

1層毎交互巻高周波アモルファストランスを有する

直流連系用 DC-DC コンバータの特性

大津 諭史, 中村 健二 (東北大学)

Characteristics of DC-DC Converter having High-Frequency Amorphous Transformer with Interleaved-Winding for HVDC Transmission System
S. Otsu, K. Nakamura (Tohoku University)

はじめに

近年、欧州を中心に総容量 100 MW 以上の洋上ウインドファームの導入が進んでおり、その送電方式として、高圧直流送電 (HVDC) が注目されている。筆者らは、HVDC 用のコンバータには、昇圧と絶縁の機能を具備した高周波リンク型 DC-DC コンバータが適すると考え、動作周波数が数 kHz のトランスの材料については、鉄損低減の観点からアモルファス合金が最適であると明らかにした⁽¹⁾。また、近接効果による銅損の増加を明らかにし、これを抑制可能な巻線構成として 1 層毎交互巻を提案した⁽²⁾。

本稿では、直流連系用 DC-DC コンバータの小型模擬実験システムを用いて、1 層毎交互巻アモルファストランスを適用した際の特性について、種々検討を行ったので報告する。

小型模擬システムを用いた実験結果

Fig. 1 に、1 層毎交互巻アモルファストランスの形状・寸法と巻線配置を示す。1 次巻線と 2 次巻線が 1 層毎交互に配置されるため、漏れ磁束が極めて小さく、近接効果に起因する銅損の増加を抑制できる。

Fig. 2 に、直流連系用 DC-DC コンバータの小型模擬実験システムの構成を示す。風車は最大電力追従制御によって巻線電流が制御されることから、DC-DC コンバータの入力側は直流電流源で模擬した。一方、出力側は直流系統電圧が常に一定に保たれていると仮定し、定電圧源で模擬した。DC-DC コンバータの DC/AC 変換部は位相シフト制御により、トランスの交流印加電圧を一定に保つことができる。

Fig. 3 に、1 層毎交互巻アモルファストランスを用いて、duty = 0.6 としたときの観測波形を示す。この図を見ると、入力電圧と出力電圧の位相差がほぼ無く、環流電流も瞬時に減衰していることがわかる。これは 1 層毎交互巻トランスは結合係数が高く、漏れインダクタンスが極めて小さいためである。

Fig. 4 に効率の比較を示す。1 層毎交互巻を採用することで、近接効果の抑制、並びにスイッチング損失の低減により、効率が向上することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 田中秀明, 中村健二, 一ノ倉理, マグネティックス研究会資料, MAG-14-29 (2014)
- 2) H. Tanaka, K. Nakamura, O. Ichinokura, *J. Magn. Soc. Jpn.*, Vol. 40, pp. 35-38 (2016).

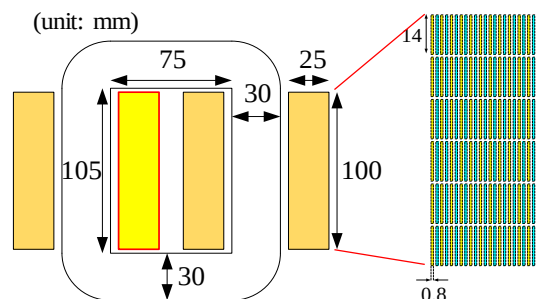


Fig. 1 Shape and dimensions of the amorphous transformer with interleaved-winding.

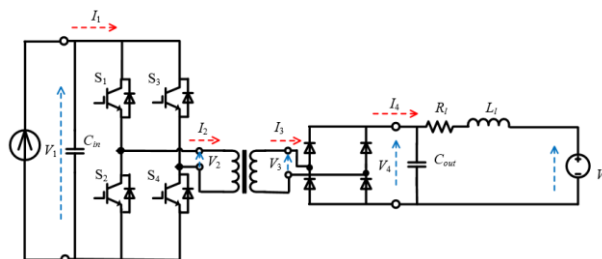


Fig. 2 Circuit configuration of the dc-dc converter for HVDC transmission system.

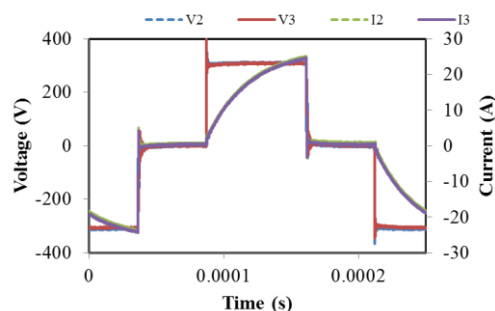


Fig. 3 Observed waveforms of the input and output voltage and current of the amorphous transformer (duty = 0.6).

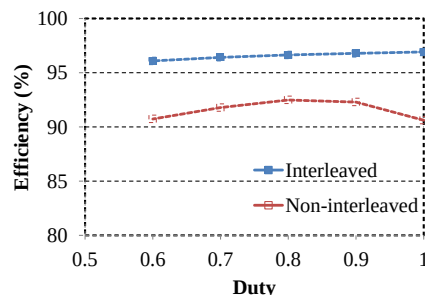


Fig. 4 Comparison of efficiency of the dc-dc converters when the transformer has interleaved-winding and non-interleaved-winding.