

# タイ王国 パープルライン納入電源設備

棚田 潤 Jun Tanada

キーワード タイ・鉄道・電力送電

## 概要



パープルラインの車両と駅

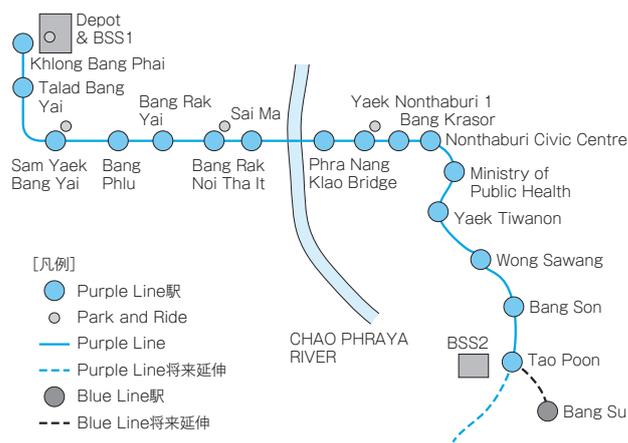
パープルラインは、バンコク郊外のノンタブリ県Klong Bang Phai駅からMRTブルーライン（地下鉄）と接続される予定のバンコク北部のTao Poon駅を結ぶ全長約23kmの高架鉄道である。

ノンタブリ県からバンコクへの自家用車の乗り入れを減少させ、交通渋滞を解消することを目指して建設された。当社は、パープルラインに受電設備・き電設備・配電設備の電源設備一式を納入し、併せて設備の据え付け工事・ケーブル布設工事を担当した。

## 1 まえがき

タイ王国の首都バンコクは、東南アジアのほぼ中心に位置し、周辺地域における経済活動の中心として目覚ましい発展を遂げている。一方で首都バンコクでは、慢性的な交通渋滞に悩まされるようになった。バンコク都内への車の乗り入れを緩和するために、郊外からのパーク（アンド）ライドを主目的とした鉄道網の整備が多数計画されている。この計画の中で、当社は2014年からパープルラインプロジェクトに参画した。

**第1図**にパープルラインの路線図を示す。パープルラインは、ノンタブリ県のKlong Bang Phai駅とバンコク都北端のTao Poon駅を約30分で結び、路線長は約23km、16駅が設置されている。将来的には南側へと運行区間を延長し、南北へ延びる路線



第1図 路線図

パープルラインの位置・駅数を示す。

となる。本稿では、当社が納入した駅舎及び車両へ安定した電源を供給する電源設備と電気工事を紹介する。

## 2 電源供給システムの概要

パープルラインの電源は首都圏配電公社（MEA：Metropolitan Electricity Authority）の送電網から2か所のBulk Sub Station（BSS）でそれぞれ異なった電圧で受電している。BSS1は115kV、BSS2は69kVを受電し、各電圧から22.8kVへ降圧し、き電変電所・駅変電所・車両基地へ配電している。き電変電所では直流750Vへ整流して車両へ電源を供給する。また、400Vへ降圧して駅舎内へ電源を供給している。400V系の設備には、重要設備電源用にバックアップとして無停電電源装置（UPS：Uninterruptible Power System）を備えている。

### 2.1 受電系統

第2図に115kV/69kV受送電及び22.8kVループ配電を含む電源全体系統図を示す。なお22.8kVループ配電系統のうち、S09を境にしてS01～S08を115kV受送電系、S09～S16を69kV受送電系としてシステムを構成している。BSS2では、将来のパープルライン南部延長を見据えて予備フィーダを設けている。

受電変電所である115kV/69kVの設備はMEA仕様の設備とし、GIS及び保護リレー盤もMEA仕様で納入した。なお115kV/69kV GISの監視及び入/切操作は、MEAが担当している。

MEA送電網の保護は、対向ポストとパイロットワイヤーリレーで構築するとともに、自ポストのバックアップ保護として過電流系の保護を備え、メイン保護とバックアップ保護の構成とした。50MVA/75MVA ONAN/ONAF主変圧器は、負荷時タップ切り替え器を備え、22.8kVループ電圧の一定制御を行っている。なお、主変圧器の容量は将来車両編成が3両から6両に増加した場合でも、どちらか一方のBSSの主変圧器で電源を供給できるように容量を選定した。

### 2.2 22.8kV交流配電系統

第2図に示すとおり、22.8kVループ配電系統でき電変電所（TSS）、22.8kVリング配電系統で駅変

電所（SSS）・車両基地（DEPOT）などへ給電している。

各TSS間のループ配電は方向性保護継電器で区間保護しているため、事故が他区間へ波及しない。また、SSSは片系の送電に異常があった場合でも、もう片方だけで駅の電源が維持できる容量とした。片系BSSの停電が発生した場合には、他系統BSSの電源を自動で延長制御できるようにPLC（Programmable Logic Controller）を設置した。本装置でS09の電源延長用開閉器を自動投入し、系統の停電時間を最小限に抑えている。併せて、他系統の電源が復旧し系統を戻す際にも本PLCで自動で系統を再構成する機能を実装した。

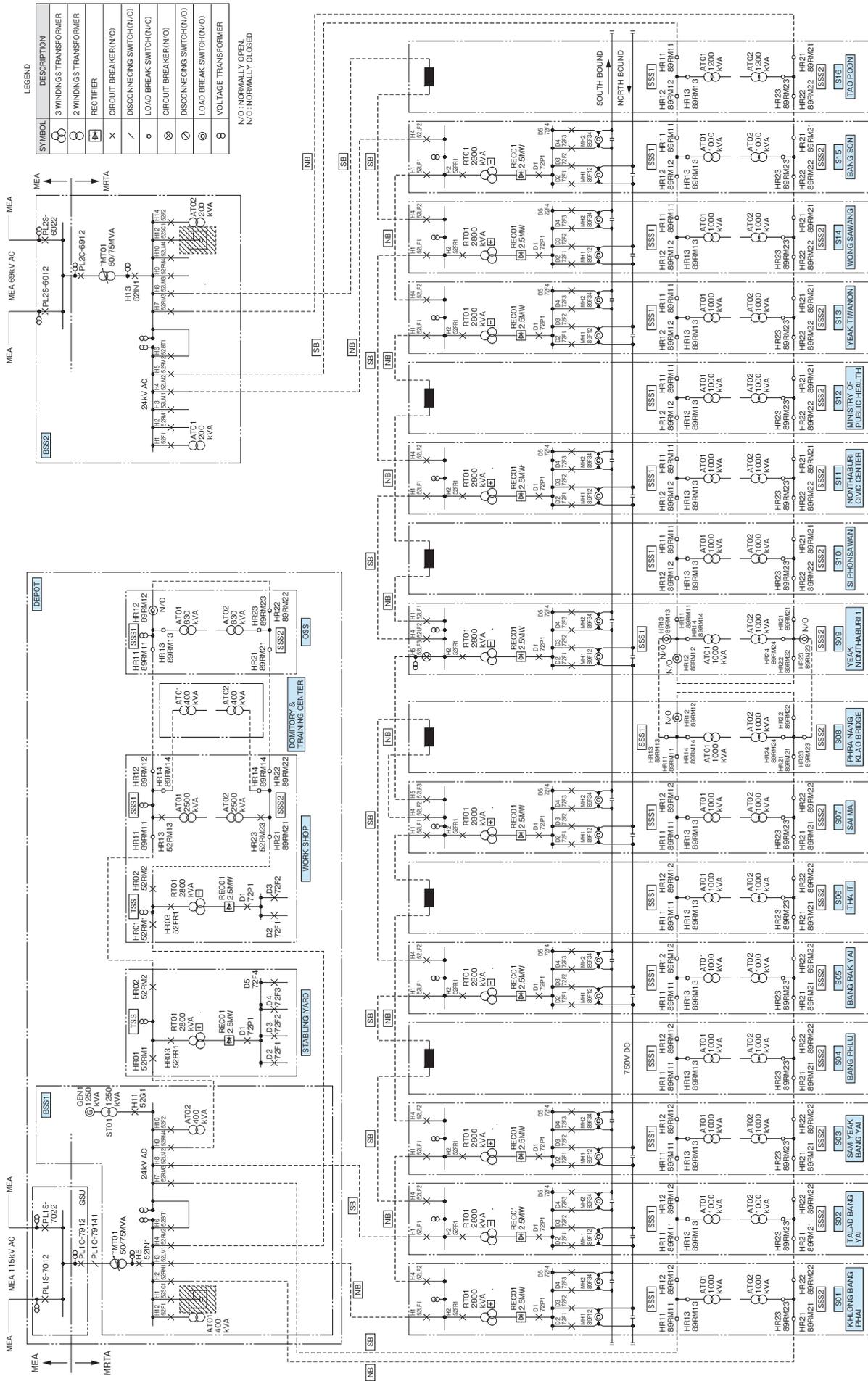
さらに、115kV系及び69kV系の両受電系統が停電した場合の最終電源供給手段として、非常用発電機をBSS1に配置した。本設備でDepot内の指令設備の電源は、8時間維持できる。

### 2.3 750V直流き電系統

第2図に示すとおり、各TSSに直流整流設備を1組設置した。各変電所では、12相整流器用変圧器の一次側Δ巻線を±7.5°ずらして各々配置し、変圧器を変電所間で組み合わせて等価24相整流とし、交流側の高調波流出量の低減を図っている。整流器容量は、10TSSのうち1TSSが使用不能となった場合でも、車両への電源供給に支障をきたさない電源容量とした。

750Vき電線は直流遮断器の自己遮断以外に電流変化率要素（Rate of rise）、電流増加幅（ $\Delta I$ ）などの機能を含んだマルチファンクションリレーを使用し、更には連絡遮断機能を設けて確実に事故から保護するように考慮した。

直流設備の場合、一旦事故が発生しても即座に復旧する可能性があるため、遮断器再閉路機能を装備している。併せて、ロードメジャリング機能を装備することで回線の短絡事故の有無を判断している。本機能は、初投入時や事故電流遮断後の再投入シーケンスで、電流抑制抵抗を介して試験送電を実施し、外線電圧および抵抗を測定してその測定値が所定の値以下の場合には事故が継続していると判断し



第2図 パープラライン電源全体系統図

パープルライン電源の全体系統図を示す。

て、遮断器の投入を抑止する。

負極盤には電圧抑制装置（VLD：Voltage Limiting Device）及び漏れ電流の測定機能を装備した。VLDは車両の力行時、回生時もしくは地絡事故時に発生する接地－負極間の過電圧を検出してコンタクタで瞬時に接地－負極間短絡することで、車両ボディ（負極）とプラットホームの電圧差で乗客が駅で感電しないように考慮した。

漏れ電流は、迷走電流回収用のメッシュを負極盤に接続することで測定している。Depotにデータサーバを設置して全駅分の迷走電流のデータを収集している。またパープルラインでは、直流地絡に対してフレームリーケージリレーで保護している。接地線を直接筐体に接続し、専用装置で地絡電流を検出して保護する。そのため、整流器・直流遮断器盤などは絶縁床上に据え付けした。

## 2.4 電気工事

当社の納入する電気設備の据え付け施工及び各電力ケーブルの布設を担当した。設備には大小様々な機器があり、機器構造に合わせて安全な搬入・確実な据え付けを計画・実行した。24kV電力ケーブル布設では、作業用車両を使用し布設総長は約400kmに及んだ。第3図にケーブル布設工事の作業風景を示す。



第3図 ケーブル布設工作業風景

現場ケーブル布設工事の作業風景を示す。

## 3 受変電設備仕様

パープルラインでは、単一故障が発生してもシステム運転には影響を与えないように、受変電設備も二重化もしくはバックアップを基本とした構成としている。主要機器の仕様は、以下のとおりである。

### 3.1 受電変電所

(1) 115kV GIS (BSS1)/69kV GIS (BSS2)

規格：IEC62271-203

形式：屋内形ガス絶縁スイッチギヤ

定格：定格電圧 115kV (BSS1)/69kV (BSS2)

定格遮断電流 40kA

定格電流 2000A

第4図に69kV GISの外観を示す。

(2) 112/22.8kV (BSS1), 67/22.8kV (BSS2) 主変圧器

規格：IEC60076

形式：屋外形油入自冷／風冷式



第4図 69kV GIS

電力会社の69kV電力系統から受電するためのGISを示す。

定格：50/75MVA

112kV/22.8kV (BSS1) 50Hz OLTC付き

67kV/22.8kV (BSS2) 50Hz OLTC付き

%Z 12.5%

結線 Dyn1

第5図に112/22.8kV主変圧器の外観を示す。



第5図 112/22.8kV主変圧器

112kVから22.8kVへ降圧するための主変圧器を示す。



第6図 22.8kV GIS

22.8kV系配電用GISを示す。

(3) 22.8kV GIS

規格：IEC62271-200

形式：屋内形ガス絶縁スイッチギヤ

定格：定格電圧 24kV

定格遮断電流 25kA

定格電流 2000/1250A

第6図に22.8kV GISの外観を示す。

(4) 非常用発電機 (BSS1)

規格：IEC60034-1

形式：ディーゼルエンジン発電機

定格：定格容量 1250kVA

定格電圧 416/240V 50Hz

定格電流 2000/1250A

第7図に非常用発電機の外観を示す。

その他BSSは、MEA仕様の保護リレー盤・主変圧器負荷時タップ切り替え器制御盤・主変圧器二次側接地用抵抗 (NGR)・非常用発電機用の22.8kV昇圧用キャストレジンモールド変圧器・所内用変圧器・110V直流電源盤・UPSなどで構成される。

### 3.2 き電変電所

(1) 22.8kV GIS

規格：IEC62271-200

形式：屋内形ガス絶縁スイッチギヤ



第7図 非常用発電機

非常用発電機を示す。



第 8 図 整流器用変圧器

整流器に接続されるための変圧器を示す。

定格：定格電圧 24kV  
 定格遮断電流 25kA  
 定格電流 1250A

(2) 整流器用変圧器

規格：IEC60076-11

形式：屋内形キャストレジンモールド

定格：2800/1400/1400kVA

22.8/0.585kV 50Hz

%Z 8.0%

結線 D (+7.5 or -7.5) d0y11

第 8 図に整流器用変圧器の外観を示す。

(3) 所内用変圧器

規格：IEC60076-11

形式：屋内形キャストレジンモールド

定格：2500/1200/1000/630/400/200kVA

22.8/0.416kV 50Hz

%Z 6.0%

結線 Dyn1

(4) 整流器

規格：IEC60146

形式：屋内自冷

定格：定格電圧 DC 900V

定格容量 2500kW (12相整流)

過負荷耐量 150% 2時間, 300% 1分

第 9 図に整流器の外観を示す。



第 9 図 整流器

交流の電気を直流の電気に変換する装置を示す。



第 10 図 750V 直流遮断器盤

車両へ直流 750V をき電、保護する直流遮断器盤を示す。

(5) 750V 直流遮断器盤

規格：IEC61992

形式：屋内形直流遮断器盤

定格：定格電圧 DC 900V

定格遮断電 180kA ピーク

直流遮断器定格電流 4000A

第 10 図に 750V 直流遮断器盤の外観を示す。

(6) 750V 直流バイパス LBS (Load Break Switch) 盤

規格：IEC61992

形式：屋内形直流遮断器盤

定格：定格電圧 DC 900V  
定格電流 4000A

第11図に750V直流バイパスLB盤の外観を示す。

(7) 750V負極盤

形式：屋内形直流負極盤

定格：定格電圧 DC 900V  
定格電流 6000A



第11図 750V直流バイパスLB盤

非常時に電源を延長するバイパス盤を示す。



第12図 VLD (左) と負極盤 (右)

VLDと負極盤を示す。

(8) VLD

規格：EN50122-1

定格：定格電圧 DC 900V

定格電流 500A

第12図にVLDと負極盤の外観を示す。

その他き電変電所の所内設備は、110V直流電源盤・UPSなどで構成される。

### 3.3 駅変電所

駅変電所の構成機器は、24kV RMU (Ring Main Unit)・所内用変圧器・110V直流電源盤及びUPSである。機器仕様は以下の通りである。

(1) 22.8kV RMU

規格：IEC62271-200

形式：屋内形ガス絶縁スイッチギヤ

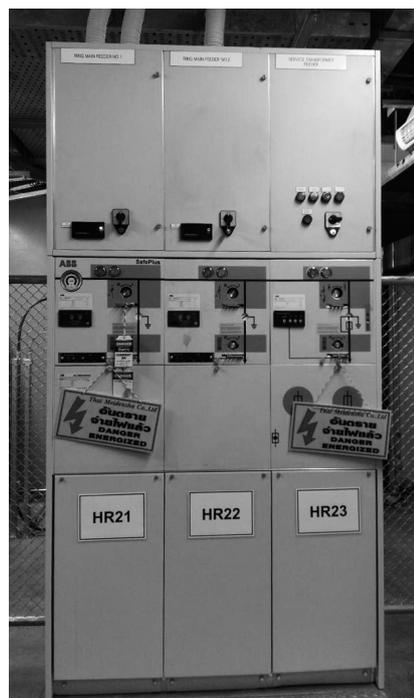
定格：定格電圧 24kV

定格電流 630A

第13図にRMUの外観を示す。

### 3.4 車両基地変電所

車両基地変電所の構成機器は、き電変電所と同じである。



第13図 RMU

22.8kV 配電用のRMUを示す。

## 4 むすび

パープルラインは2016年8月6日に開業し、安定した運行を続けている。今後、パープルラインが多くの人々に利用され、タイ王国における電車の必要性和利便性が更に実感されていくことを期待する。関係者各位のご指導がなければ、短い工期の中で工事を無事終えることはできなかった。

最後に、関係者各位に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》

---



棚田 潤  
Jun Tanada

MEIDEN ASIA PTE. LTD.  
電鉄システム受変電設備のエンジニアリングに従事

---