

磁界の人体ばく露量の評価手法

背景

電磁界の健康影響評価の指標として、人体の電磁界ばく露に対する防護指針が、ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）などいくつかの機関により定められている*1。すでに欧米数カ国では、これらの防護指針に基づく電磁界ばく露の制限値を導入しており、国内においても検討されている。これらの防護指針では、商用周波数の磁界に対しては、体内に誘導される電流（または電界）を遵守すべき基本制限と定め、加えて測定可能な評価量（「参考レベル」という）として、磁界の制限レベルが示されている。誘導電流から磁界へ換算する際、一様磁界への人体ばく露が仮定されているが、現実の電力設備や電気機器のごく近傍では、磁界分布は一様ではなく、参考レベルをそのまま適用することは適切ではない。これらの点を考慮し、防護指針が適用可能な、簡便かつ妥当な評価手法が望まれている。

目的

人体防護指針が適用可能な、簡便かつ妥当な磁界の人体ばく露量の評価手法を提案する。

主な成果

1. 各種人体防護指針に採用された、誘導電流と一様磁界との換算モデルを調査し、一様磁界に対する誘導電流評価の比較を行った（図1）。仮定する人体モデル等の計算条件の違いを反映して、同一条件でも評価された誘導電流の値が概ね1桁にわたってばらついていることを見出した。
2. 非一様磁界ばく露と同等の最大誘導電流を生じさせる等価な一様磁界を算出し、防護指針の参考レベルと比較する手法を提案した。まず、最大誘導電流を指標とした次の規格化誘導係数 K_J を各種の条件で比較した*2（図2）。

$$K_J = \frac{\text{評価を行うばく露状況における最大誘導電流}}{\text{「最大ばく露磁界に等しい大きさの一様磁界」中の最大誘導電流}}$$

次に、人体モデルの規格化誘導係数*2を安全側に評価する簡便な配置として、図3のような均質球モデルを提案し、実際に数値計算でこの点を確認した（図2）。

3. 磁界の非一様性を表す汎用的な評価指標として磁界減衰率 K_B を提案した。 K_B は評価対象位置での磁界の最小値と最大値の比である。この値を用いることにより、均質球に対する規格化誘導係数 K_J が、球の大きさに依存せず、簡易な式（ $K_J = K_B^{0.2}$ ）で表されることを導出した。

以上の検討により、現実のばく露状況に適用可能な、簡便かつ妥当な磁界の人体ばく露評価が可能となった。

主担当者 電力技術研究所 高電圧・電磁環境領域 主任研究員 山崎 健一

関連報告書 「非一様磁界中における生体内誘導電流評価」、電力中央研究所報告：T03018（2004年3月）
「非一様磁界中の人体ばく露に関する簡易評価手法」、電力中央研究所報告：H04003（2005年3月）

*1：比較的近年に制定され、現在使われている防護指針として、以下の3機関による防護指針を取り上げた。(1) ICNIRP (1998)、(2) IEEE (米国電気電子学会) (2002)、(3) オランダHealth Council (2000)。

*2：人体モデルの結果は、T.D. Bracken and T.W. Dawson: "Evaluation of nonuniform 60-hertz magnetic-field exposures for compliance with guidelines", Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 1, 629-638 (2004) による。

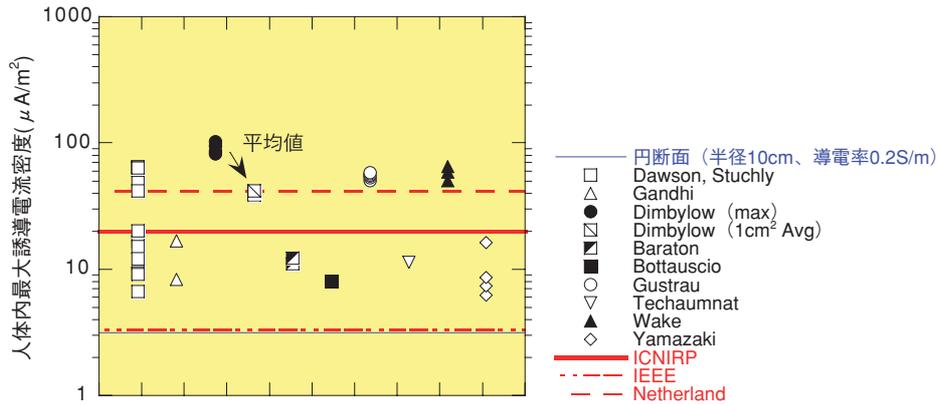


図1 一様磁界での人体内誘導電流の比較 (1 μ T、50Hz)

※記号は各研究機関による数値計算結果を示す(注釈がない計算結果は最大値、平均値:1cm²断面の平均値)。

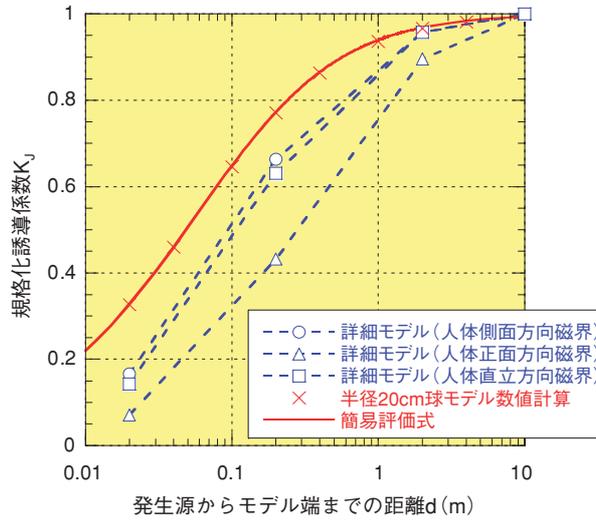


図2 規格化誘導係数の比較 (発生源は単線電流)

※半径20cmの均質球モデルを用いて算出した規格化誘導係数が、人体詳細モデルに対する規格化誘導係数^{*2}を安全側に評価している。

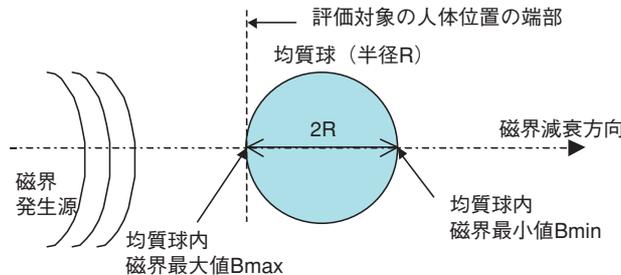


図3 非一様性磁界の評価のための均質球モデルの配置