4Da05

曲げやすく丈夫で冷やしやすい新型高温超伝導導体～WISE導体～の試作
Trial production of the Wound and Impregnated Stacked Elastic tapes conductor

松永信之介[1]，宮澤順一[1,2]，寺﨑義朗[2]，成嶋吉朗[1,2]，小野寺優太[2]，柳 長門[1,2]
S. Matsunaga[1]，J. Miyazawa[1,2]，Y. Terazaki[2]，Y. Narushima[1,2]，Y. Onodera[2]，N. Yanagi[1,2]

[1]総合研究大学院大学，[2]核融合科学研究所
[1]The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI),
[2]National Institute for Fusion Science (NIFS)

導入

昨今、実用に足る高温超伝導線材が市販されるようになった。これを用いることで「高磁場」「高い運転温度」「優れた安定性」を持つ核融合炉用マグネットが実現できると期待されている。著者らは高温超伝導ヘリカルコイルを構成するために Wound and Impregnated Stacked Elastic tapes: WISE 導体 [1]を開発している。高温超伝導テープ線材の束をコイルへの巻線後に低融点金属で含浸することで、製作性が良く（複雑形状でも巻きやすく）、丈夫で（空隙を埋めるため導体が歪みにくく）、冷やしやすい（低融点金属が熱伝達を担う）導体を作ることがねらいである。

WISE導体マグネットの試作

まず、WISE 導体の成立性を示す必要がある。高温超伝導テープ線材（SuperOx Japan Ltd.製、$I_c > 120$ A@77K, s.f.）を 10 枚束ねてステンレス製のフレキシブルチューブに入れ、テープ束導体を構成した。これを Fig. 1 のように 2 重ソレノイド状に巻き、直径平均 90 mm、導体長 6 m、インダクタンス 30 μH を持つマグネットを構成した。低融点金属含浸後、液体窒素浸漬（77 K）で通電をした結果、中心磁場 0.074 T@291 A の発生を観測し、導体に沿って電流が流れていることを確認した。

導体の特性

冷却サイクル実験、および、通電実験を行った。初通電では低融点金属含浸による導体の劣化は見られなかったが、2 回目の冷却時の通電から常伝導性の電圧が増加した。これは、低融点金属含浸下の冷却サイクルによって導体が劣化することを意味している。さらに、定常通電における導体サンプルの通電特性を解析した結果を Fig. 2 に示す。超伝導特有の非線形性の強さを示す n 値は 4.4 であり、一般的な超伝導導体（25～100）に比べ小さかった。

まとめ

WISE 導体を用いたマグネットを製作し、その成立性を調べた。一方、冷却サイクルによって導体が劣化することが明らかになった。WISE 導体を実用化するためには、劣化のメカニズムを解明し、対処方法を検討する必要がある。加えて、WISE 導体開発の一環としてマグネット系における高温超伝導積層導体の電流容量に関する研究に発展させる。

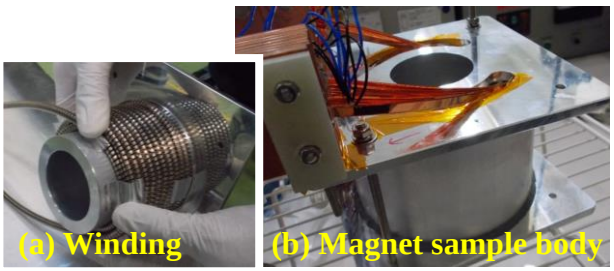

Fig. 1 Making of the WISE magnet sample

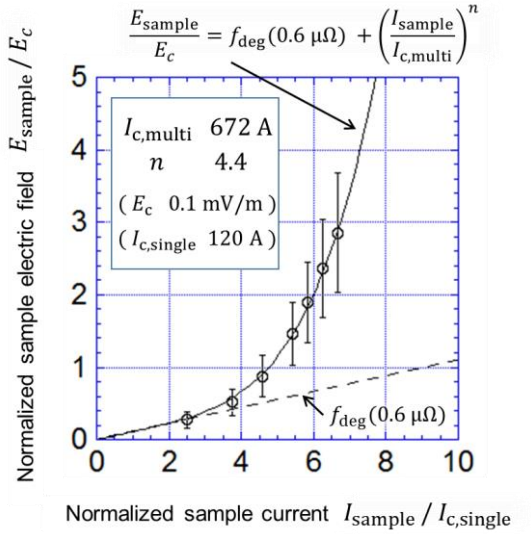

Fig. 2 Electric field vs. current characteristics of the WISE conductor sample for DC operation

[1] J. Miyazawa, Japanese Patent Application No. 2017-232731, 2017