極低温大容量送電線が導入された都市電力 系統に関する一考察

正 員 鬼 頭 幸 生 (名古屋大)

正 員 松 村 年 郎 (名古屋大)

正 員 加 藤 宏 明 (名古屋大)

准 員 早 川 直 樹 (名古屋大)

1. ま え が き

将来、コンピュータを中核とする高度情報化社会が
発展するに従って、電気エネルギーは、二次エネルギー
としての価値を高めてくると考えられる。しかも質的
には、従来より高いことが求められると同時に、量的
には単に大きさのみでなく、密度の高い多様な消費形
態に対処していかなければならない動向にある。しか
し、都市中心部への送電は従来の 154 kV, 275 kV 級
送電網だけでは次第に行き詰まる傾向にある。それは
土地の余裕が既になく、また、環境美観などの面から
社会が電気工作物の設置を容認する余地も少なくなっ
てきているからである。これを根本的に解決する一つ
の技術として極低温大容量送電線を導入することが考
えられる。ここで極低温大容量送電線には極低温抵抗
ケーブルおよび超電導ケーブルが考えられているが、
いずれも 1 回線、20~100 km で 3,000~5,000 MW
の送電を可能とするものである⁽¹⁾。

本論文ではそのように大電力が集中する線路を高機
能を具備した都市地域に適合した形で導入する方策を
探り、大容量電力輸送のあり方について次の二つの視
点から概念的な検討を行なっている。

(1) 極低温送電線のような高密度大容量線路と、
多数の変電所間を結ぶ在来ケーブル線路との最適な系

統構成の考え方。

(2) 高密度大容量線路事故時の代替輸送路を確保
する系統構成とその操作。

具体的には、筆者らが在住する名古屋市程度の規模
の都市に対する約 1/4 世紀先におけるモデル都市を想
定し、予想需要分布に対して送電系統を設定した。こ
の時期においては、従来ケーブルの増設はその設置ス
ペースなどの制約のため困難になることが想定でき、
275 kV, 1 回線 3,000 MW 程度の送電容量を持つ極
低温送電線の導入が有効と考えられる⁽²⁾。

ここでは、大都市に隣接する臨海大容量火力発電所
と、都市中心部変電所との間に液体窒素冷却の極低温
抵抗ケーブルを設置するものとして検討を進めた。そ
のような火力発電所は脱石油のため LNG を燃料と
することが多くなり、その低温を利用して作られる
液体窒素を冷媒として利用できるからである。それに
加えて、極低温抵抗ケーブルは超電導ケーブルより先
に実用化されると考えられている⁽³⁾からでもある。

極低温送電線は高価であるので、従来の送電線のよ
うに、それを 2 回線設置することを避ける考え方を採
る。しかもその事故時においても都市中心部への電力
供給を維持できるようにする。すなわち、極低温送電
線の予備力としてもう一本の極低温送電線を用意して
おく(2 回線構成とする)ことなく、以下に示すよう
に、従来送電系統全体の送電余裕を極低温送電線事故
時の送電予備力とすることができるのではないかと
いう考えかたをここで提案したい。これは、発電機の場
合一台が停止したとき、その分を他の発電機一台で負
担するのではなく、系統全体の全発電機で分散して負
担するのと類似の考えかたを系統構成に導入したもの
である。

A Study on a Configuration of an Electric Power System with
a Cryoresistive High Power Cable in a Future Large City. By
Yukio Kito, Member, Toshiro Matsumura, Member, Hiroaki
Kato, Member, Naoki Hayakawa, Associate (Faculty of En-
gineering, Nagoya University).

鬼頭幸生: 正員, 名古屋大学工学部電気学科

松村年郎: 正員, 名古屋大学工学部電気学科

加藤宏明: 正員, 名古屋大学大学院工学研究科博士課程前期課程
(現在, 住友電気)

早川直樹: 准員, 名古屋大学大学院工学研究科博士課程前期課程

このような考えかたに基づいて、次のような系統構成および系統操作を提案する。(1)平常時には、中心部へ極低温送電線で導入した電力を周辺部へ逆送する形態の系統構成を採る。(2)要所に母線形態を分割母線異系統受電方式とする変電所を設け、すべての送電線に常時負荷電流が流れているようにするとともに、日本の電力系統が伝統的に採用している放射状形態を維持する。(3)極低温送電線事故時には、それまでそれで送電していた電力を 275 kV および 154 kV の従来両系統に一時的に分散して負担させ、既成の 2 電圧階級のケーブル線路の有効利用を行なう。(4)当然それらは過負荷になるところでもでてくるのでこれを解消するための系統切り換えを行なう。

上述のモデル系統において、最大負荷に対する潮流を平常時および極低温送電線事故時の二つの場合について求めた。その結果、ここで提案する系統構成、系統操作により大容量高密度電力輸送が可能であることが示された。更に、分割母線異系統受電方式の変電所の位置を変化させて、そのときの送電損失の大きさと事故時における系統操作の煩雑さとの関連を検討したところ、送電損失のみの観点から、最適な系統構成が決まるのではなく、事故時における系統操作回数をも評価の対象に入れなければならないことが明確となった。

2. モデル系統

(2・1) 大都市送電系統の模式化 昭和 56 年の名古屋地区における電力需要密度分布などの実態調査および電力関係者の将来計画をもとにして、約 1/4 世紀将来（昭和 85 年）を見越し、名古屋地区程度の規模を想定し、典型的な都市送電系統の模式化を試みた。

図 1 需要分布からみた変電所配置の模式化
Fig. 1. A model distribution of electric power substations in a future large city.

表 1 昭和 85 年 (25 年後) における電力需要予想 (最大電力)

Table 1. Forecast of electric power demand in 2010 A.D. (25 years later) (Maximum load).

	56年実績 (MW)	ケース1		ケース2		ケース3	
		伸び率 (%)	需要 (MW)	伸び率 (%)	需要 (MW)	伸び率 (%)	需要 (MW)
中心部	470	2.2	900	3.0	1,200	3.0	1,200
中心部周辺	490	2.3	850	3.0	1,200	3.0	1,200
新旧市街	1,720	2.1	3,150	2.5	3,600	3.0	4,050
工業地域	1,000	2.1	1,800	3.0	2,400	4.0	3,100
合計	3,680	-	6,800	-	8,400	-	9,550

図 2 送電系統の模式化

Fig. 2. A model power system in a future large city.

すなわち図 1 に示すように都市を 1 km ごとに 20 × 25 の方眼に区切り、それらを「中心部」、「中心部周辺」、「新旧市街」および「工業地域」の 4 種類に分ける。この程度の都市規模においても将来「中心部」としては都心、副都心の二つが存在することとする。

それぞれの区域での電力需要の予想を一義的に決めることは非常に難しいが、表 1 のように 3 種のケースを想定してみた。ケース 1 は昭和 56 年の時点における電力関係者の将来予想を 85 年まで単純に外挿したもので、地域全体の最大需要は 6,800 MW である。ケース 2 は高度情報化社会としての機能が進展し、大形計算機やロボットの導入が進み、全体としてケース 1 より電力需要が大きく増加した場合で、最大需要は 8,400 MW である。ケース 3 はケース 2 の傾向が更に強調された場合で、最大 9,500 MW に達するもので、極端な例といえよう。

図 1 において ● 印は変電所の位置である。実態調査に基づいて、中心部で密集し外側に向かって次第に散

らばるように配置した。1変電所あたりの容量は、平均で 300 MW 程度となるようにした。

このような需要分布内に存在する変電所間を送電線で結んだものが図2の実線および破線である。同図では都市をとりまく 500 kV 外輪線から、超高圧変電所を経て 275 kV および 154 kV の架空送電線およびケーブルが東西南北4方向から都市内に引き込まれている。都市中心部および周辺部の変電所には送電線が少なくとも2方向から延びてきているものとする。このような都市送電網の形態は机上において何種類も想定できるが、電力系統というものの特性上、現代から一種の進化した形を考えるのが妥当で、ここで提案しているモデル系統は、電力関係者の将来計画から著しく逸脱したものではなく、それに基づいて議論を進めるのは有益であると考えられる。

〈2・2〉極低温送電線を含む系統 前節、図2で示した在来送電線だけの系統では本論文で考えている25年後における都市内の需要をまかないきれず、より大容量の送電線を都市中心部にまで導入することが必要となろう。このような送電線としては、500 kV の通常ケーブルあるいは 275 kV の極低温送電線の2種類が考えられる。両者を比較すると、500 kV ケーブルは都市空間における多条のケーブル設置スペースの不足、分路リアクトルの容量増加などの面で不利で、冷却技術や設備の高度化が必要となるにしても他に問題が少ない 275 kV 極低温送電線の方が優れていると思われる。しかも昇圧、降圧の必要がないため、500 kV 用変圧器の空間や大きな絶縁間隔が不要となり、この分を極低温送電線の冷却スペースにあてると考えれば十分相殺され、この点からも極低温送電線が有利であると思われる。

そこで、極低温送電線の設置箇所として、本論文では、大都市近隣の臨海大容量火力発電所(図2中、A)から中心部(図2中、B)まで(全長 20 km 程度)を例に取って考える。その送電容量を 3,000 MW とする。この程度の送電容量から極低温抵抗ケーブルの優位性が現われてくる⁽²⁾。中心部へ導入された 3,000 MW に達する電力はそこでのみ消費されるのではなく、中心部から外側に向けて逆送され、かなり広い地域の需要を一挙にまかなうことができる。

3. 分割母線異系統受電方式(突合せ方式)

日本においては、送電系統がループ状になることをできる限り避け、放射状を形成して需要地まで延びている。ここでの検討もそれは尊重するものとして進める。図2の送電網において放射状を維持し、なお、極

図3 都市中心部から周辺へ電力を逆送する形態
Fig. 3. A sending back system of electric power from the center of a city to the surrounding areas.

表2 受電方式の利害得失

Table 2. Advantages and disadvantages of power receiving methods in substation.

受電方式	系統切換操作	送電線の利用率	送電損失
切換受電方式	構成が簡単でミスが少ない	平常時には使われない送電線が多数存在する	大きくなる
分割母線異系統受電方式	構成が複雑で操作ミスをする系統がループ状になる	平常時でもほとんどすべての送電線が利用される	小さくなる

低温送電線で中心部へ導入された巨大な電力を周辺へ逆送するためには、平常時には適当な変電所において線路を切り離しておくことが必要である。図3(a)が従来形の都市送電線の形態であるとする、同図(b)および(c)は極低温送電線導入時の形態で、しかも中心部から周辺部へ電力を逆送している形である。

図3(b)は切換受電方式と言われるもので、ループとなる送電線は一端の変電所で母線から切り離しておき、平常時には潮流が流れないようにしておく。図3(c)は分割母線異系統受電方式と言われる、変電所において母線を複数に分割しておき、異系統(都市中心部から電力を逆送している系統と外輪線からの系統)からの送電線を別々の母線で受電する方式である。

両方式の特徴や利害得失を表2に比較した。現在では多少送電線の利用率は悪くても、誤操作の少ない切換受電方式が主に用いられている。しかし、一部ではケーブルの送電容量の不足という理由から、現在でも母線を分割し、それぞれ異なった系統から受電する方式も行なわれている。将来、極低温送電線が都市中心部に集中的に大電力を送り込むようになり、周辺部へ電力を逆送するときの突合せ変電所には、ケーブルの

有効利用を図るためにもこのような分割母線異系統受電方式を積極的に採用した方が良いと考える。本研究における系統構成ではこの方式を中心に検討を行なうものとする。

4. 極低温送電線導入時の電力潮流

〈4・1〉 需要分布 昭和 85 年の名古屋およびその周辺地域における需要分布予想のうち表 1 のケース 2 を検討の対象とする。最終的な需要は名古屋地区全体で 8,400 MW に達すると予想されている。しかし、「工業地域」では発電所から需要家まで変電所を介さずに直接送電している例が多いので、表記 2,400MW のうち半分の供給についてはそのような形態を探るものとした。従って、図 2 の系統では全体として 7,200 MW の需要をまかなっているものとした。

〈4・2〉 送電容量 平常時、あるいは事故時の潮流を計算するに先立って、本節ではケーブルを主体とする都市送電線の送電容量について本研究で検討した目安を与えておくこととする。結論的にまとめたのが

表 3 各送電線の技術的送電容量

Table 3. Technical capacities of electric power transmission lines.

送電線		構成	送電容量 (kW)
500 kV架空線		TACSR 810mm ² ×4,2回線	4,500
275 kV	架空線	TACSR 410mm ² ×4,2回線	1,400
	ケーブル	CV2,500mm ² 非冷却,3回線	1,000
	極低温送電線	液体窒素冷却,1回線	3,000
154 kV	架空線	ACSR 610mm ² ×1,2回線	450
	ケーブル	CV 800mm ² 非冷却,3回線	450

図 4 架空線の送電電力の実績と Ailleret 氏の評価

Fig. 4. Actual transmission capacities of overhead lines in Japan and estimated ones by P. Ailleret.

表 3 である。同表の送電容量の見積りは次のようになっている。図 4 は日本の電力会社における実際の架空送電の実績を送電距離に対してプロットし、各電圧階級別に領域にまとめたもので、500 kV および 1,000 kV については、275 kV までの領域から外挿して想定したものである。破線は、1960 年に発表された Ailleret 氏の見積りである⁽⁴⁾。これをみると各領域の長距離側の送電容量は両者一致している。しかし、各領域の短距離側の送電距離側において日本はかなり控え目な値をとっていることがわかる。ここで検討している都市送電では短距離送電であるから、275 kV 架空線については 1 回線 700 MW と読み取り、2 回線で 2 倍の 1,400 MW とみなしている。500 kV および 154 kV 架空線については 275 kV の値を基に電圧の 2 乗に比例するとして定めた。これらの値は図 4 の日本の実績値の範囲内にあり妥当と思われる。また、275 kV および 154 kV 改良 CV ケーブルの送電容量については電力関係者の将来計画から定めている。

〈4・3〉 電力潮流 名古屋地区全体の需要が 25 年後に 8,400 MW に達し、そのうち中心部および中心部周辺での合計が 2,400 MW とすれば、3,000 MW を極低温送電線を通じて中心部へ直接導入すると、中心部および中心部周辺の負荷をすべてまかなうことができ、更に一部は新旧市街地までも逆送して電力を供給することができる。この点においても、従来の外輪線から電圧階級を落しながら内部へ電力を送電したのとは異なる発想である。この中心部から外向きに延びてくる線路と、外輪線から内向きに延びてくる線路とを分割母線異系統受電方式によって切り離しておく点（突合せ点）は中心部周辺から郊外にかけて存在する変電所に置くのが適していると考えられる。

図 5 にその時期における最大負荷時に対応して、極低温抵抗ケーブルの潮流が 3,000 MW の場合の系統構成を示す。ここでは極低温抵抗ケーブルに送電容量いっぱい潮流がのるように突合せ変電所の位置および負荷配分を調整している。同図では以下の検討に必要な変電所にのみ番号をつけ、主だった送電線の潮流（100 MW をベースとした pu 表示）を示しておく。変電所 #1 と変電所 #2 を結ぶ 275 kV 送電線は 2 回線 2 ルートとしている。これは変電所 #1, #2, #3 がそれぞれ都市外周に存在する超高圧大容量変電所に対応し、ここへは 275 kV の送電線が外輪線として延びていることによる。

同図では、275 kV 系統の変電所が 154 kV 系統の変電所よりも多くの負荷を取るよう配分してある。また、負荷の力率は一律に約 0.9 と仮定し、(有効電

図 5 極低温抵抗ケーブル導入時の送電系統
および潮流

Fig. 5. A configuration of the power transmission system with a cryoresistive power cable and result of load flow analysis.

力) : (無効電力) = 2 : 1 とした。 ($\cos \phi = \cos(\tan^{-1} 1/2)$
= 0.894)

図5は一義的なものではないかのごとき印象を与えるが、系統構成が歴史的にある程度与えられ、各変電所の設備容量にそれぞれの電圧階級において、大きな相違がないとすれば、潮流はおよそ図5の通りのものとなる。また、既設のケーブル系統を有効に利用するために、最上位のケーブル電圧階級 275 kV レベルのみでなく、一段下の 154 kV レベルについて同時に考えることに特徴がある。

分割母線を持ち、都市中心部から逆送されてくる電力と外輪線から送られてくる電力とを受電する変電所（以下、簡単のため突合せ変電所と呼ぶ。図5では白抜きの矢印で示している）を変えることによって極低温抵抗ケーブル上の電力潮流の大きさは変わる。その大きさを 3,000 MW (30.0 pu), 2,700 MW (27.0 pu) および 2,400 MW (24.0 pu) としたときの送電損失の変化を表4の左から2列目、平常時送電損失欄に pu 表示で示す。ここで、30.0 pu の場合は 275 kV, 154 kV 系統とも突合せ変電所を最も外側にとり、図5の場合に相当する。これに対し 27.0 pu および 24.0 pu

表 4 送電損失内切換数

Table 4. Total transmission power loss and the number of operations in the model system.

極低温送電線の潮流 (pu)		平常時	極低温送電線事故時		
		送電損失 (pu)	送電損失 (pu)	一次 切換数	二次 切換数
30.0		0.199	0.476	8	6
27.0	(a)	0.200	0.476	8	6
	(b)	0.239	0.500	8	4
24.0	(a)	0.225	0.476	8	6
	(b)	0.247	0.500	8	4

(100 MW ベース)

の場合は表 4 でそれぞれ (a) および (b) の 2 ケースに分類してある。このうち (a) のケースは 275 kV 系統で逆送する範囲を 30.0 pu の場合と比べて狭くした場合、(b) は 154 kV 系統で逆送する範囲を狭くした場合である。

同じ潮流を極低温抵抗ケーブルに乗せた場合について、ケース(a)と(b)とを比較すれば、ケース(a)の方が送電損失が小さくなっている。これは次の理由による。ケース(a)の 275 kV 系統で逆送範囲を狭くして極低温送電線に乗せる潮流を少なくした場合、その減少分を外輸線からの 275 kV 送電線に負担させることになる。他方、ケース(b)の場合は外輸線からの 154 kV 送電線に負担させることになる。このため、ケース(a)の方が全体としての送電損失が小さくなり、有利である。いずれにせよ、このような平常時における送電損失の大きさという観点からは表 4 から極低温抵抗ケーブルに大きな潮流をのせた方がよいが、最適な系統構成を考えるためには、次章で述べる事故時の系統操作の煩雑さも考えなければならない。

5. 極低温送電線事故時の代替系統構成

〈5・1〉 基本的考え方 極低温送電線は恐ろしくかなり高価なものであるために、従来のように事故に備えて2回線を設置することは避けて、1回線の能力を

表 5 極低温送電線事故時の代替送電

Table 5. Conception of temporary transmission method at the failure of the cryoresistive power cable.

すべて引き出す方が有効ではないかと考える。他方、従来から形成されている図2に描かれた 275 kV, 154 kV のケーブル系統はすべて2回線以上から成り、平常時ならびに事故時の運転は表5に示すように計画されている。すなわち、平常時には各回線は技術的に送電し得る電力（以下、技術的送電容量）の70%（以下、信頼度上の送電容量）で送電している。1回線事故時には他の1回線が140%の電力を約30分間送電する。この間に系統の切り換えが行なわれ、過負荷分を解消していく。並行2回線で1回線遮断時に他から切り換え送電のできない場合に対して、送電容量は通常十分余裕を見込んであり、それは2回線送電線の信頼性を確保するために必要である。このような考えかたで現在の程度の余裕をもって運用されている。

極低温送電線が導入された場合に、それが故障を起こしたときは多数の 275 kV, 154 kV ケーブルの技術的送電容量と信頼度上の送電容量との差の30%の送電能力を利用して、平常時に極低温送電線で送電していた電力分を通常ケーブルのみで一時的に分散して分担し、代替送電ができるのではないかと考える。この場合、275 kV 送電線を優先的に用いるが、それだけで代替送電が維持できない場合には、一階級下の 154 kV 送電線をも活用する。但し、更にその期間に通常のケーブル事故が重なった場合には一部停電が発生すると予想されるが、それは現段階では考えないことにする。また、極低温送電線脱落直後の系統の過渡動揺については考えず、定常的に代替送電が可能かを論ずる。これを次節に示す。

〈5・2〉 一次、二次系統切換 極低温送電事故時の在来系統による電力代替輸送は、図5における都市中央の変電所（#12）の4母線を切り離して、275 kV 系統の突合せ変電所の分割母線を閉じることにより行なう。この操作を一次切換と呼ぶことにする。また、一次切換の結果、技術的送電容量を越える送電線が現れた場合、更に系統切換を行なうことにより各送電線の潮流を技術的送電容量内に抑える。この操作を二次切換と呼ぶことにする。

潮流が 30.0 pu 存在していた極低温抵抗ケーブルが全停した場合について、主な送電線の一次切換後の潮流を図6に示す。同図の数値は 100 MW をベースとする pu 表示で示しているが、過負荷であるかどうかを明らかにするために、かっこ内にその技術的送電容量に対する比率を示しておく。数回のシミュレーションの結果、この例は一次切換数が8箇所となったが、これ以下の切換数とするケースは見出せなかった。具体的には、極低温抵抗ケーブルの系統からの除

図6 極低温抵抗ケーブル事故時の一次切換後の送電系統および潮流

Fig. 6. A configuration of the power transmission system after dropping off of the cryoresistive power cable.

去（操作数1）後、変電所#12における4本の母線の切り離し（同3）、図6で矢印で示した4箇所の変電所での分割母線接続（同4）という系統操作を行なう。従って、一次切換数は $1+3+4=8$ となる。極低温抵抗ケーブルの潮流が 27.0 pu および 24.0 pu の場合でも同様に一次切換数は8箇所が最少であった。

図6に示す場合では#4→#5、#6→#11、#2→#13の3本の送電線で技術的送電容量を越えている（同図のかっこ内の数字が1以上）ため、この3本の送電線に対して以下のように二次切換を行なう。これは二次切換数の最も少ないものである。

(1) #4→#5 (14.6 pu): #7→#9 の 1.0 pu を #6→#9 に負担させればよいから、#7→#9 を切り離し、変電所#9の分割母線を接続する。従って、二次切換数は2であり、この操作によって#4→#5は13.6 pu になる。

(2) #6→#11 (11.0 pu): #12→#10 の 1.0 pu を #8→#10 に負担させればよいから、#12→#10 を切り離し、変電所#10の分割母線を接続する。従って、二次切換数は2であり、この操作によって#6→#11は10.0 pu になる。

(3) #2→#13 (10.5 pu): #14→#15 の 0.5 pu を #2→#15 に負担させればよいから、#14→#15 を切り

離し、変電所 #15 の分割母線を接続する。従って、二次切換数は2であり、この操作によって #2→#13 は 10.0 pu になる。

このようにして 30.0 pu の場合の二次切換数は $2 \times 3 = 6$ となる。以上の操作により、各送電線の潮流をそれぞれの技術的送電容量内に抑え、在来送電線のみで全需要を一時的にまかなえる見通しを得た。しかし、信頼度上の送電容量を越えている送電線が数多く存在するので、この在来系統のみで平常時の送電を続けることは無理である。突合せ位置を変えて極低温送電線の潮流を 30.0 pu, 27.0 pu, および 24.0 pu にしたときの系統操作数を表4にまとめておく。

以上の検討から一次、二次切換数といった観点からすれば 24.0 pu (b) および 27.0 pu (b) の場合が有利である。このうち平常時の送電損失が小さいということも考え合わせると、27.0 pu (b) の方が有利であるということが出来る。このような検討を通じて、極低温抵抗ケーブルは、経済的には文献2のようにおよそ 3,000 MW から存在意義があるとされているが、系統構成およびその運用の面からこのモデル系統程度の電力消費地に導入する価値のあることが分った。

6. 結 論

将来、極低温送電線のような大容量高密度の送電線が導入されたときの都市送電系統の構成のあり方について一つの技術的な概念を提案した。具体的に名古屋地区程度の需要規模のモデル都市を想定した。この地区における従来様式の 275 kV および 154 kV の電力供給網モデルとして、実態調査結果から得られた将来予測と著しくは逸脱しない形態のものを想定した。それに基づいて次のような都市送電形態について検討した。

(1) 約 1/4 世紀後の想定需要 (8,400 MW) は想定した従来様式のケーブル系統のみでは供給できない。ここに極低温送電線の導入が予想される。ここでは、臨海工業地域に存在する大容量火力発電所から全長約

20 km の 275 kV 極低温抵抗ケーブルによって一挙に 3,000 MW の電力を都市中心部へ送電することを想定した。これは冷却のための電力消費を低くおさえるために火力発電所に隣接する巨大な LNG 基地の冷媒を利用することを背景としている。

(2) 都市中心部へ送り込まれた巨大な電力は、都市周辺部へ逆送される系統構成とする。これを可能にするため都市周辺部の変電所の一部を、常時は分割されている複母線にそれぞれ内側と外側から供給される電力を受電するいわゆる突合せ変電所とする。このような系統について平常の最大負荷時の送電損失を計算した。

(3) 極低温送電線は抵抗方式にしる高価であるから 1 回線のみを設置し、これが故障した場合には突合せ変電所の分割母線を接続し、外周から電力を送る方式を提案した。これは従来送電線の技術的送電容量と信頼度上の送電容量との間の余裕分を全面的に利用するものである。

(4) 平常時の送電損失、極低温送電線事故時の系統操作数の両面から、このモデル系統においては極低温抵抗ケーブルに 2,700 MW 程度の潮流をのせるのがよいことが導かれた。

終りに、本研究は昭和 59 年文部省科学研究補助金エネルギー特別研究 (No. 59045069) の補助を受けたこと、および、計算は名古屋大学大型計算機センターで行なったことを記して感謝の意を表します。

(昭和 60 年 6 月 26 日受付, 同 60 年 11 月 11 日再受付)

文 献

- (1) 岡本:「極低温抵抗ケーブル開発の現状」電学誌, 94, p. 62 (昭 49-5)
- (2) 菊池・岩田・木下:「送電線路における省資源・省エネルギー対策」昭 55 電気学会全大, S. 3-21 (昭 55)
- (3) 資源エネルギー庁公益事業部編:「新送電方式研究委員会報告」p. 114 (昭 50)
- (4) P. Ailleret: "Consequence Economique D'UN Ecart De La Tension Par Rapport a La Tension Optimun", CIGRE 1960, No. 416