

# 製鋼アーク炉用電気設備



**FE** 富士電機



# 製鋼アーク炉用電気設備

## 1.はじめに

### 富士電機の取り組み

◇製鋼用電気炉設備の製作開始：1937年～

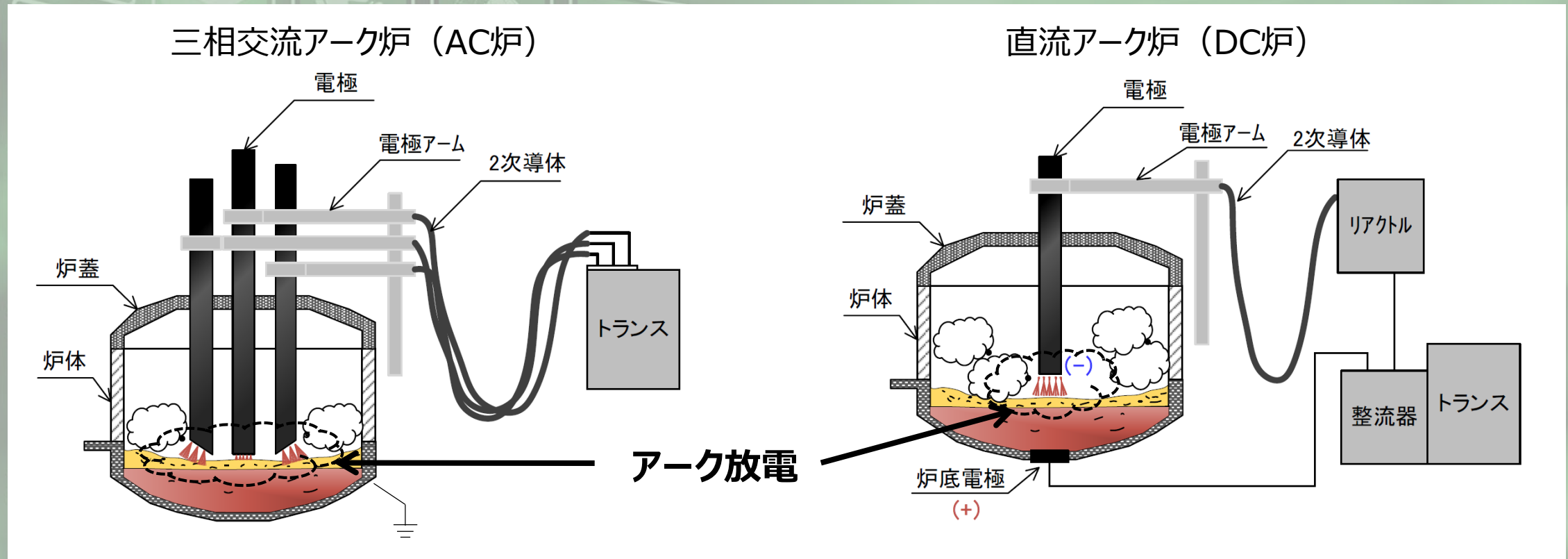
⇒85年間の製作実績

新技術の導入並びに経験の蓄積に努め電気設備の総合エンジニアリングに於いては日本を代表するメーカーとなりました。

◇製作台数・単器容量：世界トップクラス  
溶解の安定性・システムの信頼性が日本の内外に於いて高く評価されております。



## 2. 製鋼アーク炉の種類



60年にわたる実用化の歴史がある

平成初頭より本格的な大型炉導入が始まる



## 3.製鋼アーク炉の装置構成

比較項目	交流アーク炉 ( AC炉 )	直流アーク炉 ( DC炉 )
炉用多頻度遮断器	<p>炉用多頻度遮断器 (1台/1炉) サージ吸収器・避雷器 計器用変成器 (PT・CT) 遮断器</p>	<p>炉用多頻度遮断器 (複数台/1炉) サージ吸収器 (特殊品)・避雷器 計器用変成器 (PT・CT) 遮断器</p>
変換装置	<p>炉用変圧器 (1台/1炉)</p>	<p>整流器用変圧器 (複数台/1炉) サイリスタ整流器 (複数台/1炉) 直流リアクトル (複数台/1炉)</p>
配線	<p>大電流母線 (交流3相分) 電気室内母線 可動電極水冷ケーブル 可動電極アーム部</p>	<p>大電流母線 (直流) 電気室内母線 陽極・陰極水冷ケーブル 陰極側アーム部・陰極側炉底部</p>
黒鉛電極	<p>可動黒鉛電極 (3本)</p>	<p>可動黒鉛電極 (1本又は2本) 炉低電極</p>
電圧タップ 切換装置	<p>負荷時タップ切換装置 (15~19タップ)</p>	<p>無電圧タップ切換装置 (数タップ) 又は 負荷時タップ切換装置 (数タップ)</p>

# 製鋼アーク炉用電気設備

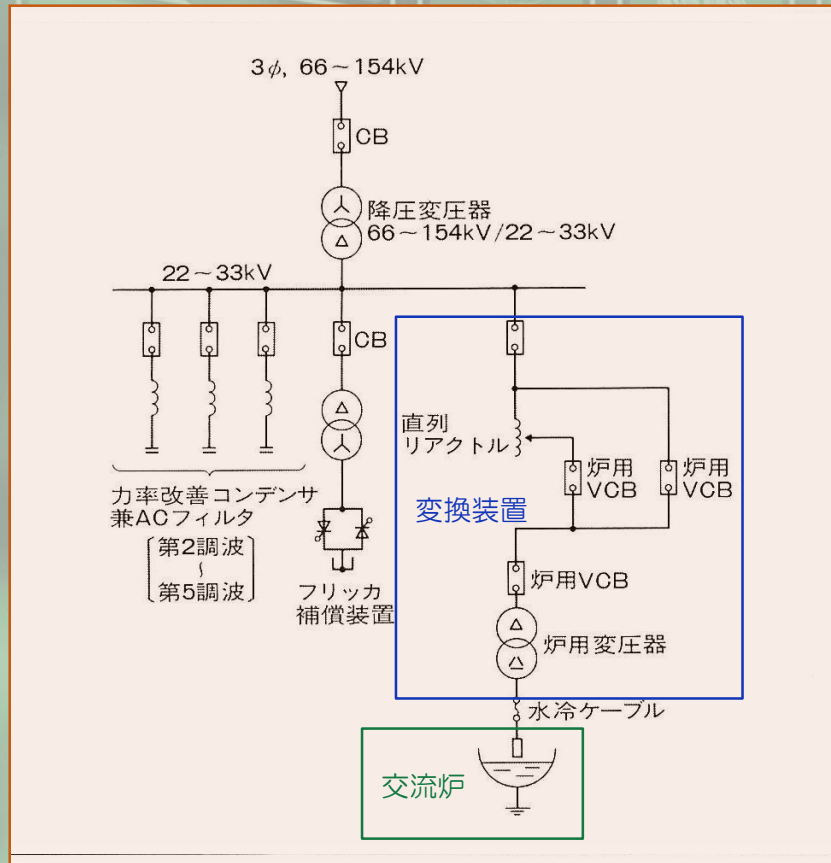
## 3.製鋼アーク炉の装置構成

比較項目	交流アーク炉 (AC炉)	直流アーク (DC炉)
電極昇降制御装置	<b>3極分</b> 電動機駆動 (国内) 電極昇降制御システム	<b>1極分又は2極分</b> 油圧駆動又は電動機駆動電極昇降制御システム
制御監視装置	監視・保護継動器盤 電極昇降制御盤 (3極分)	監視・保護継動器盤 サイリスタ制御盤 電極昇降制御盤
全体制御システム 集中監視システム	両炉共に同等の範囲・規模にて同一レベルのシステムが構築できる。 CRT利用の集中監視操作システムはDC炉の方が容易性に富む	
カ 率 改 善 コ ン デ ン サ	要 (フィルター兼用)	要 (フィルター兼用)
	所要数量・フィルター構成はプラント毎に検討が必要	
フリッカ補償装置	発生フリッカはAC炉よりDC炉のほうが少ない (補償装置の要否はプラント毎に検討が必要)	

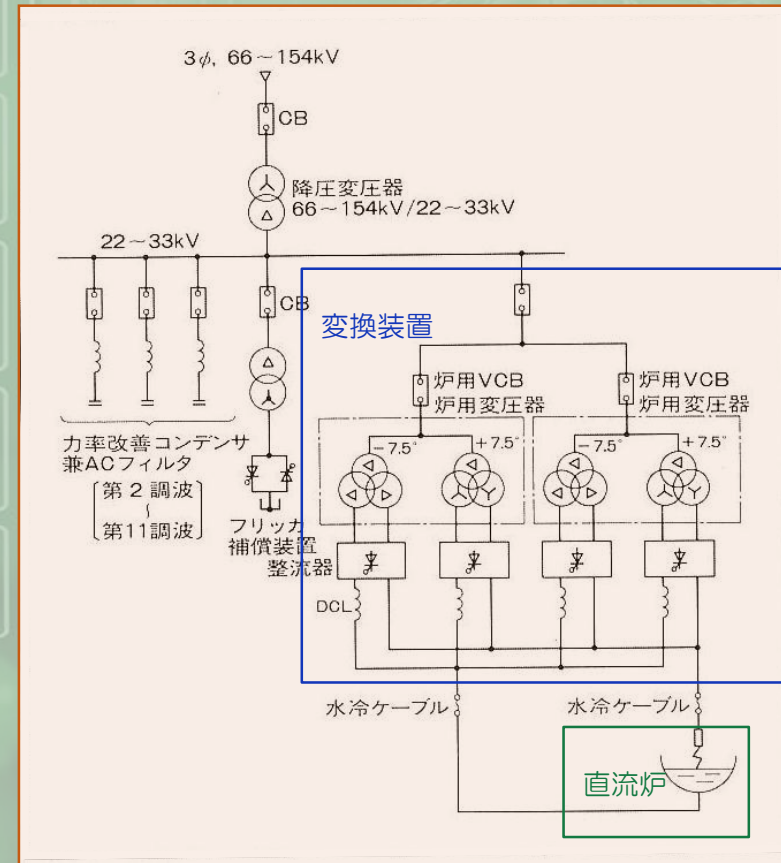


## 4. 製鋼アーク炉の電源システム構成

### 交流アーク炉の電源システム構成例



### 直流アーク炉の電源システム構成例



## 5. 電気設備詳細（交流アーク炉用変圧器）

### 一般電力用変圧器と炉用変圧器の違い

No.	一般電力用変圧器	炉用変圧器（電気炉設備用電力用変圧器を含む）
1	一度受電すれば系統の切り離しが殆どない為 励磁突流が流れる頻度は少ない	チャージ毎に多頻度負荷開閉器の <b>投入・遮断が繰り返され、投入の度に励磁突流が流れる</b>
2	常時受電しており連続負荷である100%負荷での使用は少なく70-80%程度の負荷率である	チャージ毎の <b>間欠負荷</b> である
3	急峻な電流変動（負荷変動）は少ない	常時運転状態において <b>ランダム且つ急峻な電流変動が発生</b>
4	高調波含有量が少ない	電圧、電流共に <b>高調波成分が含まれる</b>
5	タップ切換の頻度が少ない	<b>タップ切換が多頻度（100-200回/日）</b> 炉内短絡電流、励磁突流等の過大な電流を切替える危険性が常にある
6	系統の電圧変動が少ない	力率改善用コンデンサおよび SVC 等の常時接続による <b>受電電圧の上昇がある</b> 多頻度負荷開閉器の遮断・投入により変圧器には <b>開閉サージが侵入する</b>
7	2次側短絡される運転条件が一般的にない	炉内の電極先端部がスクラップを介して <b>短絡された状態での運転状態がある</b>



## 5. 電気設備詳細（交流アーク炉用変圧器）

### 【機械力に対する主な炉用変圧器対策】

- ・巻線軸方向絶縁物の使用量を極力減らし支持構造の強度を高める。
- ・一次、二次巻線を個別に締め付ける構造とする。
- ・リード(口出線) はブスバーもしくは丸銅線を使用しフレキシ性のあるものの使用は最小限とする。
- ・鉄心の締め付トルクを大きくする。
- ・etc...



### 【製作最大容量(実績)】

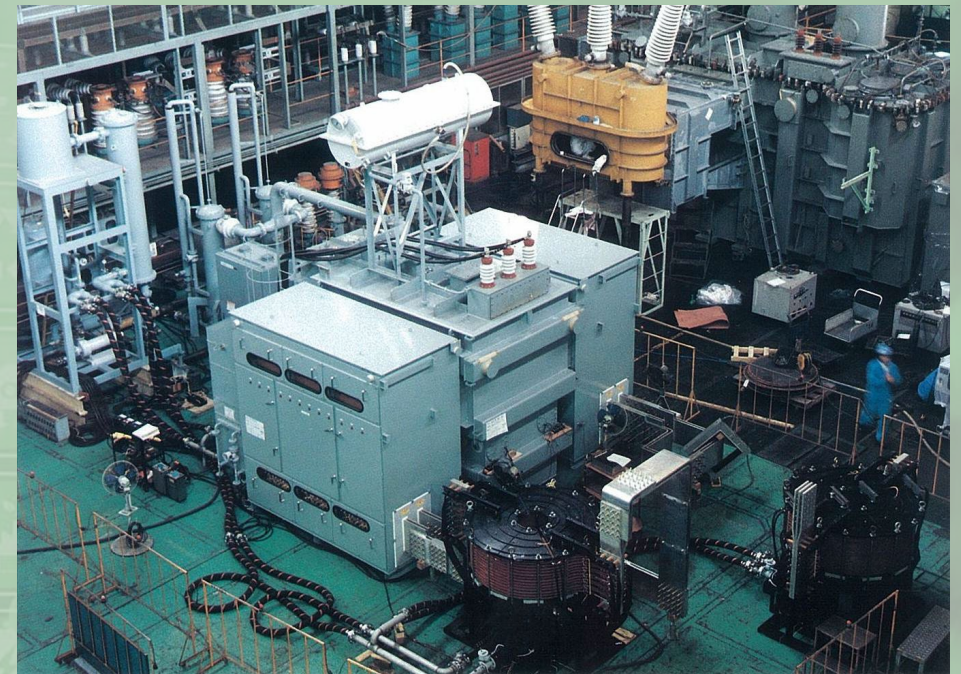
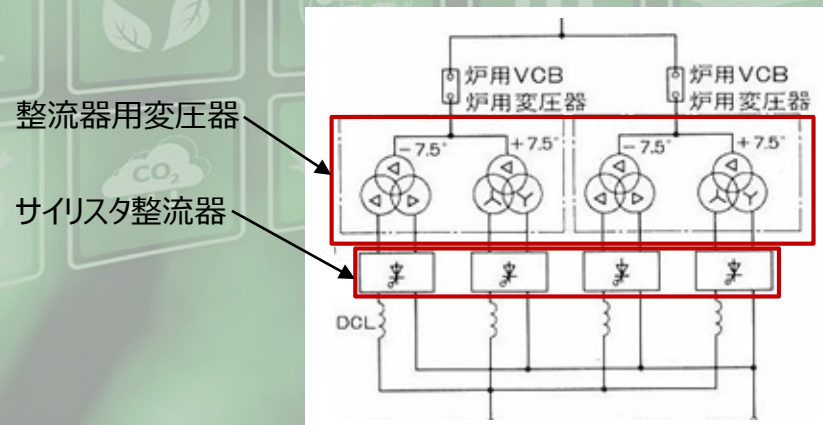
3φ 33kV/R730V 71kA 90MVA



# 製鋼アーク炉用電気設備

## 6. 電気設備詳細（直流アーク炉用整流設備）

- 基本構成は電解プラント向けなどと同じく、整流器用変圧器とサイリスタ整流器で構成される。
- 整流用変圧器の横に整流器が配置され、装置間はフレキシブル導体で接続される。
- 高調波規制に応じて、整流器用変圧器の位相をずらし、高調波発生量を低減させるケースが多い。



【製作最大容量(実績)】

DC1012.5V 280kA 283.5MW

# 製鋼アーク炉用電気設備

## 7.電気設備詳細（電極昇降制御装置）

### <駆動方式>

- ・油圧式
  - ・電動式
- 日本国内は『電動式』が主流

### モーターの制御方式

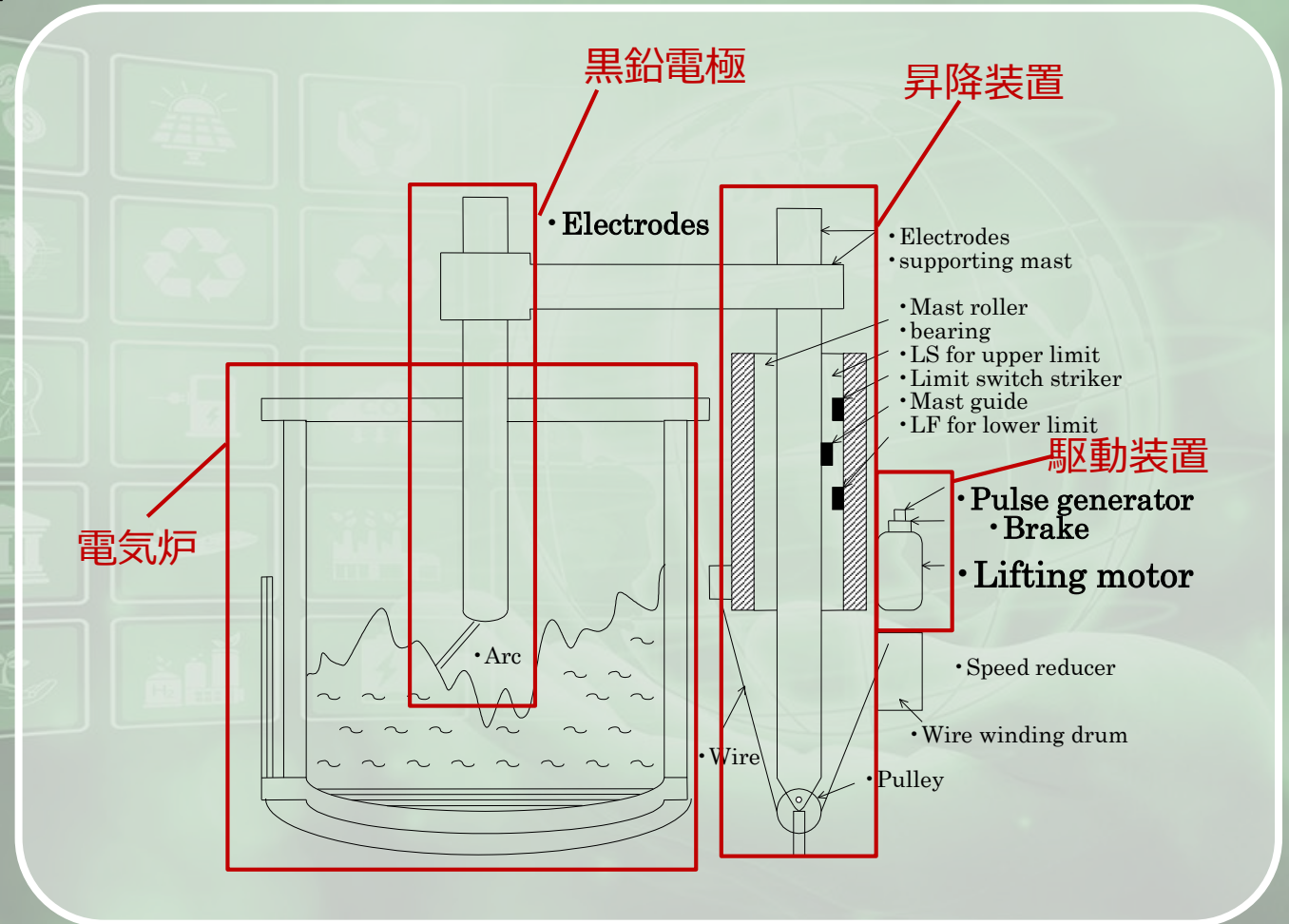
サイリスタ制御



インバータ制御へ

### <インバータ制御のメリット>

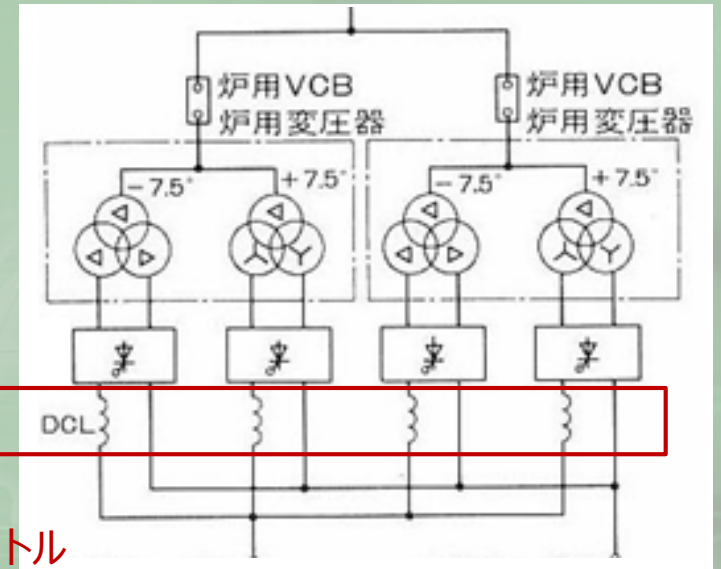
- ・昇降速度の高速化
- ・制御精度向上
- ・電極応答速度の向上



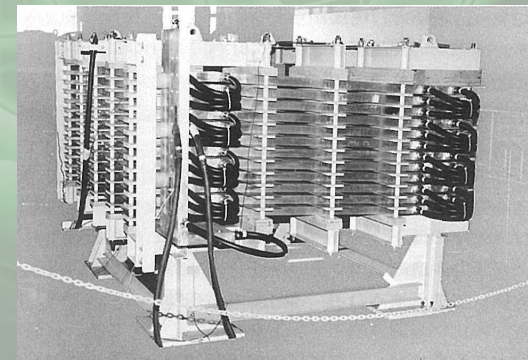


## 8.電気設備詳細（直流アーク炉用電気品）

- 直流アーク炉ではサイリスタ点弧角によって電流制御を行うが、炉内短絡時は制御応答遅れ等により、数百%以上の電流オーバーシュートが発生する。
- そのままオーバーシュート電流に耐える過電流強度を持たせる場合、必要定格電流よりも遥かに大きいサイリスタ装置容量が必要となる
- DCLを設け直流側のリアクタンスを大きくすると電流の立ち上がりが緩やかになり、サイリスタ装置容量を抑えることができる。

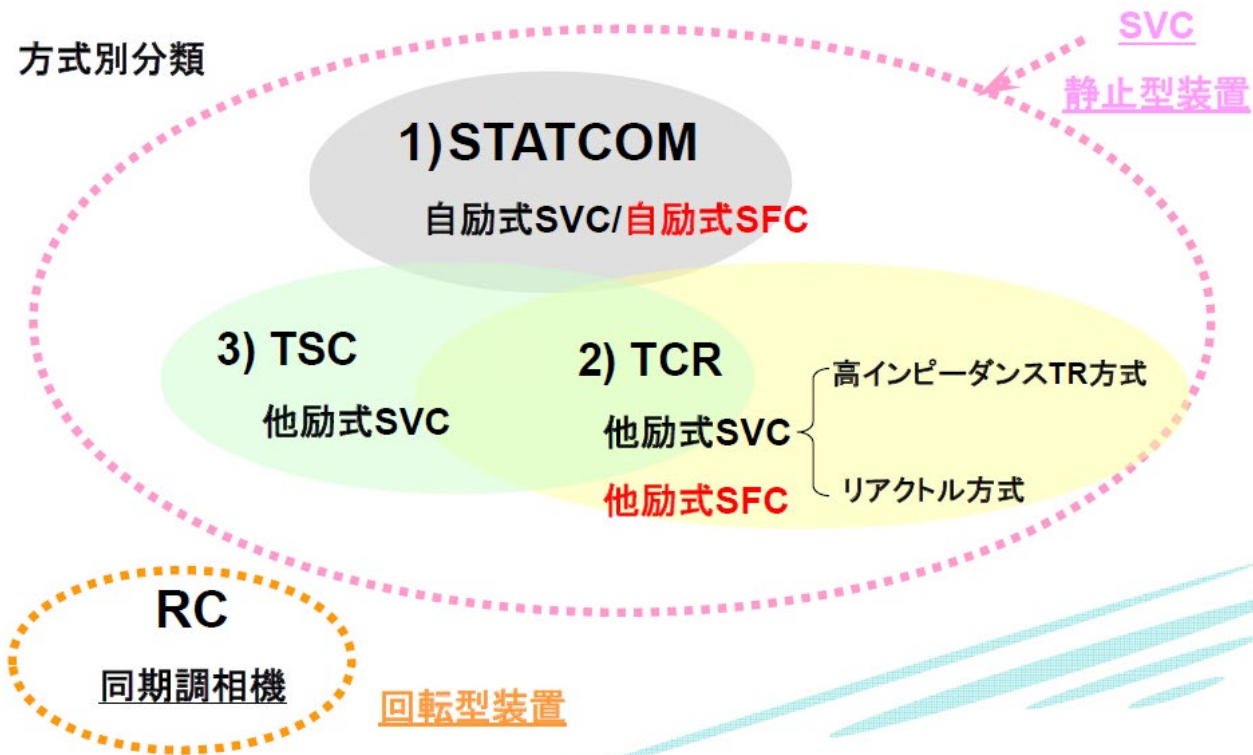


直流リアクトルの外観



## 9.電気設備詳細 (フリッカ補償装置)

**SFC**はSVC(静止形無効電力補償装置)のフリッカ対策に機能を特化したもの





# 製鋼アーク炉用電気設備

## 9.電気設備詳細 (フリッカ補償装置)

	他励式	自励式
回路構成		
フリッカ補償特性 (アーク炉対策)	<p>改善率 (%)</p> <p>補償率 : <math>\Delta Q_F</math>に対する補償装置容量比率</p> $\text{改善率} K = \frac{\Delta V_{10B} - \Delta V_{10A}}{\Delta V_{10B}} \times 100$ <p><math>\Delta V_{10B}</math> : 改善前フリッカ <math>\Delta V_{10A}</math> : 改善後フリッカ</p> <p>(参考図) 補償率 100%</p>	
特徴・比較	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生高調波 大</li> <li>・装置容量 大</li> <li>・設置スペース 大</li> <li>・制御応答性 やや悪い</li> <li>・単位容量価格 低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発生高調波 小</li> <li>・装置容量 小</li> <li>・設置スペース 小</li> <li>・制御応答性 良い</li> <li>・単位容量価格 高</li> </ul>

