ball touches a net and a shake of a table-tennis net can be detected even in the environment where the table-tennis table vibrates.

1. はじめに

卓球競技において、審判の目視では判定が困難な事象のうち、サービスのネットインとダブルスのサービスフォルトを自動検出する卓球自動判定システムの研究開発を行なっている。1)

このうちサービスのネットイン自動検出の実現方法については、ビデオカメラを用いた画像処理による方法、レーザ光を用いる方法、あるいはネットとボールの接触音の検出による方法等が考えられるが、実現の容易性・経済性および競技への影響の少なさを観点から、歪ゲージを用いたネットのゆれ検出による方法を考案した。

本論文では、歪ゲージを用いてネットのゆれを検出できることを、実験を通して確認したので、その結果を報告する。

2. ネットインルールおよび検出方法

日本卓球ルールの1.9.1.1には、サービスのネットインに関して、「サービスのネットの際、正しく出されたサービスがサーバーのコートでバウンドした後、ボールがネットアセンブリを越えまたは迂回して通過するときネットアセンブリに触れて相手コートに入った場合、あるいはネットアセンブリに触れたボールが、レシーバー（またはパートナー）によってオブストラクションされた場合」にはレットとなり、サービスはやり直しになる、とある。ここでネットアセンブリとは、ネットとネットを張るための支柱（サポート）のことである。

このサービスのネットインを自動検出するために、ボールがネットに触れた時のネットのゆれに着目し、このゆれを、歪ゲージを用いて検出することができないかと考えた。

考案した歪ゲージを用いた方法は、まず、細長いプラスチック板に歪ゲージを貼りつけ、このプラスチック板ごとネットに取り付ける。ボールがネットに接触することによってネットがゆれ、プラスチック板が歪み、これによって歪ゲージの抵抗値が変化して、ホイートストーンブリッジからの出力電圧が変化する。この電圧変位を読みとり歪値に変換する²⁾、というものである。

また、ネットインサービスのように、ネットの上端部分にボールが触れると、ボールはネットを下方方向に押し下げるので、ネットのゆれは横方向だけでなく、縦方向（上下方向）にも生じると考えられた。そこで、歪ゲージをネットの横方向だけでなく縦方向にも設置して実験を行なうことにした。

3. 実験方法

実験では、ネットイン時にネットにどの程度の大きさのゆれ（歪）が生じているのか、そして、卓球台の振動がネットのゆれに対してどの程度の影響を与えているのかを確かめるために、以下のような測定を行なった。

実験に用いた歪ゲージは(株)共和電業製のKFR-02-C1-11である。設置位置は、Fig.1に示すように、横方向はプラスチック板（横1840mm×縦10mm×厚0.8mm）に2個の歪ゲージをネットの中央から左右それぞれ87.5cmの位置（H1とH2）になるように貼り付け、プラスチック板をネット上端部に接着剤で取り付け、プラスチック板の左右端はネットの支柱に固定した。縦方向は、プラスチック板（横250mm×縦10mm×厚0.8mm）に1個の歪ゲージをネット上端から15cmの位置（V1とV2）になるように貼り付け、プラスチック板をネットの中央から47cmの位置に接着剤で取り付けた。プラスチック板の下端は卓球台に固定した。

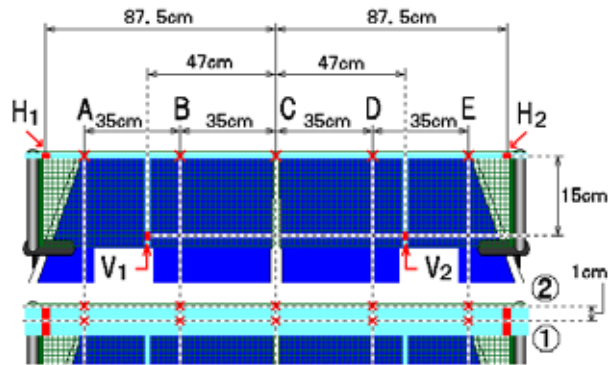


Fig.1 Locations of strain gauges and contact locations of a ball

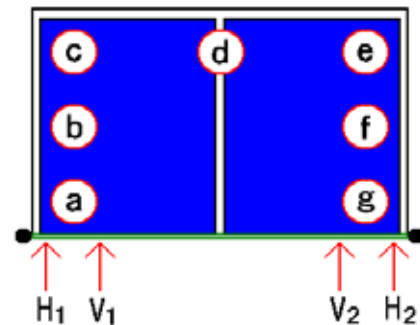


Fig.2 Falling positions of a soft volleyball

また、ボールを接触させる位置は、横方向には、ネット中央部(C)、ネット中央部から左右35cmの位置(B,D)、左右70cmの位置(A,E)とし、縦方向には、ネットインでも、強く接触する部分(上端部から1cmの位置)と、かする程度に接触する部分(上端部)とにした。

ボールは40mmボールを使用し、卓球自動打撃機(ヤマト卓球機製 HYPER S2)を用いて1球ずつ打ち出しネットに接触させ、その時の各歪ゲージの出力を個々に測定した。

さらに、卓球台の振動によるネットのゆれへの影響を確認するために、ソフトバレーボール(200g)をFig.2に示すような卓球台片面の7箇所(a~g)に12cmの高さから自由落下させ、各歪ゲージの出力を個々に測定した。

4. 実験結果

Fig.3に縦方向の接触位置にボールが接触した時の各歪ゲージH1, H2, V1, V2の出力結果を示す。Fig.3の横軸は横方向の接触位置AからEを表し、縦軸は歪値を表している。また、Fig.4にソフトバレーボールを卓球台に落下させたときの各歪ゲージの出力結果を示す。Fig.4の横軸は落下位置aからgを表している。グラフの各点の値は、各々10回の測定を行いそのうち値の大きい5回の平均をとったものである。

Fig.3より、横方向の歪(H1,H2)の最大歪値は約5、縦(上下)方向の歪(V1,V2)の最大歪値は約15となっている。いずれの接触位置においても縦(上下)方向の歪(V1,V2)の方が横方向の歪(H1,H2)よりも歪値で約3.5から約13大きいことが分かる。このことから、ボールがネットに接触した場合には、横方向よりも縦方向により大きな歪(ゆれ)が発生しているため、この縦方向の歪(ゆれ)の検出が重要であることが分かる。

また、Fig.3より、いずれの歪ゲージにおいても、歪ゲージの設置位置により近い接触位置にボールが接触した時に出力が大きくなり、遠くに接触した時には出力が小さくなっていることが分かる。このことから、歪ゲージはネット全体に均等に設置すべきであることが分かる。

一方、Fig.4より、卓球台が振動することによりネットに歪(ゆれ)が生じていることが分かる。振動による歪の大きさは最大歪値で約7であり、Fig.3と比較すると縦方向の歪を検出すれば、卓球台の振動があった場合にも、ボールが接触したことによるネットの歪(ゆれ)を検出できることが分かる。

5. まとめ

歪ゲージを用いてボールがネットに触れた時のゆれを検出する実験を行なった。その結果、縦方向の歪(ゆれ)が横方向の歪(ゆれ)よりも大きいこと、縦方向の歪(ゆれ)を測定すれば、卓球台が振動する環境の下でもネットのゆれを検出できることが分かった。

今後の課題としては、

- (1) 実験により歪ゲージの設置間隔を決定すること

- (2) 実際の競技中における卓球台の振動によるネットの歪(ゆれ)の測定
- (3) 卓球台の振動を、加速度センサを用いて検出する方法の検討
- (4) ネットインと判定する際の判定基準および判定方法の検討

参考文献

- 1) 野口傑, 吉川雅浩, 土井葉月, 河野清尊: どっちの文句裁く省 判決はどっち!? - 卓球自動判定システム -, 全国高等専門学校第16回プログラミングコンテスト論文誌, pp.46 (2005)
- 2) 高橋賞, 河井正安: ひずみゲージによるひずみ測定入門 - 歴史から測定まで -, 大成社 (1997)

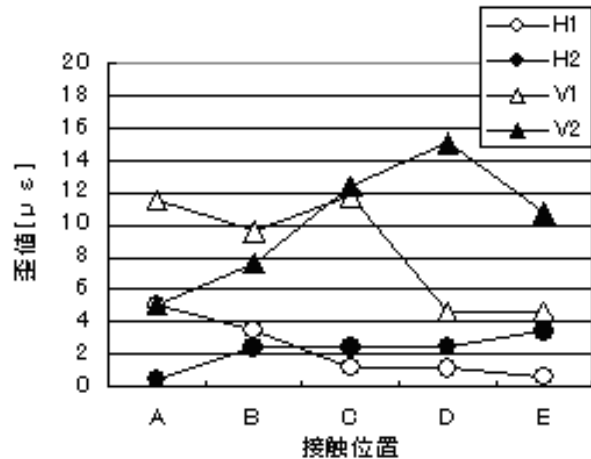


Fig.3 Output of strain gauges: distortion value versus contact locations of a ball

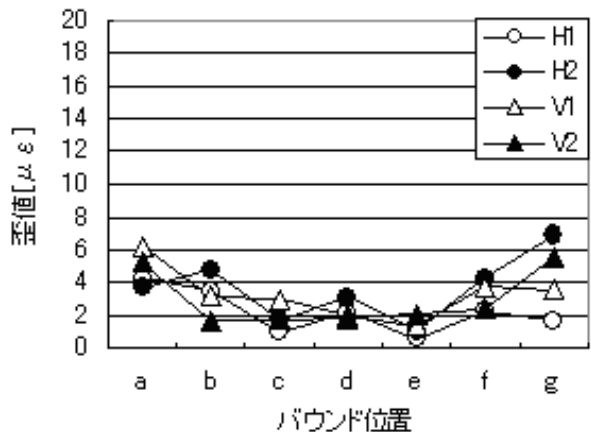


Fig.4 Output of strain gauges: distortion value versus falling positions of a soft volleyball