

「スピニング」革命とボールの飛び・スピン性能および手に伝わる衝撃振動の吟味 — ボールとの斜め衝突における扁平断面形状ストリングの高速ビデオ画像分析 —

川副嘉彦 (埼玉工業大学)

1. 研究の背景と目的

通常のガット (ストリングスの意味) の丸い断面に対して, 表面に凸形状を形成して摩擦を増やすことでスピン量を増大するという発想の「スピニング」と称されるものが市販されてきた. しかし, ガットはメイン (縦) とクロス (横) を交互に裏表になるように編んで張られているので (図 1), ストリング面にはゲージ径の大きさそのままの十分な突起がすでに形成されており, ゲージ径の 10 分の 1 にも満たない突起形状がボールを捕らえた時の摩擦力に支配的であるというのは考えにくい.

一方, 硬くて摩擦の少ないポリエステルのガットは, 切れにくいだけでなく, スピンがかかりやすく飛び過ぎないというのがプレーヤーの経験的な評価であり, すでに天然ガットをはるかに凌駕して主流になっており, 著者らは, 縦糸が横に滑ってずれやすいほどスピンがかかりやすいという実打実験の解析結果に基づいて, 従来のスピン・ガットの設計概念を質的に変える必要があることを指摘してきた (Kawazoe ら, 2005, 2006, 2008, 2010).

国際テニス連盟 (ITF) や米国ストリンガー協会 (USRSA) は, 過度のスピンを制限するルール変更も視野に入れて, 多くの種類のガットについて固定面にボールを斜め衝突させる実験を行い, ガット面に 40 度の角度でボールを入射した実験では, ポリエステルのスピン量がナイロンより多いこと, 60 度では逆に少ないことを示し, トッププロはポリエステルを使って 40 度の角度で強烈なスピンを打っているのではないかと推測している (Goodwill ら, 2006).

最近, トップスピン性能改善に対して, テフロン加工したもの, 断面を扁平形状にしたもの, 滑りやすくコーティングしたものなど, 明らかに滑りやすいストリングのメカニズムの利点を活用するために設計されたと思われるガットが国内外の多くのメーカーにより次々に市販され始めた.

本論文では, 革新的なストリングスの例として扁平断面ガット (図 2) を対象にして, 固定されたラケットヘッドに張られたガットに 40 度の角度で 100 km/h の速度でボールを斜め衝突させたときのストリングの縦糸の横滑り挙動とボールスピン挙動とを高速ビデオ解析により考察する.

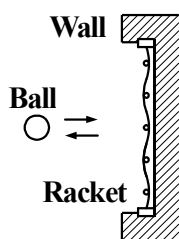


図 1 テニスラケットのストリング面 (断面)



図 2 ストリング断面概略図

- (a) 従来型円形断面(Gosen OG):直径 1.3 mm
- (b) 新型扁平断面(Gosen FG):長径 1.4mm, 短径 1.0mm

2. 斜め衝突における扁平ガットとボールのスピン挙動

図 3 は, 固定されたラケットヘッドに張られた扁平ガットに 40 度の角度から 100 km/h の速度でボールを斜め衝突させたときの高速カメラで撮影した映像 (1260 fps) の主要なコマ写真である. 無回転のボールが右から入射して左に跳ね返る. ボールがストリングスに接触すると, 5 本の縦糸が横にずれてボールが回転しながらストリングスを離れていく様子が見える.

図 4 は, 従来型円形断面ガット (a) (上半) との比較である. 従来型 (a) (上半) は, 縦糸が 3 本しか横にずれておらず, ボールの回転量も新型扁平断面ガット (b) に比べて少ない. 詳細に見ると (図は省略), 扁平断面型は, 縦糸が横にずれて元に戻る間にボールの顕著な回転が見られる. ストリングスを離れると次第に回転は加速する. 円形断面型は, 扁平断面型に比べて, スピン量が少ないために, ボールが早くストリングスを離れている. ボールが当たった直後の初期加速段階では, 扁平断面ガットのスピン量は円形断面ガットの 24 % 増である.

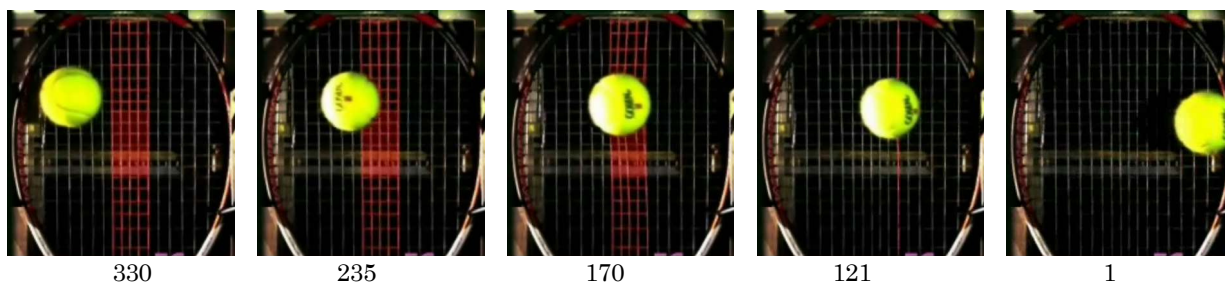
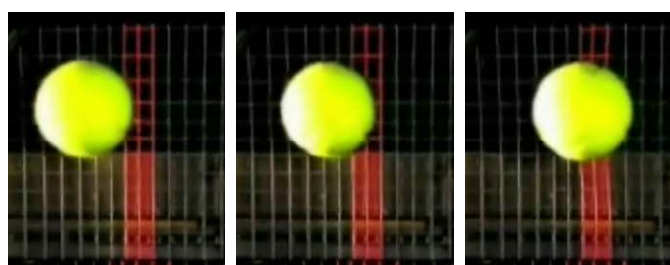
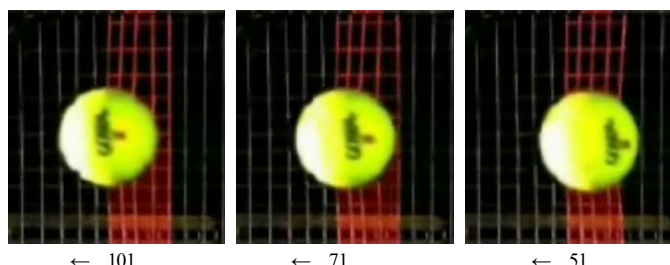


図3 固定されたラケットヘッドに張られた扁平断面ガットに40度の角度から100 km/h の速度でボールを斜め衝突させたときの高速カメラで撮影した映像(1260 fps)の主要なコマ写真。無回転のボールが右から入射して回転しながら左に跳ね返る。

← (無回転のボールが右から入射して左に跳ね返る)



(a) 従来型円形断面ガット



(b) 新型扁平断面ガット

図4 従来型円形断面ガット(a)と新型扁平断面ガット(b)のスピンの挙動比較

3. 結論

新型の扁平断面ガットは、従来の円形断面ガットに比べて、縦糸が横に滑りやすく、スピン量も大きかった。スピン量が大きいと、接触時間は長くなり、エネルギー保存則により跳ね返り速度はやや低下し、結果として、インパクトの衝撃振動が軽減されることになる。研究の背景の詳細については文献を参照していただきたい。おわりに、インパクト実験の動画とストリングのイラストの使用を許可いただいた(株)ゴーセンおよび同・研究開発センター所長・上杉昭二氏に厚くお礼申し上げる。

文 献

- (1) Kawazoe, Y. and Okimoto, K., Super High Speed Video Analysis of Tennis Top Spin and Its Performance Improvement by String Lubrication, The Impact of Technology on Sport, Edited by A. Subic and S. Ujihashi, ASTA Publishing, (2005), pp.379-385.
- (2) 川副嘉彦・沖本賢次・沖本啓子, テニスラケットのスピンのメカニズム(ストリング交差点潤滑によるスピン性能向上の超高速ビデオ画像解析), 日本機械学会論文集(C編), 72巻718号, (2006), pp.1900-1907
- (3) Kawazoe, Y. and Okimoto, K., Tennis Top Spin Comparison between New, Used and Lubricated Strings by High Speed Video Analysis with Impact Simulation, Theoretical and Applied Mechanics Japan, Vol.57, (2008), pp.511-522.
- (4) 川副嘉彦・武田幸宏・中川慎理, テニスラケットのスピンの性能におよぼすガット・ノッチの影響(スピン量・接触時間・打球速度の超高速ビデオ画像解析), 日本機械学会論文集(C編), 76巻770号, (2010), pp.2646-2655.
- (5) Goodwill, S., Douglas, S., Miller, S. and Haake, S.J., Measuring ball spin off a tennis racket, Engineering of Sport 6, Vol.1, ed. F.Moritz and S. J. Haake, Springer, New York, (2006), pp.379-384.