

## Apparatus for Measuring the Upper Limb Angles at Work

Kazunori Furukawa

## 1. はじめに

作業姿勢と作業負担を定量的に計測・評価することは、作業の安全性の確保と作業負担の軽減のために重要である。

これまでで、作業姿勢のVTR画面に筋電値を挿入することにより、負担の大きな作業姿勢の指摘が可能になったが、姿勢についての評価は、VTR画面で確認するという視覚に依存した方式をとっており、定量的でないという問題点があった。

ここでは、磁気センサーを用いた上肢姿勢の定量的な計測法について報告する。

## 2. 座標系の定義

人は極めて多様な姿勢を取るが、姿勢は関節角度で表現が可能である。Fig.1に示すように、体幹に静止座標系  $O-XYZ$  を定義し、上腕の長骨方向に運動座標系  $O-xzy$  の  $x$  軸方向を一致させることにより、上肢関節角度は両座標系のなすオイラー角  $\phi$ ,  $\theta$ ,  $\psi$  で表すことができる<sup>1)</sup>。ここではオイラー角の三軸表現を用いる。

## 3. 実験装置

肩関節の角度計測のための装置をFig. 2に示す。基準位置となるソースコイルは、上肢運動の影響が少ない胸骨部位に、鎖骨バンドを利用して固定した。上腕、前腕がソースコイルに対してなす角度は、ギプス製作の要領でセンサーコイル取付治具を製作し、人体に装着して計測した。

## 4. 計測結果

結果の一例として、矢状面 ( $YZ$  面) 内で腕をゆ

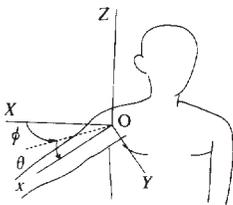


Fig.1 Definition of cartesian coordinates.

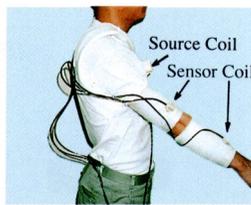


Fig.2 Apparatus for measuring the motion of upper limb.

っくりと1回転させる動作を指示したとき(ソフトボールのウィンドアップ動作に近い)のデータをFig. 3に示す。

図からは、肩関節への負荷を見るのに重要な仰角  $\theta$  が、連続的に計測できていることがわかる。実験開始直後 ( $0 < t < 0.05$ ,  $t$ : 時間) は、仰角  $\theta$  がゼロに近く、方位角  $\phi$  が不安定である。腕が体幹の前方を通過する挙上動作時 ( $0.05 < t < 0.5$ ) は、方位角  $\phi$  が約90度であり、腕が体の真正面を通過している。腕を最も上に挙げた状態 ( $0.5 < t < 0.7$ ) でも、仰角  $\theta$  は、90度に至らず、方位角  $\phi$  が急激に変化して、真上の通過を避けている。腕が体幹の後方を通過する時 ( $0.7 < t < 1.3$ ) は、肩関節の可動範囲に制約があり、方位角  $\phi$  が-30度程度にしかならないことが読み取れる。

従来の光学的計測技術を用いた方法では、このような計測結果を得ることは、対象の見え隠れによる影響のため、困難であった。

## 5. まとめ

上肢関節角度の定量的・連続的な計測が磁気センサーを用いることにより可能になった。

今後は、上肢姿勢と人体負荷の関係を明らかにすることにより、人体への負担が大きい作業・姿勢を具体的に指摘し、改善することに役立てる。

## 参考文献

- 1) 石田明允: BME, 5-1 (1991)

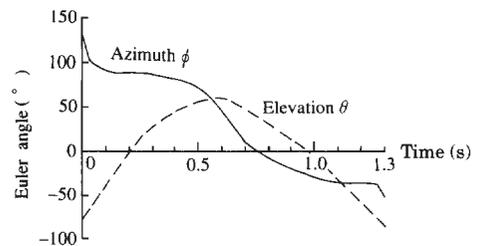


Fig.3 Measured Euler angles of upper limb.