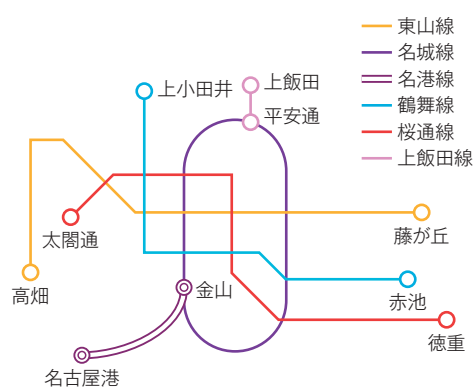


名古屋市交通局 天白変電所 受電設備等機器製造設置工事

朝場史朗 Shiro Asaba

キーワード 鉄道, 省力化, 省エネルギー

概要



名古屋市交通局路線図

名古屋市交通局は、東山線・名城線・名港線・鶴舞線・桜通線・上飯田線の6つの路線から成る地下鉄である。電力監視装置は当社製を納入しているが、変電所設備一式更新としては、2009年の桜通線徳重変電所機器製造設置工事以来11年ぶりの納入となった。

今回、鶴舞線にDC1500Vき電をする天白変電所の更新工事に伴い、主配電盤・84kVガス絶縁開閉装置・整流設備・直流き電設備・高圧配電盤など、変電設備一式を納入した。

1 まえがき

名古屋市交通局は1957年に地下鉄の営業を開始し、現在は6路線（東山線・名城線・名港線・鶴舞線・桜通線・上飯田線）93.3kmを運営している。

名古屋市交通局は電力供給する変電設備の老朽化に伴い、設備更新を順次計画している。この計画の中で、当社は天白変電所の更新工事を行った。本稿では、天白変電所に納入した変電設備を紹介する。

2 設備概要

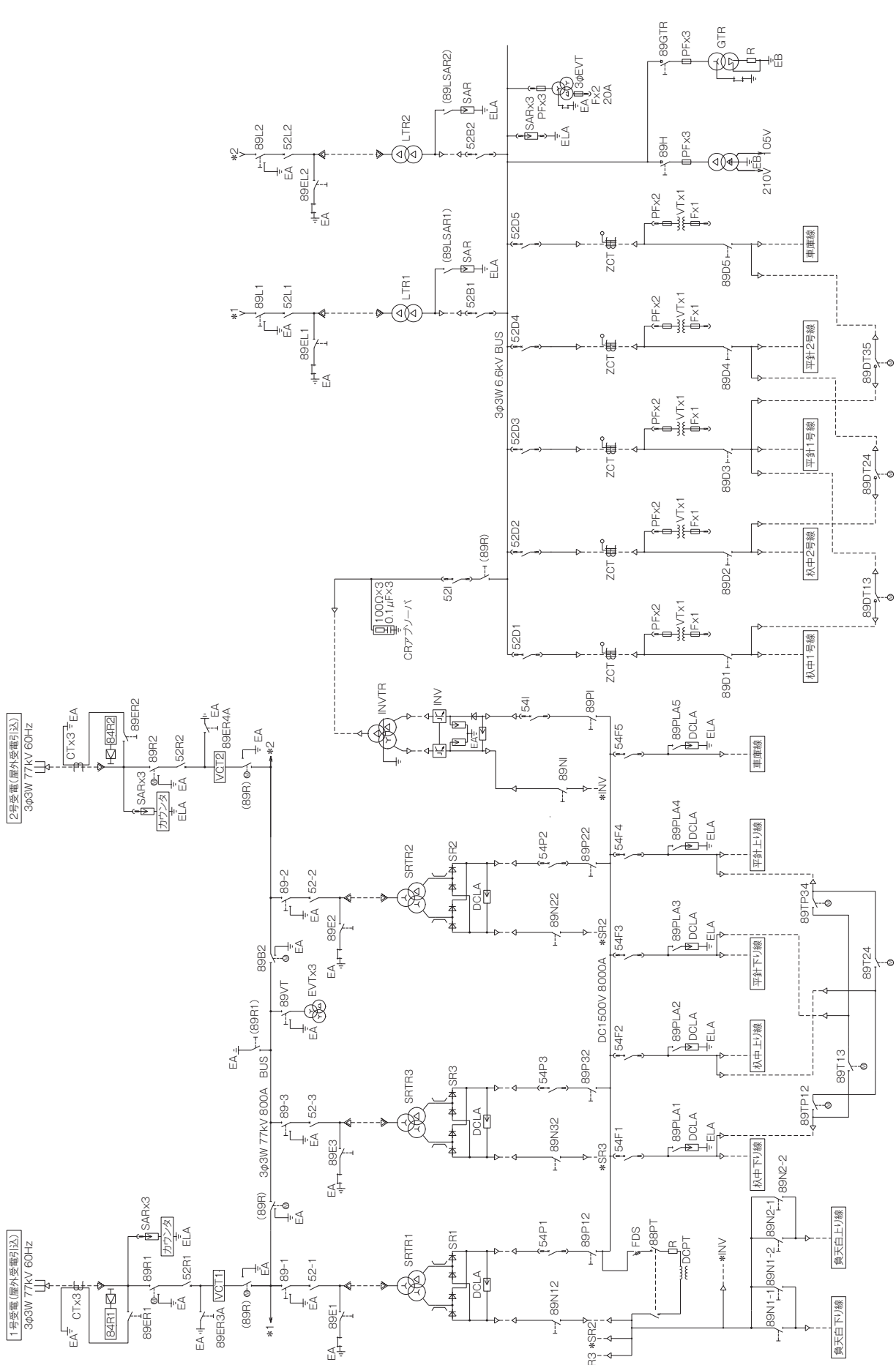
第1図に概略単線結線図を示す。天白変電所には、電力会社からAC77kVを受電する特高受電設備、電車へDC1.5kV電源を供給するための整流設備、駅設備などの沿線機器へAC6.6kV電源を供給する高圧配電設備、車両で消費されなかった直流回

生電力を高圧配電設備へ供給する回生電力変換設備がある。今回当社が納入した主な機器は、以下のとおりである。

- (1) 監視制御配電盤
- (2) 特高受電設備
- (3) 整流設備
- (4) 直流き電設備
- (5) 高圧配電設備
- (6) 電力回生インバータ装置

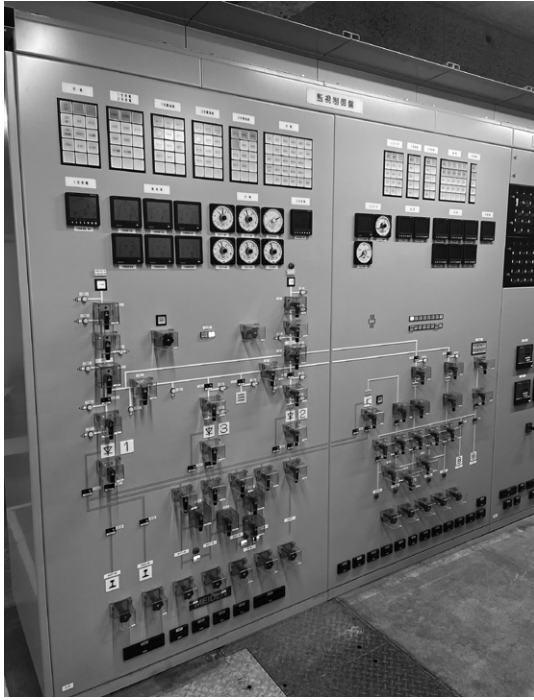
3 監視制御配電盤

第2図に監視制御配電盤を示す。監視制御配電盤は、変電設備の状態監視・機器の制御・計測・保護を行う制御盤である。また、全変電所を監視する遠制装置に対し、制御信号の授受・変電所状態や計測の送信・遠制装置と変電所の中継を行う役割もある。



第 1 図 天白変電所 概略単線結線図

天白変電所の概略単線結線図を示す。電力会社から 77kV で受電し、各負荷へ電力供給する。



第2図 監視制御配電盤

監視制御配電盤を示す。一面で天白変電所の機器状態並びに故障・計測状態が監視できる構成とした。

構成は、変電所内の全機器状態の表示・制御・計測表示などを一括で行う監視制御盤と、各系統区分に合わせて構成した補助・保護継電器盤とした。人とのインタフェースを監視制御盤へ集約し、保護継電器を二重化することで信頼性の向上と保守性を考慮している。

また、各要素の電流試験用端子 (CTT)、電圧試験用端子 (VTT) は通常模擬母線で用いられる部材で区分し、CTTとVTTに貼付するデバイスシールの色を変えることで、誤操作を防止するお客様の特殊仕様に対応した。

4 特高受電設備

第3図に84kVガス絶縁開閉装置 (GIS) を示す。本設備は電力会社から77kVで受電し、整流器用変圧器や付帯用変圧器に電力供給する設備で、六フッ化硫黄 (SF₆) ガスを封入し絶縁している。

構成は、受電盤2面・取引用計器 (VCT) 盤2面・各変圧器一次盤5面・母線断路器盤2面・接地形計器用変圧器 (EVT) 盤1面の計12面である。機器の



第3図 84kV GIS

84kV GISを示す。建屋の支柱を避けるよう、支柱部分にはガス管を設けて保守スペースを確保した。

主な仕様は、以下のとおりである。

- (1) 定格電圧：84kV
- (2) 定格電流：800A
- (3) 定格短時間電流：25kA
- (4) 絶縁媒体：SF₆ガス

5 整流設備

整流設備は、AC77kVの電源をDC1.5kVに変換する。整流器用変圧器の冷却媒体は、鉱油で屋内に設置している。整流器は環境負荷を考慮し、放熱装置はヒートパイプ自冷式となる。整流器用変圧器との接続は省スペースを目的にバスダクト接続とした。第4図にシリコン整流器を示す。機器の主な仕様は、以下のとおりである。

- (1) 整流器用変圧器
 - (a) 1次定格容量：4310kVA
 - (b) 2次定格容量：2×2230kVA
 - (c) 定格1次電圧：77kV
 - (d) 定格2次電圧：2×1.18kV
 - (e) 冷却方式：油入自冷式



第4図 シリコン整流器

シリコン整流器を示す。監視窓を設け、扉を開けずともコンデンサなどの状態を確認できる構造とした。

(f) 定格種類：クラスD (100%連続, 150% 2時間, 300% 1分間)

(2) シリコン整流器

(a) 定格容量：4000kW

(b) 定格直流電圧：DC1.5kV

(c) 直流電圧変動率：6%

(d) 冷却方式：ヒートパイプ自冷式

(e) 結線：二重三相ブリッジ

(f) 定格種類：クラスD (100%連続, 150% 2時間, 300% 1分間)

6 直流き電設備

第5図に直流き電設備を示す。本設備は、整流器で変換されたDC1.5kVを車両へ供給する。開閉器は直流高速度遮断器(HSCB)と断路器で構成され、盤内に収納している。遮断器は、永久磁石保持式の機構が簡略化によって部品点数が削減されたことから、保守を簡易化できるML形を採用した。直流き電設備に実装されている遮断器の主な仕様は、以下のとおりである。

(1) 定格電圧：1800V

(2) 定格電流：4000A

(3) 定格遮断容量：100kA



第5図 直流き電設備

直流き電設備を示す。レールを設けずともHSCBが引き出せる構造とした。

7 高圧配電設備

第6図に高圧配電設備を示す。本設備はAC77kVをAC6.6kVに降圧し、各電気室へ電力供給する。遮断器には電動操作のVJ形を採用し、制御電源がない状況での手動投入をできるようにした。他の変電所でも同じ遮断器が採用されており、保守性も高い。高圧配電設備に実装されている遮断器の主な仕様は、以下のとおりである。

(1) 定格電圧：7.2kV

(2) 定格電流：600A

8 回生電力変換設備

第7図に回生電力変換設備を示す。本設備は、車両で消費できなかった回生直流電力をAC6.6kVに供給することで、回生電力の余剰を有効利用する。素子にはIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)を採用し、制御はパルス幅変調(PWM)制御とし



第6図 高圧配電設備

高圧配電設備を示す。一面で2方向分の配電とすることで省スペース化した。



第7図 回生電力変換設備

回生電力変換設備を示す。

ている。IGBTは自励素子でON-OFF制御ができるため、交流停電時にも転流失敗を起こさない。また、動作が速く循環電流を必要としないこと、回生波形が正弦波に近く高調波含有量が少ないことが特長として挙げられる。回生電力変換設備の主な仕様は、以下のとおりである。

- (1) 回生インバータ
 - (a) 定格容量：1000kW
 - (b) 定格電圧：DC1.64kV
 - (c) 定格電流：610A
 - (d) 冷却方式：強制風冷
 - (e) 定格種類：S種（100%連続，500%1分間）
- (2) 回生インバータ用変圧器
 - (a) 定格容量：1000kVA
 - (b) 定格1次電圧：2×460V
 - (c) 定格2次電圧：6.6kV
 - (d) 冷却方式：油入自冷式
 - (e) 定格種類：S種（100%連続，500%1分間）

9 むすび

他社製の変電所を既設の建屋を流用しながら更新するという非常に難易度の高い案件であったが、主配電盤の切り替えを皮切りに全10ステップを経て、2023年2月に無事更新工事が完了し、現在も安定した電力供給を行っている。

最後に、本設備の製作及び更新にあたり、ご指導・ご協力をいただいた関係者の皆様に、深く感謝の意を表する次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



朝場 史朗
Shiro Asaba

変電技術部電鉄技術部
電鉄システム受変電設備のエンジニアリングに従事