

700A급 고온초전도 케이블코어 제작 및 평가

조전욱, 하홍수, 정종만*, 조영식**, 성기철, 오상수, 권영길, 류강식
한국전기연구소, 경상대학교, 창원대학교

Construction and Tests of 700A class HTS Power Cable Core

J.W.Cho, H.S.Ha, J.M.Jeong*, Y.S.Jo**, K.C.Seong, S.S.Oh, Y.K.Kwon, K.S.Ryu
Korea Electrotechnology Research Institute, *Kyungsang Univ., **Changwon Univ.

jwcho@keri.re.kr

Abstract - In this paper we present the results of tests for the high- T_c superconducting (HTS) power cable core. A prototype HTS cable cores have been constructed using Bi-2223 based Ag-sheathed HTS tapes. HTS cable cores has been tested at 77K with DC currents. Results shows that the cable cores carrying up to 700A DC and self-field effects are discussed.

를 측정하였으며 그 결과를 표1에 나타내었다.

표1. HTS tape 도체 특성

pitch [mm]	Former		straig woun		Tape Size [mm]
	직경 [mm]	htI _{cs} [A]	dI _{cw} [A]	I _{cw} /I _{cs}	
tape A 300	27.4	39.2	36.4	0.93	3.57x 0.34
tape B 300	19.1	24.9	23.4	0.94	3.23x 0.27

1. 서 론

최근 경제성장에 따른 도심지역에서의 전력수요의 증가에 따라 지중케이블의 용량증대가 요구되고 있다. 특히 2010년 서울지역의 전력수요는 67.4GW로 현재의 2배정도 증가할 것으로 예측되고 있다[1]. 그러나 새로운 지하 전력구나 케이블관로를 신설하거나, 대용량의 전력케이블을 기존의 전력구에 설치하는 것은 매우 곤란하다.

따라서 이와 같은 문제를 해결할 수 있는 가장 적합한 방법으로 고온초전도 전력케이블을 들 수 있으며, 고온초전도 전력케이블은 기존의 전력케이블과 비교하여 많은 기술적, 경제적 장점을 갖고 있다.

이러한 고온초전도 전력케이블의 개발 및 실용화를 위하여 세계 각국에서 지속적인 연구개발을 진행하고 있다[2]-[4].

본 논문에서는 Ag/Bi-2223 HTS Tape을 사용하여 고온초전도 케이블코어를 제작, 평가하였다. 또한 전자장 해석 프로그램인 Magnet V를 이용하여 자기자장을 해석하여 케이블코어의 도체 배열방법에 따른 케이블코어의 전류용량의 차이 및 DC I-V 특성 및 층간의 분류에 대하여 기술하였다.

케이블코어는 2층의 Ag/Bi-2223 HTS tape 도체를 사용하여 제작하였으며 도체층간에는 polyamide 필름으로 절연하고, former와 도체사이에는 PE paper(Tyvek)으로 절연하였다.

cable1과 cable2의 테이핑피치는 테이핑후 임계전류가 90%이상을 유지하는 값으로 결정하였으며, 각 층의 끝 부분은 층별로 분리하여 soldering하여 각 층별로 흐르는 전류를 측정할 수 있게 하였다. 케이블코어의 상세한 규격은 표 2에 나타내었으며, 그림 1은 제작된 케이블코어의 사진이다. 케이블 1은 고온초전도 테이프도체 배열시 1mm의 간격을 주며 제작하였으며, 케이블 2는 테이프도체 간의 간격이 없이 제작하였다.

표 2. 케이블코어 규격

항 목	cable 1	cable 2
Former	재질	STS 304
	직경 [mm]	27.4
사용 도체	tape A	tape B
	테이핑	1층
각도(°)	2층	11.9
	테이프	1층
수량	2층	19
	외경	1층
[mm ϕ]	2층	20.9
	도체 간격	1mm
길이 [mm]	600	500

2. 본 론

2.1 케이블코어 제작

HTS 도체의 테이핑 피치를 결정하기 위하여 피치의 변화와 former의 크기에 따른 I_c의 감소

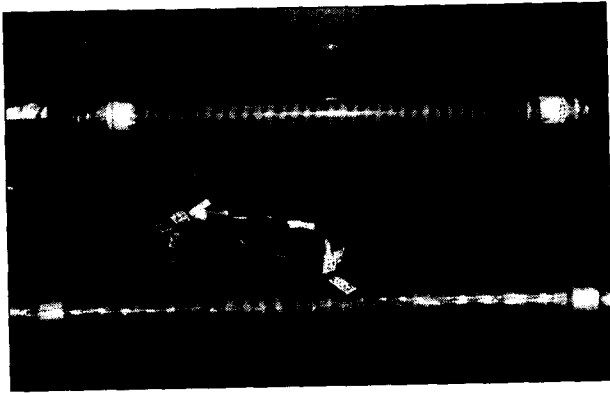
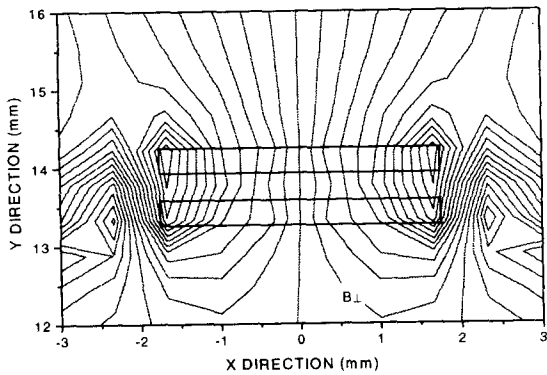


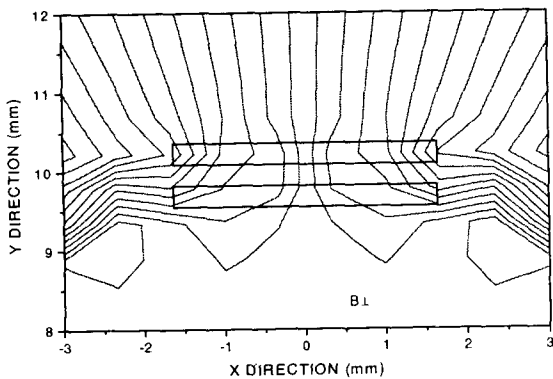
Fig.1. Picture of HTS cable core

2.2 자장분포 해석

초전도케이블의 설계와 제작을 위하여 케이블 코어의 형상에 따른 고온초전도 테이프의 자기장 분포의 해석은 매우 중요하다[5]. 본 연구에서는 Magnet V를 사용하여 고온초전도케이블의 자기장분포해석을 하였으며 그 결과를 그림 2에 나타내었다. 그림 2의 (a)는 케이블 1에 대한 해석 결과로 도체간의 간격이 존재할 경우 도체에 수직성분의 자계가 크게 존재하여 임계전류의 저하가 큰 것으로 예측되지만, (b)와 같이 도체간격이 없는 경우는 자기장계의 수직성분이 작음을 알 수 있다[6].



(a) Flux line for cable 1



(b) Flux line for cable 2

Fig 2. Equipotential lines in cable core

2.3 실험결과

그림 3은 고온초전도 케이블코어에 사용된 도체의 외부자계의 방향과 크기에 따른 I_c 의 저하를 측정된 결과로, I_c 는 수직성분의 자계가 50 Gauss만 되도 70% 수준으로 급격히 저하됨을 알 수 있다.

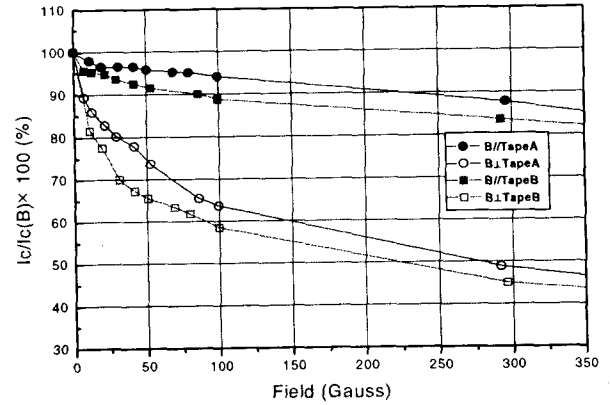
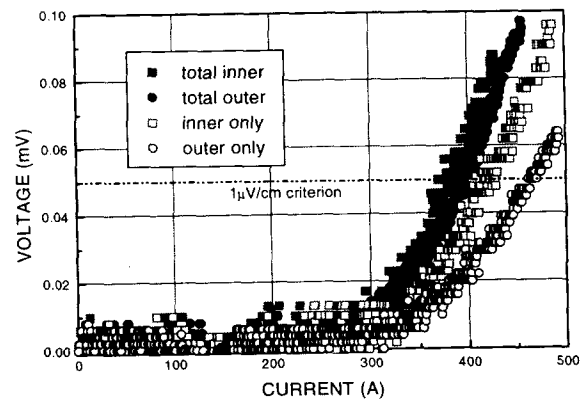
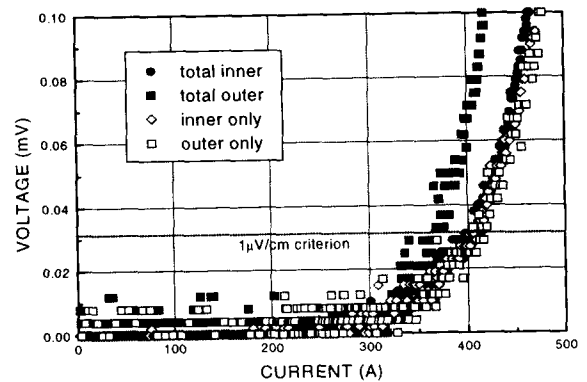


Fig 3. Magnetic field dependence of the critical current for the HTS tapes at 77K
(TapeA:Cable1, TapeB:Cable2)



(a) I-V result for cable 1



(b) I-V result for cable 2

Fig 4. DC I-V characteristics for HTS cable cores

고온초전도 케이블코아의 임계전류를 측정하기 위하여 내층과 외층을 분리해서 각각 통전하고, 내·외층의 터미널을 묶어 통전하였다. 그림 4는 각각의 경우에서 cable 1과 cable 2의 V-I 특성을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 cable1은 1mm의 도체간격에 의한 수직성분의 자계가 지배적으로 작용하여 도체의 I_c 에 비해 50.4%의 I_c 를 나타내었으며, cable2는 도체간격이 없어 임계전류의 저하가 작게 나타나 도체 I_c 의 86%의 케이블 I_c 를 나타내었으며, 이는 케이블코아의 구성에 따른 자기장 해석치와 유사한 결과이다.

따라서 송전용량의 증가, 크기의 감소 등 보다 효율적인 고온초전도 케이블 개발을 위해 도체의 배열에 따른 자기장계의 영향을 고려하여야 한다.

3. 결 론

본 연구에서는 고온초전도 케이블코아 제작시 테이프 도체의 배열에 따른 I_c 의 영향을 분석하였다. 그 결과 도체간격이 존재할 경우 테이프도체에 수직인 자계가 작용하여 케이블코아의 I_c 를 저하시키지만, 도체 배열시 간격이 없는 케이블의 경우 I_c 의 감소가 작게 나타남을 알 수 있다. 따라서 고온초전도 케이블을 제작할 경우 도체의 구성에 따른 임계전류의 영향이 크기 때문에 이러한 사항을 고려하여야 한다.

현재 고온초전도 케이블의 층수를 증가시키며 계속적인 연구를 수행하고 있어 이에 대한 구체적인 연구결과를 검증할 계획으로 추후 이의 결과를 계속하여 발표할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] "전력분야통계", 산업자원부, 1998
- [2] IEA Workshop, International Workshop on High-Tc Superconducting Power Transmission Cables, Italy, April 15, 1997
- [3] T.Shibata, K.Sato, Y.Iwata, et.al., "Development of High Temperature Superconducting Power Cable Prototype System", IEEE Trans. On Power Delivery, Vol.14, No.1, pp182-187, 1999
- [4] T.Hara, K.Okaniwa, N.Ichiyanagi, S.Tanaka, "Feasibility Study of Compact High-Tc Superconducting Cables", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.7, No.4, pp1745-1753, 1992
- [5] T.Fukunaga, A.Oota, "AC transport losses under self fields in Ag-sheathed (Bi,Pb) $2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$ conductors" Physica C, 291, pp201-206, 1997
- [6] J.W.Cho, K.S. Seong et al., "A Design and Tests of HTS Power Cables

and Feasibility Study of HTS Power Transmission System in Korea", MT-16, 1999