

大規模数値解析によるコイル損失低減技術の開発

伊藤 一洋、井田 浩一（東光株式会社）

河瀬 順洋、山口 忠、加藤 大地（岐阜大学）、河合 良祐（元岐阜大学）

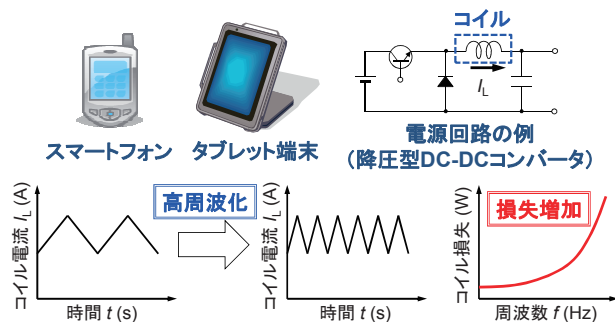
福井 義成、西川 憲明（海洋研究開発機構）

◆ 目的

- ・コイルの低損失化技術の開発
- ・損失メカニズム解明と製品設計へのフィードバック

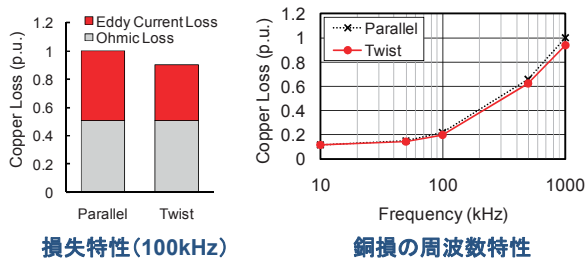
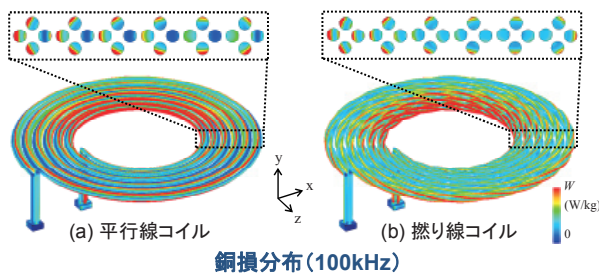
◆ 背景

- ・電源回路の高周波化に伴い、コイルの損失低減が必要
- ・開発サイクルが短い現代ではシミュレーションが必須
- ・PC解析では計算性能の制約のためモデルを簡略化
 - 簡略化モデルは損失の物理現象を十分再現できない
 - 詳細モデルの解析にはスーパーコンピュータが必要



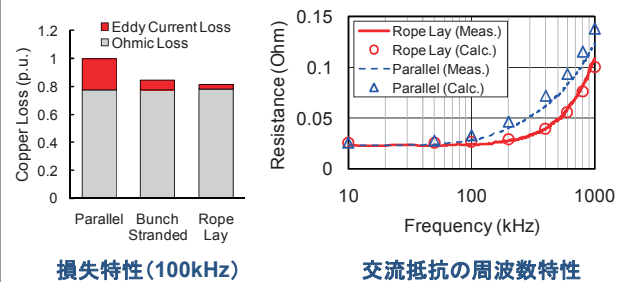
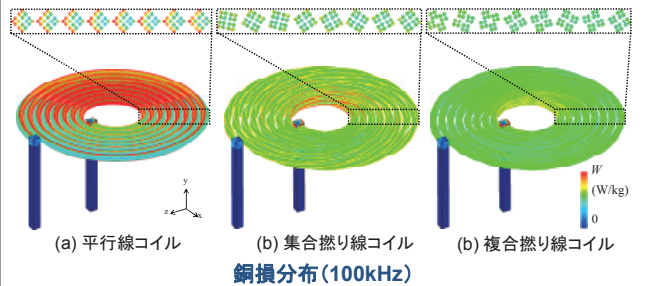
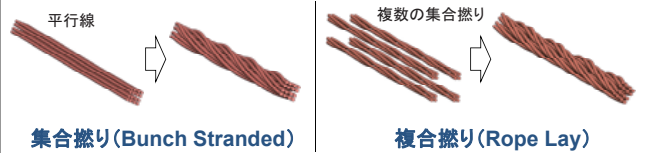
◆ 4本撚りコイルの解析

- ・大規模解析の第1段階として4本撚りコイルを解析
 - 2600万要素規模、計算時間1時間程度 (ES2 16CPU)
- ・撚り線は平行線と比べて銅損が10%程度減少
 - 4本撚りは損失低減効果が小さい



◆ 16本撚りコイルの解析

- ・大規模解析の第2段階として16本撚りコイルを解析
 - 1億要素規模、計算時間30分程度 (ES2 96CPU)
- ・4本撚りコイルと比べて損失低減効果大きい
 - 最も損失低減効果大きいのは複合撚り線
- ・交流抵抗の計算値と実測値は良く一致



解析諸元 (100kHz)

Analyzed model	Parallel	Bunch Stranded	Rope Lay
Number of elements	95,550,237	96,615,183	98,519,695
Number of unknown variables	119,550,399	122,857,758	123,183,480
MFLOPS	13934.393	13370.569	13164.194
Vector operation ratio (%)	99.569	99.530	99.522
Elapsed time (min.)	38.84	24.30	26.06

Computer used : Earth Simulator (ES2) 96CPU

◆ まとめ

- ・撚り方の違いが損失に与える影響を定量的に評価
 - 素線数が少ないと損失低減効果が小さい
 - 複合撚り線が最も損失低減効果大きい
- ・コイル規模で撚り線の効果を可視化したのは世界初
- ・ES2により1億要素規模が現実的な時間で計算できた