

SC22F の 45 年間と JPNC の貢献

2017 年 12 月 1 日

IEC/SC22F 国内委員会委員長 田辺 茂

1. SC22F 発足の経緯と日本の参加

TC22 の WG5 を発展的に解体して高電圧直流 (HVDC) 変換装置関連を扱う SC22F を創設することを 1970 年 7 月 22 日の TC22 Baden 会議において決定した。そして翌年、1971 年 10 月 22 日の TC22 Stockholm 会議において SC22F の国際議長に Dr. F. J. Ellert (米国)、国際幹事に Mr. V. D. Andreev (ソ連、当時) がそれぞれ任命された。

これに対して日本はすぐに国内委員会は作らず、しばらくは TC22 の中で SC22F の対応をしていた。そして 1975 年に東京で国際会議を開催することになるのに合わせるようにして、当時の TC22 の池田国内委員長が委員長を兼任し SC22F 国内委員会が立ち上がったようである。

SC22F 第 1 回会議が 1972 年 5 月 29 日 Ljubljana (当時ユーゴスラビア、現スロベニア) において開催され、Title と Scope が合意された。日本からは今井氏 (東芝) が出席した。また SC の最初の仕事として、HVDC 変換所に関する用語の定義を検討する作業会 WG1 (システム)、WG2 (制御と装置) が発足し、日本は当初から専門家 (電発西村氏、日立尾形氏) を派遣し貢献した。

佐久間周波数変換所の実績や佐久間 HVC 試験場におけるサイリスタバルブの試験実績をバックにして、日本の専門家は SC22F 発足当初から IEC 規格制定に参画し、貢献してきた。当時はこれら日本の運転実績を伴った技術力は世界の最先端を行っており、規格原案作成の作業会では、語学力不足のハンディを超えて発言力をカバーするに十分であった。

2. SC22F 発足当時の HVDC の状況

SC22F 発足当時の内外の状況を振り返ると、1954 年にスウェーデンのゴットランド島直流送電 (20MW) が運開し、近代直流送電の幕が開いた。ASEA (現 ABB) 社が開発した水銀アーク整流器 (MR) が当時の直流送電の主演であり、この技術は同社の独占であった。その後 MR は英国の GEC 社との技術提携により、英仏海峡横断直流送電、カナダの直流送電が実現した。1970 年のアメリカのパシフィックインタータイ直流送電 (1440MW、±400kV) 運開まで、事実上 ASEA 社の MR 技術が世界の直流送電を独占してきた。日本では 1965 年に ASEA 社の MR により電源開発佐久間周波数変換所 (300MW) を運開し、日本の HVDC の草分けとなった。

一方 1957 年にアメリカの GE 社によって発明された半導体デバイス (サイリスタ) が 1960 年代後半になると大容量化してきたので、これを多数直列接続して HVDC 用サイリスタバルブを開発し、MR に取って代えるべく世界の電力機器メーカーが競った。日本でも通産省 (現経産省) の助成によりサイリスタバルブによる HVDC 変換技術の協同開発プロジェクトが電源開発、日立、東芝で発足し、1970 年に電発佐久間 HVC 試験所において 125kV、300A のサイリスタバルブによる 37.5MW の周波数変換装置がフィールドテストに成功した。これは 275kV の交流実系統における世界初のサイリスタバルブによる HVDC 変換装置の運用実績であり、世界の注目を集めた。時を同じくして、ASEA 社もゴットランド島

HVDC 変換所においてサイリスタバルブ（50kV-200A）のテストに成功し、MR からサイリスタバルブへの世代交代が間近いことが予見された。

HVDC の市場は MR 技術時代が十数年続き、その間 HVDC に関する IEC 規格は存在しなかったが、さほどの不自由はなかったものと推測される。しかし HVDC がサイリスタバルブ時代に突入すると HVDC メーカー、ユーザが増加し、その市場も急速に拡大することが予測され、IEC 規格の必要性が高まった。TC22 が 1970 年に SC22F を発足させたのは誠に時期を得た判断であった。

3. SC22F の Scope 変更

SC22F の Scope は当初 Converters for high-voltage D.C. power transmission と HVDC に限定されていたが、静止形無効電力補償装置（SVC）を取り扱うことになったため Scope の見直しが必要になった。あまりに範囲を広げすぎではないかとの反対意見もあったが、1995 年の南アフリカダーバン会議にて Power electronics for electrical distribution and transmission systems への変更が承認された。

4. いくつかの WG への日本の大きな貢献

WG3 : IEC 700 Testing of semiconductor valves for HVDC power transmission

原案作成のため 1974 年に世界の専門家を集めて WG3 が発足、4 回の作業会議を経て 1976 年に CDV を完成した。日本からは佐久間 HVC 試験所における世界初のサイリスタバルブのフィールドテスト成功に自信を得て専門家が派遣された。（東芝小林氏）

IEC 規格制定作業にあたり、まず CIGRE の研究会（SC）で規格の骨子となる技術検討を行い、その結果をベースにして IEC 規格を作成することが一つの流れであった。しかし IEC 700 の場合、制定を急がなければならない事情から、いきなり WG3 で案文作成に取り組むことになった。日本からは佐久間の経験をベースに、試験の目的、試験方法、試験値の考え方等を一覧表形式にまとめて提出した。語学のハンディ対策として日本の主張を強調するのが目的であった。主査の Mr.Middleton（英国電力庁）はこの資料を日本の貢献と高く評価し、その旨議事録に特記した。

WG6 : IEC 60700-1 Thyristor valves for HVDC power transmission, Part1: Electrical testing

IEC 700 が制定されてから 10 年が経過し、世界で多くの HVDC 設備が運用されるようになり、規格の改正が必要になった。1991 年に改正案作成のために WG6 が発足した。日本からは WG3 と同じメンバーを派遣した。継続して同じメンバーを派遣することも、しっかりと日本の主張をするために必要なことの一つと考えられる。WG6 の主査は Dr. P. C. Krishnayya（カナダ、IREQ）で、光サイリスタバルブの実用化など日本の技術を高く評価していた。1996 年に改正原案を完成するまでに 10 回の作業会を開催、多くの時間と忍耐が必要であった。

CIGRE WG14-01 で検討した「HVDC 用サイリスタバルブのストレス」をサイリスタバルブの試験時に如何に合理的な方法で実現するかを詳細に検討した。試験安全係数については従来の経験則に加えてその考え方のフィロソフィを入念に分析し、ドキュメント化したり、過電圧によりサイリスタバルブの並列アレスタが放電中にターンオンしたときのバルブストレスに対する新たな試験を盛り込んだり、交流直流の複合ストレスに対する試験法を明確にしたり、多くの難題を経済性を損なうことなく現実的な規格に反映する作業はしばしば難航した。

なお、サイリスタバルブの試験規格として IEEE std.857 も存在していたが、IEC 規格との間にいくつ

かの重大な相違が存在し（例えば注水絶縁試験の取り扱いなど）問題となっていた。IEC側のMT9のコンビーナ（田辺、当時津山高専）とIEEE側のWG I1の主査G. Karady(アリゾナ州立大学)の粘り強い交渉の結果、2007年頃についてIEEE std.857は取り下げられた。交渉の経過の中ではIEC側がIEEEの思想を取り入れることもあった。

またサイリスタバルブの試験回路の重要性と、各国でまちまちの回路が使われていることが認識され、試験回路の規格化の要望が高まった。CIGRE WG14-01 TF03がHVDCバルブの試験回路を検討するために1990年に発足した。日本からはWG6と同じメンバーが参加したが、他国もほとんど同じメンバーであった。作業会議は1995年までの間に13回行われ、ドキュメントが完成した。試験回路はIEC 60700のPart 2とされる当初計画であったが、それぞれの試験回路には国情と歴史的背景、経済性などの影響が色濃く反映されており、IEC規格としてまとめることには無理があるとの判断が下された。しかし、日本が運用してきたサイリスタバルブの合成負荷試験方法や、アレスタ動作中のバルブターンオン試験方法をCIGREの技術検討の場でその有効性を認知させたことは大きな成果であったといえよう。その過程では、日本がIEEEやCIGREに提出していた論文の貢献が顕著であった。

5. 日本でのSC22F会議の開催

SC22Fが発足してから45年が経過し、26回のSC22F会議が開催されたが、その内4回を日本（東京、京都）で開催した。

最初は1975年に東京で開催した。この時の会議開催の経緯は記録がなく不明である。2回目は1999年10月19、20日の2日間、IEC総会に合わせて京都国立国際会館で開催された。会議終了後恒例になっている見学会として、会議参加メンバーを2000年に運開を目指して現地調整中の紀伊水道直流連系阿南変換所に案内した。かねがね日本はHVDCのマーケットが小さい割りに、新技術の開発、例えば光直接点弧サイリスタバルブの開発等を異常に早く進め過ぎるのではないかと、とある種のやっかみのような発言が外国のメーカからあった。阿南変換所は世界最大の光直接点弧サイリスタ（定格8kV-3500A）を使用した水冷サイリスタバルブを使用し、交流ヤード、直流ヤード共にGIS化した正に世界の最先端技術を駆使した変換所であった。また京都市内の料亭にて歓迎会を行った。

3回目はTC22とその関連SCが集合した2009年東京会議（会場：JEMA）である。この時には前年に発足したTC115とのScopeのすり合わせ会議も開催した。幹事をしている中国から3名が出席し、緊張感のあるやり取りが行われた結果、システム(TC115)と機器(SC22F)を明確に区分することが難しい領域があるので、そこはお互いに協力してやっていくということで落ち着いた。顔を合わせて話し合うことでお互いの信頼関係がある程度醸成できたことは大きな成果であった。この時の見学会は、1号FCのリプレースが完了して間もない東京電力殿の新信濃変電所に行った。貸切バスを利用した。まだ油冷バルブも残っていて、見学者はサイリスタバルブの歴史を目の当たりにできたと喜んでいて。さらにSC22F独自にレセプションをホテルニューオータニで行い、好評だった。一方、中国6名、ロシア1名のビザ発給のための書類作りに苦労した。

2014年東京会議（会場：東京国際フォーラム）に合わせて開催した会議が4回目であった。見学会は中部電力殿の東信変電所STATCOMとした。国内のHVDCプロジェクトが停滞する状況でこの見学が実現できた意義は大きかった。移動には長野新幹線を利用した。さらに屋形船を貸し切って歓迎会を行ったが、古さと新しさの両方の日本情緒を味わえたとは好評であった。

<資料>

1. 歴代国内委員会委員長 (所属は当時)

池田吉堯(横浜国大)(1975年～1977年)→正田英介(東京大学)(1977年～1989年)→専田 禎(電源開発)(1989年～1994年)→小林淳男(東芝)(1994年～2001年)→三瓶雅俊(電源開発)(2001年～2005年)→田辺 茂(津山高専/TMEIC/無所属)(2005年～現在)

2. 歴代 Chairman

F.J.Ellert (USA) (1971年～1983年)→A.Ekstrom (Sweden) (1983年～1992年)→M.Lalander (Sweden) (1992年～2007年)→Ruifeng Gou (China) (2007年～2015年)→Huigao Zhou (China) (2015年～現在)

3. 歴代 Secretary

V. D. Andreev (USSR) (1971年～1983年)→R.A.Lytaev (USSR) (1983年～1989年)→Lev Travin (ロシア) (1989年～現在)

以上