

瞬時電圧低下対策装置

Voltage Dip Compensator "UNISAFE" and "MEGASAFE"

河崎 吉 則*

Y. Kawasaki

池田 幸 市*

K. Ikeda

佐野 耕 市*

K. Sano

概 要

近年、瞬時電圧低下（瞬低）が各種製造工場において重大な被害を与えている。本稿では瞬低専用の対策装置として20年にわたり実績を積み上げてきた「ユニセーフ」と新製品（据付面積1/2）、および高圧大容量タイプの「メガセーフ」について紹介する。

Synopsis

Recently, voltage dip problems increasingly cause serious damages on high-tech production lines such as semiconductor device, Liquid Crystal Display and other IT equipment.

We describe our original voltage dip compensator "UNISAFE" on low voltage circuit and "MEGASAFE" on 6600V circuit. "UNISAFE" has satisfied many customers with its high efficiency and high reliability. over 20 years, In this paper, a newest model of UNISAFE with remarkable compactness of 50% smaller installation area is introduced.

Large capacity "MEGASAFE" is also recommended to protect the sensible equipment from the voltage dip hazard totally on 6600V circuit.

1. まえがき

近年、生産効率向上のため、生産ラインの高度化が急速に進み、半導体・液晶製造工場等では瞬時電圧低下（瞬低）・停電が生産ライン停止による不良品の発生やライン復旧までの生産停滞を生み出し重大な被害を与えている。

我が国の電力供給信頼度は世界トップレベルにあり、停電は極めて稀な現象であるといえる。

しかし、瞬低はそのほとんどが雷などの自然現象が原因となっており、送電線の避雷対策など、発生頻度を減らすための施策は最大限されているものの年20回以上発生する地域もめずらしくない。また気候条件の悪化によ

り、将来的には瞬低の発生頻度が高くなる可能性も懸念される。

一方、半導体工場に代表される最新鋭工場では、24時間365日稼働を前提とした生産性の向上と生産設備の高性能化、システムの連動・複合化が省力化の下で行われ、瞬低による被害額は莫大な規模に膨れ上がり、瞬低対策の重要性は年々高まってきている。

2. 瞬低の発生実態

瞬低（電圧ディップ）に関する調査研究は「瞬時電圧低下対策」（電協研第46巻第3号1990年）⁽¹⁾により全国レベルで実施されている。（図1参照）

*産業・電力システム事業本部

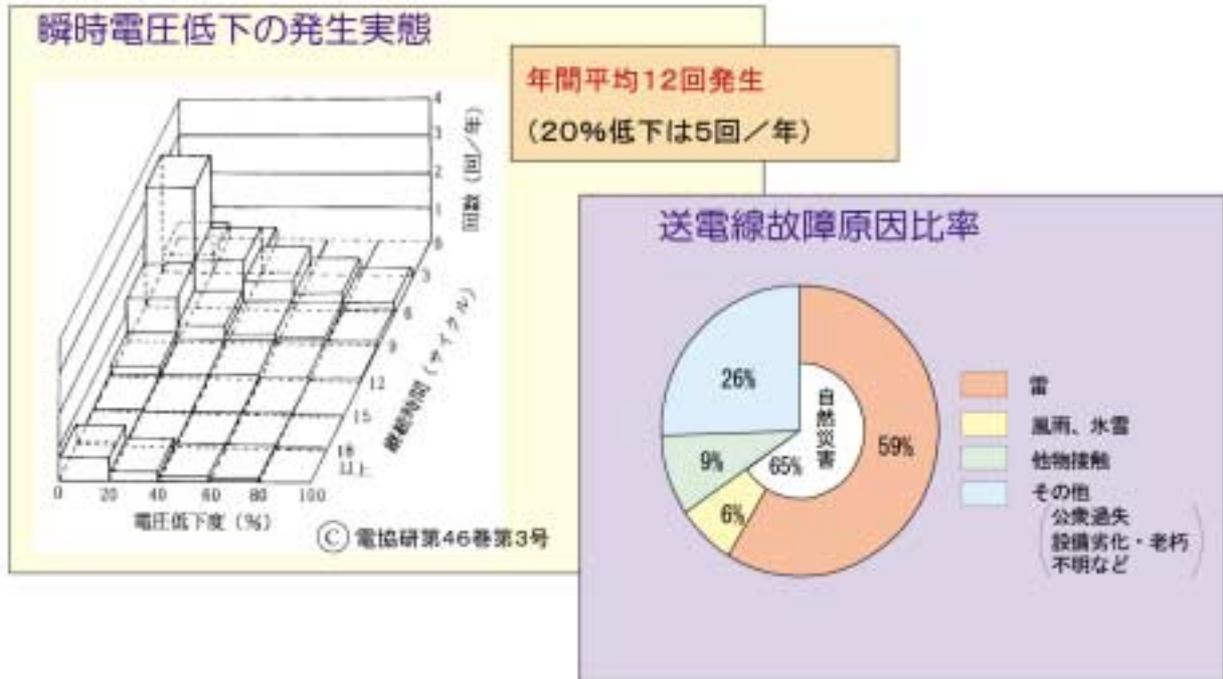


図1 瞬低の発生実態

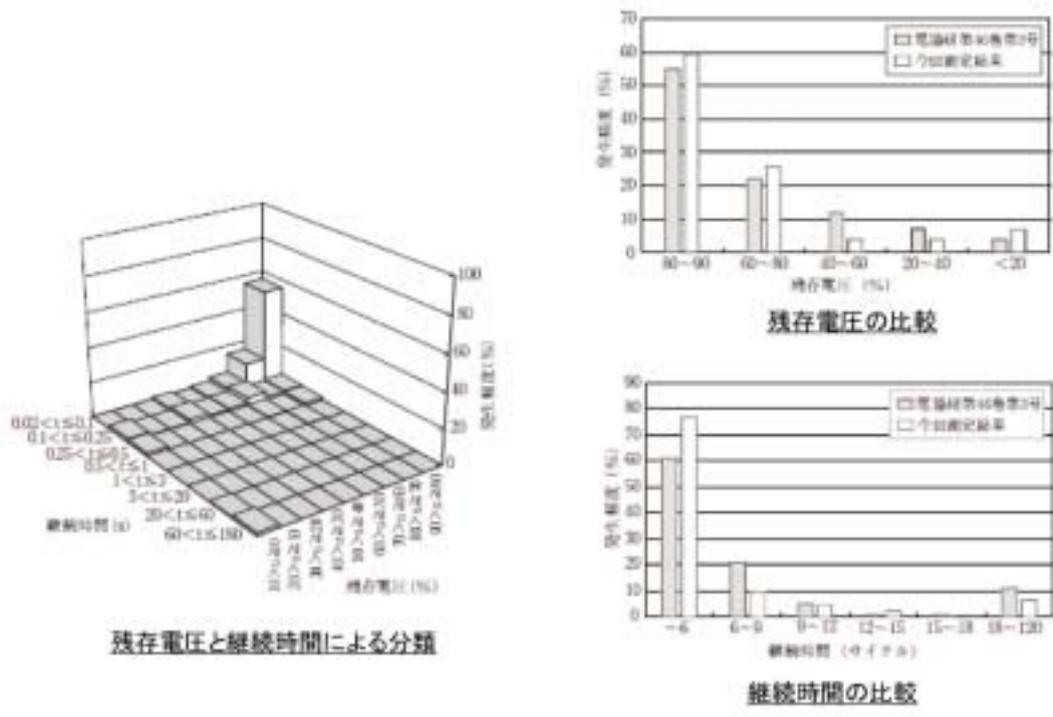


図2 瞬低の発生実態

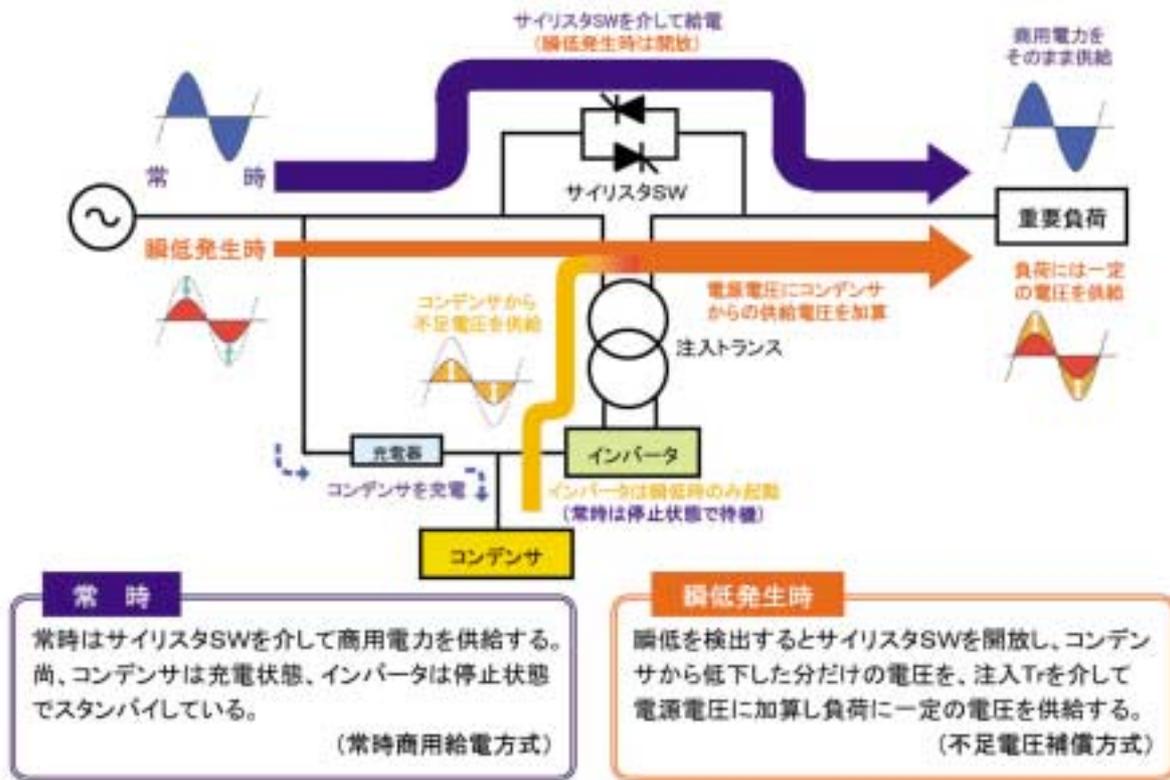


図3 瞬低対策装置（ユニセーフ）の動作概要

当報告書によれば、1需要家あたり発生する瞬低の回数は低下幅20%以上のもので年平均5回（10%以上では年平均12回）と言われている。図1に瞬低の発生実態を示す。低下幅は60%以下のものが全体の約90%を占め、継続時間は0.1秒以下に集中している。

また最近では、瞬低だけでなく電力品質全般についての総合的把握と国内規格・基準類の国際規格整合化の流れに対処するため、2003年に(社)電気協同研究会内部に「配電系統電力品質技術専門委員会」が組織され、IEC規格に沿った測定方法により実態調査が行われた。⁽²⁾

当報告書によると、2003年6月から10ヶ月間、全国102サイトにおいて各種電力品質パラメータが測定された。1サイトあたりの瞬低発生回数は9.1回/年という結果が得られ、1990年の調査時とほぼ同一結果となっており、瞬低の発生頻度は現在も変化していないことがわかる。(図2参照)

3. 瞬低対策の必要性

最新鋭の生産工場では、生産装置以外にも様々な付帯設備が稼働し、何らかの形で生産に関わっている。これらの設備・装置の全てを、つまり工場全体に対策を施せば万全であるが、対策のための費用が莫大なものになり、現実的ではない。

そこで設備・装置の重要度及び瞬低・停電の発生様相などを考慮して最適な対策を最小限の投資で行っていく必要がある。

4. 低圧用瞬低対策装置（ユニセーフ）の概要

停電はごくまれにしか発生しない現象であり、瞬低のみを救済すれば、生産障害を大幅に減らすことができると考えられる。

当社では、最小限の投資で最大限の効果を発揮するため、従来のバッテリー形UPSに代わるコンパクトで、より実用的な瞬低専用の対策装置（ユニセーフ）を1987年に市場に投入した。以来20年間600セットをご採用いただき、工場における瞬低・停電対策のパイオニアとして、お客さまのご要求にマッチした対策製品を開発し、ご提供してきた。

4・1 ユニセーフの動作概要

図3に本装置の動作概要を示す。

本装置は直列形の対策装置であり、瞬低が発生するとコンデンサに蓄えたエネルギーからインバータを介して、低下した電圧分のみを出力し、電源電圧（残留電圧）に加算して負荷に定格電圧を供給する「不足電圧補償方式」を採用している。

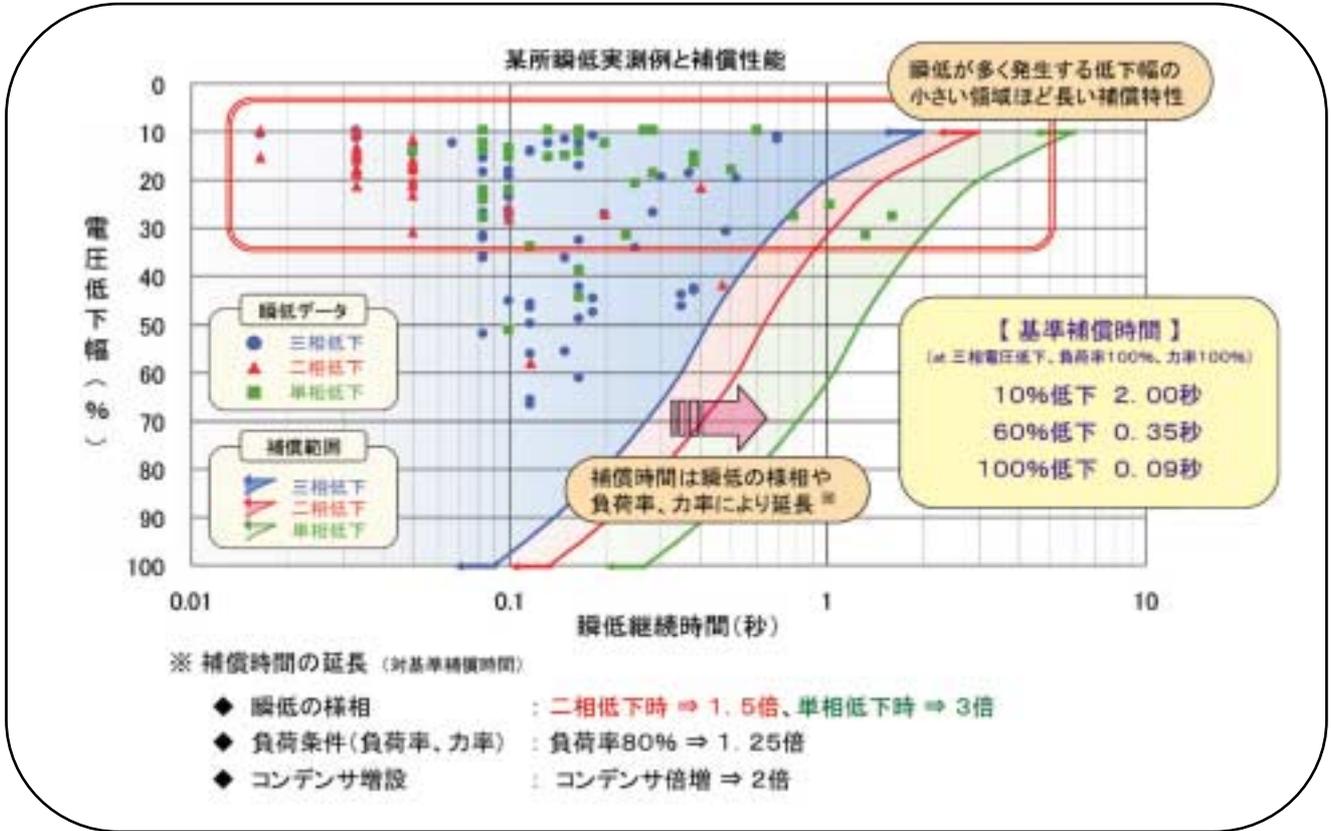


図4 瞬低データとユニセーフの瞬低補償特性

つまり、残留電圧を有効に活用し、蓄電部（コンデンサ）を最小限に抑えることによってコンパクト化を図っている。

また、通常時（瞬低が発生していない時）はサイリスタスイッチを介して負荷へ電源電圧をそのまま供給する「常時商用給電方式」を採用している。

インバータは常時待機状態であるため、装置の損失を最小限に抑えることにより高効率（98%以上）を実現している。

4・2 ユニセーフの補償性能

瞬低対策装置としてその性能を満足するには、電圧低下度と継続時間に見合ったエネルギーを蓄積する必要がある。

電力系統における故障発生時の故障除去時間、すなわち瞬低継続時間は、超高压系の0.34秒以下を参考に0.35秒とした。また、電圧低下度は約9割が60%以下のもの、それ以上のものは継続時間が短い。

以上により、ユニセーフの基準補償時間を0.35秒（60%低下時）として設定した。

図4に本装置の補償性能曲線を示す。某所における

瞬低データを重ね合わせて表現している。

本装置は、電圧低下によって不足した電圧を補う方式を採用しているため、電圧低下幅が小さい場合はインバータから出力するパワーも少なくすむため、長時間の補償が可能になる。図4からも明らかのように、低下幅の小さい領域（瞬低多発領域）では補償時間が長く、広範囲をカバーできる。

また、瞬低の発生様相は3線短絡や2線短絡、1線地絡など様々であり、3相各相の電圧が異なる場合が多い。

本装置は各相の電圧低下幅に応じて補償するため、例えば1相のみ低下した場合には、3相とも低下した場合に比べ、補償時間が3倍に延びる。

つまり、本装置は瞬低の発生様相に応じて、コンデンサに蓄えたエネルギーを有効に使うことにより補償時間を延長できる効果的な対策装置であると言える。

4 - 3 . ユニセーフの特長

高効率

一般的なUPS（常時インバータ給電方式）の効率約90%に対し、ユニセーフの効率は98%以上である。

省メンテナンス

ユニセーフは、蓄電部にバッテリーの替わりに信頼性の高い電解コンデンサを採用し、長寿命（期待寿命15年）である。

省スペース

バッテリー形UPSに比べ、軽量・コンパクトである。また、背面・側面側には保守スペースが不要であり省スペースな装置である。

また、鉛バッテリーレスにより消防法（火災予防条例）の制約を受けず、クリーンルームへの設置も可能である。

優れた補償性能

瞬低の発生様相に応じた補償性能を持っており、多重雷等の連続瞬低に対しても補償可能である。

4・4 新型ユニセーフの開発

ユニセーフは瞬低に対しほぼ100%の救済率を誇っている製品である。その優れた補償性能は継承しつつ、大幅なコンパクト化を追及して、全面的なモデルチェンジを行い2006年10月より販売・納入を開始した。

4・5 新型ユニセーフの特長

“世界最小”

盤構成・機器配置の最適化、電解コンデンサ仕様の見直し、及び部品点数の削減を行うことで従来品に対して据付面積で1/2、質量で2/3にコンパクト化した。鉛バッテリー式UPSに比べても約1/3の据付面積であり世界最小の瞬低対策装置である。（図5参照）

200kVA器での比較



図6 低圧用瞬低対策装置 新型ユニセーフ（200kVA）外観

表1 新型ユニセーフ定格仕様

項目	ユニセーフ
回路電圧	低圧（三相 200/400V）
定格容量	100, 200, 300, 400kVA
周波数	50または60Hz
エネルギー蓄積素子	電解コンデンサ（期待寿命15年 at 25℃）
補償方式	実時動作給電 直列/不足電圧補償方式
過電圧補償時間	0.00～2秒（電圧低下幅により変化）
切替時間	1/4サイクル以内（80%電圧低下時）
運転効率	98%以上
使用場所	屋内
外形寸法	W1250×D750×H1950 mm (at 200kVA)
質量	1200 kg (at 200kVA器)

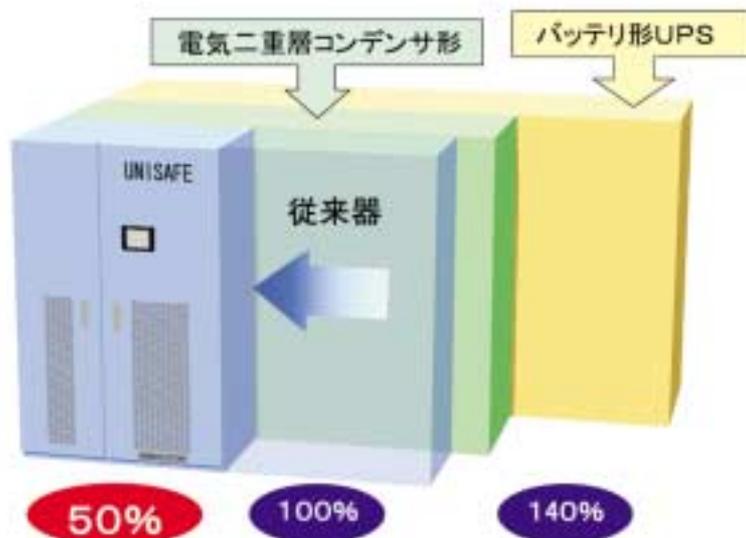


図5 新型ユニセーフ（3 3W210V 200kVA定格）と従来器の外形比較

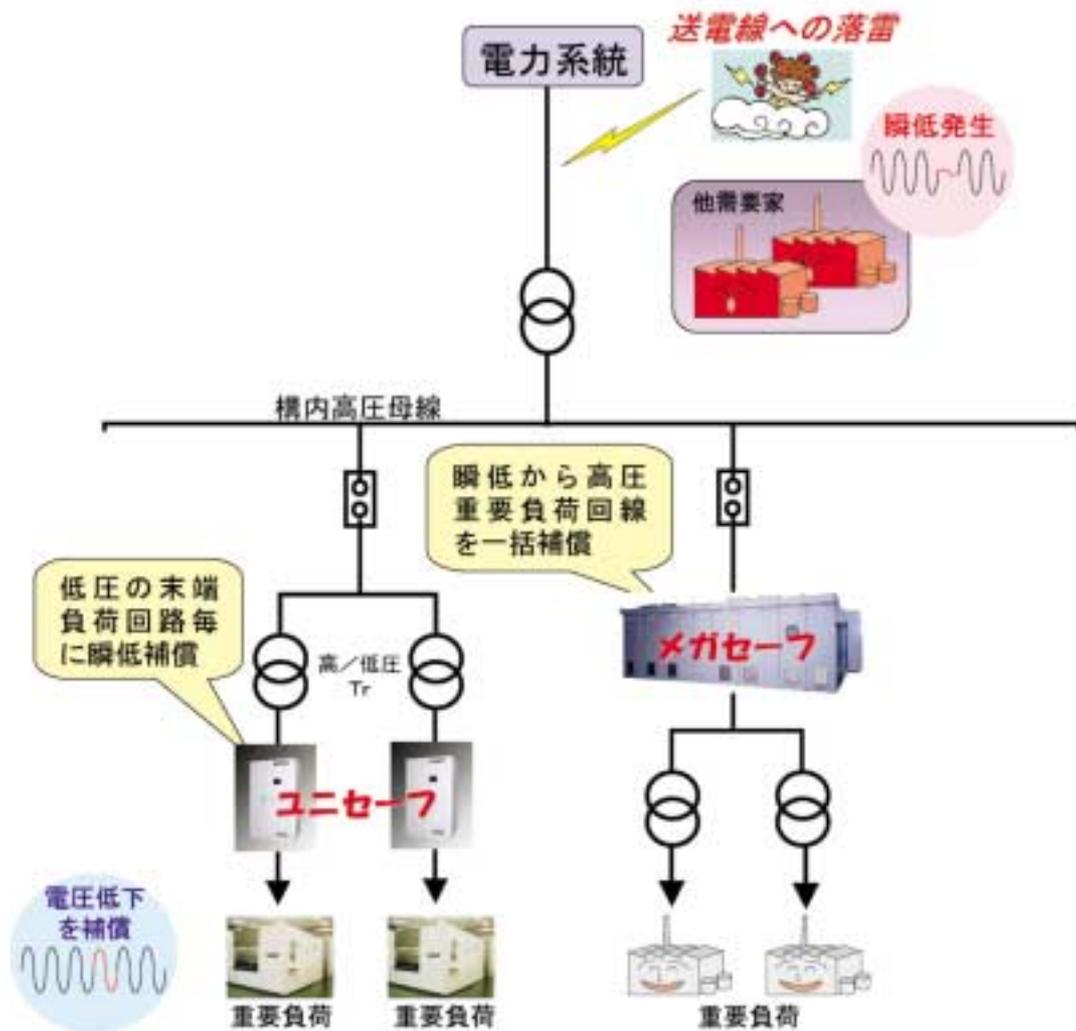


図7 高圧・大容量対策装置（メガセーフ）の設置例

操作・表示面を充実

タッチパネルの採用により操作性の向上と各種運転状態表示、瞬低補償動作履歴表示など、日常管理に必要な機能を搭載した。

地球環境に優しい

小形・軽量化により、使用する材料や製作時の消費エネルギーが削減され、ライフサイクルコスト低減にも貢献している。

狭い場所での更新も容易

現在、200kVA器を10年以上使用しておられるお客様にとって、据付面積で1/2となる新型ユニセーフは大きなメリットを提供できる。

4・6 新型ユニセーフの定格仕様

図6に新型ユニセーフ（200kVA）の外観写真を示す。

表1に新型ユニセーフの定格仕様を示す。

5．高圧・大容量瞬低対策装置（メガセーフ）の概要

お客様の構内において重要設備と一般設備が混在しており、重要設備だけに限って対策実施することが管理面で大変になってきている事、重要設備を特定のフィーダに集める工事が困難である事、複数台の対策装置を設置するスペースが無い事などから、大容量器による一括対策にシフトしていく傾向が見られる。

このようなニーズに応えるため、高圧母線側に設置し、生産システム全体をカバーできる高圧・大容量瞬低対策装置（メガセーフ）を関西電力株式会社殿とで2001年に共同開発した。（図7参照）

5・1 メガセーフの動作原理

メガセーフの動作原理はユニセーフと同様に「不足電圧補償方式」及び「常時商用給電方式」を採用している。（図3参照。）

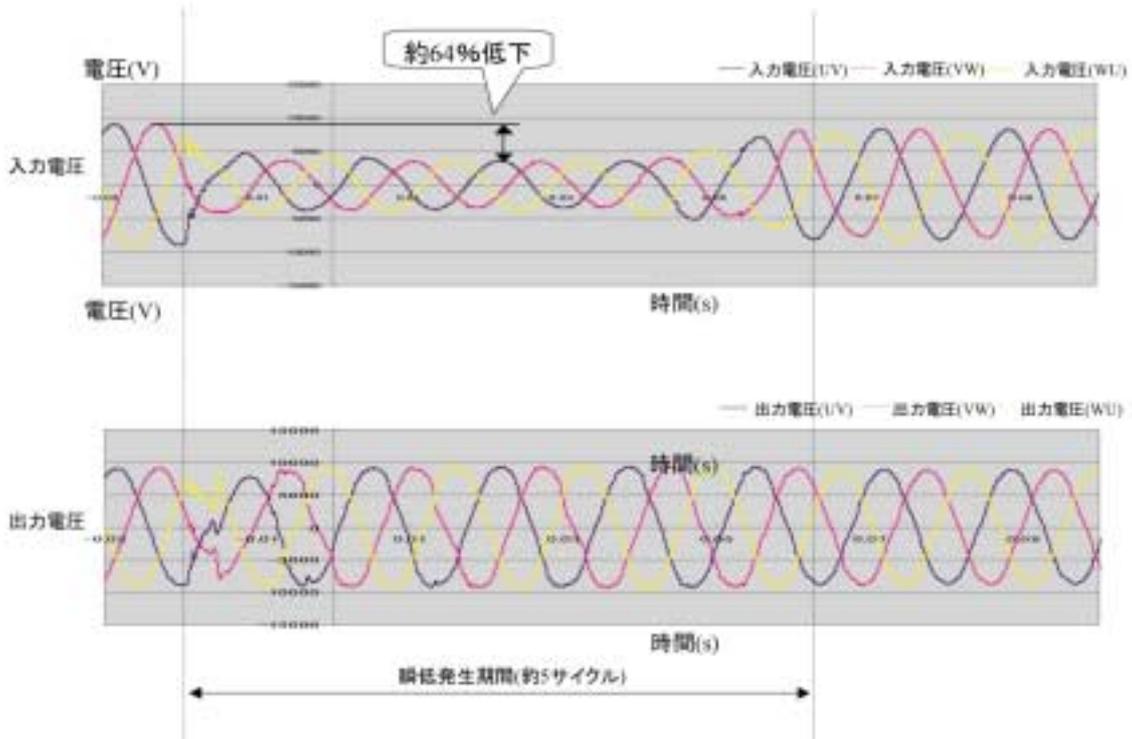


図8 メガセーフ瞬低補償動作例

5・2 メガセーフの補償性能

メガセーフの補償性能は20年にわたるユニセーフでの実績を元に同様の瞬低検出・切替時間、補償能力を持たせている。すなわち、瞬低の発生様相に応じた最適な補償能力となっている(図4参照。)

5・3 メガセーフの瞬低補償動作例

メガセーフは、2002年4月より販売を開始し、現在31セットが運転稼働している。

図8は64%低下5サイクル継続の瞬低における補償動作波形である。1/4サイクル未満で補償動作に入っている。

また、別のユーザでは1日に10回以上瞬低が発生し

て本装置が動作し、全て補償に成功したという事例もある。

5・4 メガセーフの特長

メガセーフを高圧母線側に設置することで本装置に接続された重要設備を一括補償できるため、対策装置コスト、工事コストの低減や管理が容易となる。更に本装置は次のような特長を持っている。

高効率

運転効率99%以上で、省エネを実現している。

省メンテナンス

エネルギー蓄積には信頼性の高い電解コンデンサを採用し15年間交換不要である。



図9 高圧・大容量瞬低対策装置 メガセーフ(2000kVA)外観

表2 メガセーフ定格仕様

項目	メガセーフ
回路電圧	高圧(三相 6.6kV)
定格容量	1000, 2000, 3000, 4000kVA
周波数	50または60Hz
エネルギー蓄積素子	電解コンデンサ(期待寿命15年 at 25℃)
補償方式	常時無停電電 直列/不足電圧補償方式
過昇補償時間	0.00~2秒(電圧低下幅により変化)
切替時間	1/4サイクル以内(50%電圧低下時)
運転効率	99%以上
使用場所	屋内または屋外
外形寸法	W6700×D2500×H2850mm(2000kVA時 標準時)
質量	12700kg(2000kVA時 標準時)

優れた補償性能

瞬低の発生様相に応じた補償性能を持っており、多重雷等の連続瞬低に対しても補償可能である。

5・5 メガセーフの定格仕様

図9にメガセーフ(2000kVA)の外観写真を示す。

表2にメガセーフの定格仕様を示す。

6. あとがき

瞬低の主原因が自然現象であることから、瞬低対策は将来にわたって避けられない課題であり、今後、生産設備が高度化していく状況の中で、さらに重要度が増していくと考えられる。

当社では瞬低対策に関するお客さまの様々なご要求に応え、今後も「技術・製品・サービス」でご安心を提供し続けて行く所存である。

参考文献

- (1) 瞬時電圧低下対策専門委員会、「瞬時電圧低下対策」(1990.6)電気協同研究第46巻第3号、電気協同研究会
- (2) 配電系統電力品質技術専門委員会、「配電系統における電力品質の現状と対応技術」(2005.3)電気協同研究第60巻第2号、電気協同研究会

執筆者紹介

河崎吉則 Yoshinori Kawasaki
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
パウエレ部 部長



佐野耕市 Koichi Sano
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
パウエレ部 事業推進グループ グループ長



池田幸市 Koichi Ikeda
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
パウエレ部 事業推進グループ