

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

## 読者の広場

### Q&A

**Q:**「大阪で超電導ケーブルの実証試験が始まったと TV や新聞で報道されていますが、横浜での実証試験との違いや、超電導ケーブルのメリットはどういうものなのでしょうか？」

**A :** 1969年7月20日に人類が初めて月面着陸に成功したちょうど37年後の2006年7月20日、アメリカ・ニューヨーク州の州都 Albany において、世界で初めて超電導ケーブルが実系統に接続されました（超電導 Web21 2006年9月号、住友電気超電導 Web<sup>1)</sup>）。次いで、2012年10月29日横浜で、日本で初めて超電導ケーブルが実系統に接続された（超電導 Web21 2012年12月号、住友電気超電導 Web<sup>2)</sup>）ことはまだ耳目に新しいことかと思われませんが、年が明けて、大阪でも超電導ケーブルの送電実験が始まるというニュースが1月3日の産経新聞1面トップを飾りました。また2/18のワールドビジネスサテライト（TV 東京系列）でも大阪の超電導ケーブルが紹介されています。

「超電導で超節電」や「原発3基分カバー」というようなアイキャッチが踊っていますが、本当に超電導ケーブルを使うとどのようなメリットがあるのか、という疑問ももつともです。これを、昨年10月に開始された横浜の超電導ケーブルと比較して説明したいと思います。

### <超電導ケーブル実証試験>

表1 超電導ケーブル実証試験の比較

	横浜	大阪
実施者	NEDO（委託者） 東京電力株式会社 住友電気工業株式会社 株式会社前川製作所	住友電気工業株式会社
系統電圧・電流	66kV-1,750A(200MVA)	3.3kV-210A(1.2MVA)
ケーブル仕様	66kV-3,000A(340MVA)	3.3kV-400A(2.4MVA)
長さ	240m	70m
機器	気中端末2、ジョイント1	気中端末2、ジョイント（分岐箱）1
事故電流条件	31.5 kA × 2 秒	2.4 kA × 0.123 秒
交流損失	1 W/m/相@3kA	0.05 W/m/3 相@210A
冷却方法	サブクール液体窒素循環冷却	サブクール液体窒素循環間接冷却
超電導線	<b>DI-BSCCO<sup>3)</sup></b>	<b>DI-BSCCO</b>



超電導配電システムの外観

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

## 機器類外観

ケーブル  
気中末端  
ジョイント



表1に2つのケーブル実証試験を比較して示しています。横浜が電力会社の高圧送電系統であることに對して、大阪はユーザー社内の配電系統で、電流値もかなり違います。このように、従来の多くの超電導ケーブルプロジェクトが電力会社の系統を対象としていたのに対して、今回の大阪ケーブルはデータセンター等の屋内配電線など直流を含む低電圧・大電流配電システムを対象にしていることが大きな違いです。

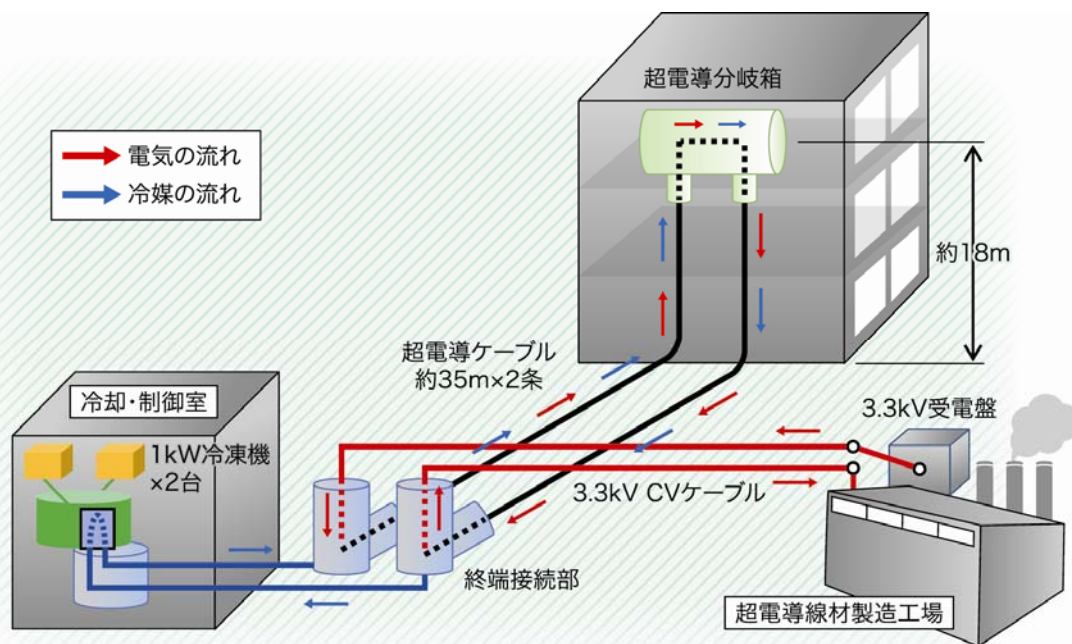


図1. 超電導配電システムの構成

そのため、スペースが限られた環境下でも、フレキシブルに導入できるように、超電導ケーブルをはじめとする機器の小型化を図っています。また、今までのプロジェクトでは2点間の送電が対象でしたが、配電、データセンター等では分岐や線路途中で電気を取り出す必要があります。このため、ケーブルを分岐する超電導分岐箱を新たに開発しています。

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

今回の実証線路では分岐はしていませんが、分岐箱は自由な角度で取り出し方向を設定することができるので、地上から 18 m 垂直に立ち上げたケーブルを 180 度ターンさせて地上に戻すという取り回しに使用しています。この 18 m の垂直立上げ部は、ビル内配電を模擬して、布設工法、高落差条件下での冷媒循環の安定性の実証などを行うものです。

このシステムでは無期限での長期運転を行う予定で、そこで得られる運転データを分析して、各構成機器の長期性能を確認するとともに、経年変化から最適な保守のあり方、非常時の保守体制の整備、確立を進めるものです。

## <超電導ケーブルのメリット>

横浜ケーブルの損失は、従来の 275kV-200MVA の CV ケーブルの損失 100 W/m に対して、約 5 W/m で、それを冷却する現在の冷凍機の効率(COP)が約 0.05 であるため、総合損失<sup>4)</sup>としてほぼ同一ですが、開発中の効率 0.1 の冷凍機を使用すれば、総合損失が 1/2 になります。

これはある特定の条件で超電導ケーブルの損失が従来の 1/2 になるというだけで、日本中の電力ケーブルを超電導にしたからといって、5% (発電所の出口からユーザーの入口 (=電力会社の販売電力) までの損失) と言われている送電損失が半分になるわけではありません。

送電損失にはケーブルの損失や変電所の損失も含まれますので、仮に交流損失がゼロ (もしくは全て直流送電で電圧変換ロスもないとした場合) で、冷却が不要な場合 (常温超電導!) には 5% のうちのケーブルの損失分がゼロになると想定できます。

まあ、それは当分の間は無理ですので、ケーブルの損失が 1/2 かもしくはそれ以上の損失低減を達成するような線路から超電導化を検討するのが現実的です。そう考えると、発電所何基分というような数字を導き出すのは非常に困難なことがわかつてと思います。

それよりは、超電導という新しい技術をうまくスローインできるように、電流値が非常に大きい線路や、新たにトンネルを掘ることが難しいなどのような超電導ケーブルの他のメリットを有効に活用できる用途から徐々に活用してゆくべきでしょうし、既に、そのような考えで、新たな超電導ケーブルの導入が検討されています。

また、韓国では日本より超電導ケーブルに対する期待が大きいのですが、それはソウルにおける電力需要の集中が要因で、従来のように変圧器で徐々に電圧を落として送電するには、変電所用地が不足するためです。超電導ケーブルは従来ケーブルより大きな電流を効率よく流せるため、遠くから電圧を低く、電流を大きく送電することで、中間変電所を減らすことによって新しい送電線路を建設しようという計画です。

## <直流超電導ケーブル>

送電は交流で行われることが多いため、今まで開発されてきた超電導ケーブルは交流が殆どでした。しかし、そもそも超電導は交流より直流の方がもっとその真価を発揮します。例えば、横浜ケーブル 1 本で 340 MVA の電力を送電できますが、これを直流として使うと、耐電圧も上昇し、3 相の導体をそのまま 3 回線に使えば、その 4 倍以上の電力を送電することができます。従来ケーブルだと 2-3 m のトンネルを掘る必要があったものが、十数センチの管路を埋設するだけで超大型発電機 1 基分 (1500 MVA) 程度の電力を送ることができます。更に、交流損失がなくなるので、(接続部の抵抗は小さいので無視できるとして) 外部からの熱侵入分をのみ冷凍機で冷却することを考えればよく、総合損失も大幅に減少します。

また、直流であれば、三心一括導体の必要性も少なく、単心ケーブルを選択するという自由度もあります。さらに、最近、九州工業大学の松下先生が提唱されている縦磁界効果を使えば、送電可能な電流値も向上します。この場合、超電導線材を巻き付けるスパイラルピッチの調整は、交流用ケーブルに使用されてきた、層毎の通電電流を揃えるためのピッチ調整と互換性がないため、交直

# 超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 Tel: 03-3536-7283

両用にはなりません。

このような理想的な直流超電導ケーブル、現在は、直流送電系統やデータセンター、鉄道のき電線などに応用すべく、世界中でプロジェクトが始まっています。

## <超電導で超電導を作る。と?>

この配電システムは住友電気工業株式会社の超電導線材工場に電力を供給しています。超電導工場で働いている人々に「超電導（ケーブル）がやってきた」と言っても何の感慨もありませんが、「自分たちの作っている超電導線材で電気が送られている」と思うと超電導線材の品質に対して今まで以上に気を遣うと思われまます。勿論、超電導で送られた電気だからといって何も変わりはありませんが、**DI-BSCCO** made by **DI-BSCCO** は、さらに高いグレードの線材に進化していくと期待していいのではないのでしょうか。

参照：

1. <http://www.sei.co.jp/super/cable/albany.html>
2. <http://www.sei.co.jp/super/cable/jissho.html>
3. <http://www.sei.co.jp/super/hts/index.html>

DI-BSCCO（ディーアイ・ビスコ） 住友電工の銀被覆ビスマス系 ( $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ ) 超電導線。加圧焼成という特殊な焼結法と改善した製作方法を採用して従来比 2 倍以上の性能と品質を実現したもの。

4. 総合損失 従来の銅ケーブルに比べて超電導ケーブルは通電時の損失が大幅に小さくなりますが、それでもゼロにはなりません。その損失は熱になるので、超電導状態を維持する（低温に保つ）には、その熱分を冷却する必要があります。そのために必要な冷却装置の電力は追加の損失と考えて、それを含めた損失を総合損失とここでは呼んでいます。

ご回答者：湾岸所 マエストロ・シマヤ 様



© Fujikogei Co., Ltd 2012

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール [web21@istec.or.jp](mailto:web21@istec.or.jp) までお願いします。」