

# 「6.2 超電導ケーブルの適用技術標準化の研究」 (公開)

平成26年9月3日

住友電気工業株式会社  
 増田 孝人

6.2 超電導ケーブルの適用技術標準化の研究

## 年度展開

項目	H19年度	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度
1. システム構成・ 運転技術	実証場所選定	系統要求仕様・影響調査	平常時運転指 針	警報・遮断システムの設計 関連法令手続き	異常時運転指針		
2. ケーブル設計・ 製造	要素技術開発 交流損失 <1W/m/ph@2kA 短絡電流対策		30mケーブル 検証(熊取工場)		交流損失低減検討 <1W/m/ph@3kA ケーブル 製造・布設	ケーブル 単体試験(旭)	
3. 冷却系設計・ 製造	冷却システム設計	冷却システム 製造		システム検証 (守谷工場)	冷却システム 単体試験(旭)	システム 総合試験(旭)	
4. 実系統運転							実証運転
5. ケーブル高性 能化						ケーブル高性能化 コンパクト端末開発	
6. 冷却システム 高性能化					システム基本設計	性能検証	長期試験
7. 標準化	標準化項目整理		要素技術データ収集・提供			実証データ収集・提供	

# 開発目標

項目	開発目標	達成度
(1) 高温超電導ケーブルの標準化研究	【1】 超電導送電システムの国際規格化を進めるための試験法に関する標準化項目の作成	○
	【2】 試験データ等をCIGREへ提供し、試験法の標準化へ貢献する。	○ ○
	【3】 国際標準化のために、IECへ情報提供を実施する。	
(2) 高温超電導ケーブルの適用技術研究	【4】 超電導ケーブル適用効果、導入効果の評価項目の整理	○
	【5】 高温超電導ケーブルシステムの適用効果、導入効果の評価 交流損失必要特性のまとめ	○ ○
(3) 関連法規への対応	高圧ガス保安法及び電気事業法等の関連法規への対応プロセスのまとめ	○
	関連法規に対する課題、今後の方針案のまとめ	○

達成度：◎ 大幅達成、○ 達成、△ 達成見込み、× 未達

# 主要成果 【1】試験項目の整理

No.	項目	要素試験	30m出荷試験	30m試験	実証出荷試験	実証竣工試験	残存性能試験
1	商用周波長時間耐電圧試験	●	●		●		●
2	長期誘導電試験			○			
3	商用周波耐電圧試験	●		○(2の後)			
4	雷インパルス耐電圧試験(絶縁体)	●	●	●(2の後)	●		●
5	雷インパルス耐電圧試験(保護層)			●	●		●
6	出荷耐電圧試験		●		●		
7	部分放電試験	●	●	○	●		●
8	絶縁耐力試験			○		○	
9	外観点検	○	○	○	○	○	○
10	静電容量試験	●(室温、低温)	○(室温)、●	○	○(室温)、●	○	●
11	誘電工接試験	●	●	○	●	○	●
12	絶縁抵抗試験		●(室温)	○	○(室温)	○	○
13	直流耐電圧試験(シース)		○		○		○
14	導体抵抗試験(フォーム)		●(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
15	構造試験		●		●		●
16	曲げ試験	●	●		●		
17	極度曲げ試験	●(参考)					
18	フーリングアイ試験	●					
19	Ic測定(導体、シールド)	●	●	○(導体のみ)	●	○(導体のみ)	●
20	交流損失測定	●	●	○(ΔT)	●		●
21	断熱管侵入熱測定	●(参考)		○(参考)		○(参考)	
22	断熱管側圧試験	●(参考)					
23	引張り、圧縮試験	●(参考)					
24	短絡試験(31.5kA)	●					
25	短絡過電試験	●					
26	短絡誘電試験	●					
27	ケーブルコア側圧試験	●					
28	耐圧力試験		■(室温)	■(室温)	■(室温)	■(室温)	
29	気密試験		○(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
30	真空リーク試験		○(室温)	○(室温)	○(室温)	○(室温)	
31	布袋模擬試験	●					
32	圧力損失測定			○(参考)		○(参考)	
33	インダクタンス測定	●(参考)	●(参考)		●(参考)		
34	液体窒素性能検査						●(参考)

● サンプル or モデル試験  
○ 全長試験  
■ 部品での試験

既存ケーブルを考慮した試験  
超電導ケーブル特有の試験

## 主要成果 【2】【3】国際標準化への取り組み

我国が国際的イニシアティブを取るべく、産官学連携して、国際標準化へ取り組み中

### 【IEC関連活動】

・IEC国内委員会(TC20&90)を中心にアドホック委員会を設立(H19/5月)



CIGREに検討要請

### 【CIGREの活動】

・SC-B1内にTFを設置、依頼を取り上げるか否か検討(H20/10～H21/9)→賛成で可決  
・超電導ケーブル試験法に関する可能性について、WG内で3年間検討する(H21/9月)



IEC内の審議を経て、国際標準化へ

### 本プロジェクトの貢献内容

- ・試験法に関して整理
- ・30mケーブル試験での試験方法の検証、試験結果の妥当性の確認
- ・国内委員会、CIGRE委員会への情報提供



## 主要成果 【2】【3】国際標準化への取り組み

### ●CIGRE WG B1.31へ貢献

主査:米国、幹事:日本

参加国 蘭、カナダ、韓国、独、仏、伊、西、印

超電導ケーブル試験法に関するガイドライン作成

**CIGRE TB538として発刊(2013/6)**



実証プロジェクト  
試験方法、試験結果  
の情報提供

### ●IECでの国際標準化活動へ貢献

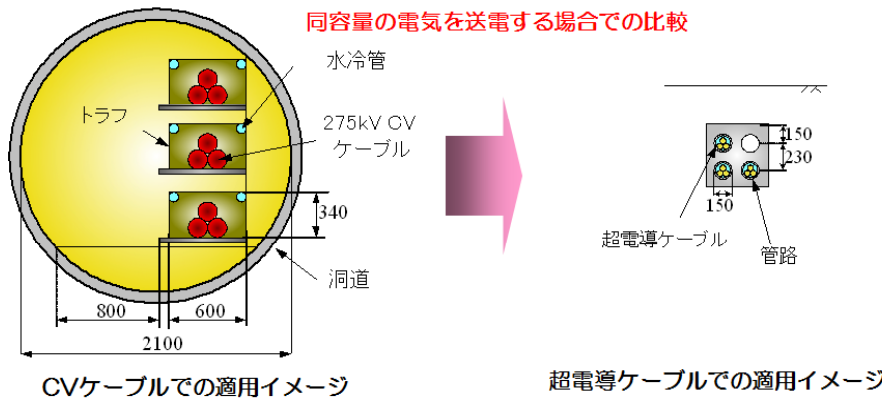
CIGREでの活動を受けて、IECで準備中

アドホックメンバーとして参加。提案書準備中

# 主要成果 【4】【5】導入効果の検討

## 66kV級地下送電ケーブルの導入効果検討

項目	CVケーブル	超電導ケーブル
容量・回線数	350 MVA × 3回線	350 MVA × 3回線
定格電圧、電流	275 kV / 0.75 kA	66 kV × 3 kA
回線長	10 km	10 km
布設形態	新設洞道	既設管路

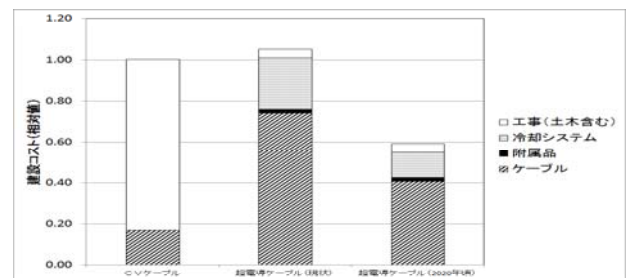


# 主要成果 【4】【5】導入効果の検討

## 66kV級地下送電ケーブルの導入効果検討

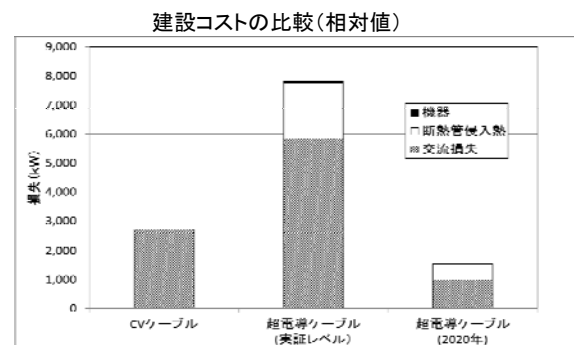
建設コスト計算条件

項目	CVケーブル	超電導ケーブル (現状)	超電導ケーブル (2020年)
ケーブル	200 k¥/m/回線		
超電導線材		10 ¥/Am	5 ¥/Am
冷却システム		30 M¥/kW	15 M¥/kW
工事費用	3 M¥/m	50 k¥/m	50 k¥/m



送電損失計算条件(超電導ケーブル)

項目	実証レベル	2020年レベル
交流損失	2.5 W/m/ph@3 kA	1 W/m/ph@3 kA
誘電損失	0.1W/m/ph@66kV	0.1W/m/ph@66kV
断熱管損失	2.5 W/m	1.8 W/m
機器損失	800W/基	700W/基
冷却システム COP	0.04	0.1



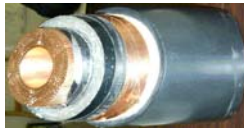
CVケーブルの損失 100W/m

送電損失の比較

# 主要成果 【4】【5】導入効果の検討

## 発電機引出しケーブルの導入効果検討

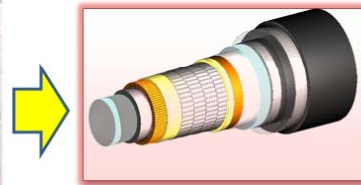
項目	従来設備	超電導ケーブル
容量・回線数	450 MVA × 1回線	450 MVA × 1回線
定格電圧、電流	22 kV / 12 kA	22 kV × 12 kA
長さ	100 m	100 m
布設形態	新設洞道	既設点検スペース



内部水冷CVケーブル



相分離密閉母線  
(φ1000mm×3)



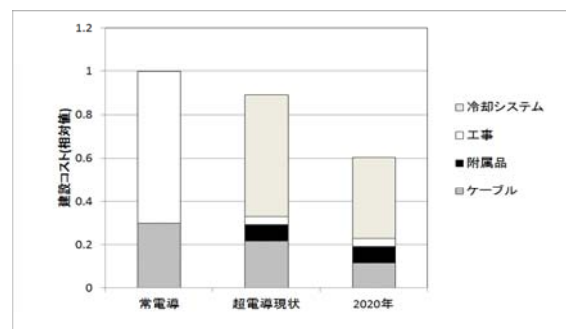
超電導ケーブル  
(φ150mm×3)

# 主要成果 【4】【5】導入効果の検討

## 発電機引出しケーブルの導入効果検討

建設コスト計算条件

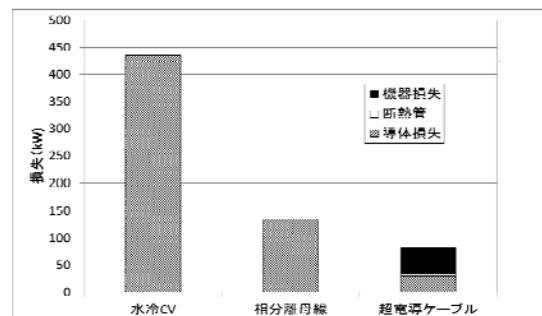
項目	相分離母線	超電導ケーブル (現状)	超電導ケーブル (2020年)
ケーブル	800 k¥/m/相		
超電導線材		10 ¥/Am	5 ¥/Am
冷却システム		30 M¥/kW	15 M¥/kW
工事費用	3 M¥/m	50 k¥/m	50 k¥/m



建設コストの比較 (相対値)

送電損失計算条件

項目	水冷CV	IPB	超電導ケーブル 2020年レベル
導体損失 (W/m/ph)	1450	455	10
断熱管損失 (W/m)			1
機器損失 (W/基)			800
冷却システム COP			0.1



送電損失の比較

## 成果のまとめ

---

### ●標準化研究

・CIGREへ試験データ等の情報を提供し、超電導ケーブル試験法に関するガイドライン制定に貢献した。

→ 今後は、IECでの国際規格制定を目指し、日本の意見を発信していく。

### ●適用研究

・66kV地下送電システム、22kV発電機引き出し線についてコストメリットを計算し、従来システムの60%になる目途を得た。

・送電損失についても、従来システムの60%になる目途を得た。

→ 冷却システムのCOP向上、断熱管低損失化など必要。