

海底トンネルにおける受配電設備の更新工事

館山竜太 Ryuta Tateyama
米倉孝行 Takayuki Yonekura

キーワード トンネル工事、高圧ケーブル延線、高圧受配電設備更新、トンネル換気設備

概要



関門トンネル門司坑口

関門トンネルは1958年に開通した国道2号線の海底トンネルである。本州と九州を結ぶ全長3460mの片側1車線の対面通行トンネルで、1日約3万台に及ぶ車両交通・物流の要所である。現在、トンネルに4か所ある換気用立坑上部の電気室で、受配電設備や立坑間の連絡用高圧ケーブルなど老朽化した電気設備を3年かけて更新している。また、更新工事にあたっては、1日約4800tに及ぶトンネル内湧水の排水など、トンネルの重要機能に影響を与えることのないよう、また安全に十分配慮して工事計画を立案し、施工を進めている。

1 まえがき

現在、トンネルに4か所ある換気用立坑上部の電気室で、受配電設備や立坑間の連絡用高圧ケーブルなど老朽化した電気設備を3年かけて更新している。関門トンネルには^{むくの}棕野・下関・門司・古城の4つの立坑があり、電気室は各立坑の上部にある。下関立坑は中国電力(株)から、門司立坑は九州電力(株)からそれぞれ6.6kVで受電している。主な配電先は、トンネル内の照明・送排風機・排水ポンプである。トンネル内の照明は上下線で配電元が違い、下関に向かう上り線の照明は中国電力(株)から、北九州に向かう下り線の照明は九州電力(株)から配電し、それぞれの照明変圧器盤から電気が供給されている。

本稿では、受配電設備と立坑間連絡ケーブルの更新を紹介する。

2 工事概要

関門トンネルでは、換気設備の工事に合わせて受配電設備や集じん機設備などの老朽化した設備を更新している。そのうち当社が施工している受配電設備の概要は、以下のとおりである。

- (1) 各立坑受配電設備4か所の更新一式
- (2) 排気動力盤・送気動力盤の更新一式
- (3) 門司・下関料金所電気室機能増設
- (4) 下関口ポンプ室変圧器更新一式
- (5) 立坑間及び料金所送り他高圧ケーブル更新
高圧ケーブル：約14,540m

第1図に古城立坑更新前の換気設備を示す。

2.1 ケーブルの布設方法

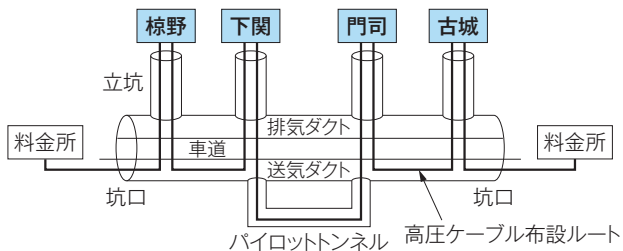
第2図にトンネル内のケーブルルートを示す。ケーブルは、坑口部分で地中電線路から車道下送気



第1図 古城立坑更新前の換気設備

左3台が排風機、右3台が送風機である。

.....



第2図 トンネル内ケーブルルート

ケーブルルートのうち坑口部分は車道側に面しているため、通行を止めて作業を行った。トンネルルートは車道下の送気ダクトとパイロットトンネルである。

ダクト内を經由して約90m上の立坑上電気室へ布設されている。作業にあたり、地下へのケーブル搬入方法や安全な作業条件確保に留意し作業計画を立案した。

第3図 にトンネル内布設用ケーブルドラム搬入の様子を示す。立坑間の布設では、人道用エレベータ（40人乗り、最大積載荷重3000kg）を使用してケーブルドラムを搬入することとし、エレベータに積載できる最大寸法に合わせてドラムを分割して搬入した。

第4図 にトンネル坑口部分のケーブル布設作業の様子を示す。坑口付近から車道下へ通線する部分は車道側からの作業となるため、片側交互通行規制が必要だったが、60日間全線通行止めで実施されたりリフレッシュ工事に工程を合わせ、安全に布設作業を実施した。



第3図 トンネル内布設用ケーブルドラムの搬入

40人乗りの人道エレベータは最大積載荷重3000kgで、ケーブルドラム搬入に使用した。22時～6時は歩行者通行止めであり、夜間を利用したの搬入作業である。

.....



第4図 トンネル坑口部分のケーブル布設作業

夜間片側通行止めで作業を計画していたが、60日間全面通行止めとなるリフレッシュ工事に工程を合わせたことで、日中に安全に作業を行った。ケーブルは通風孔を利用して車道下の送気ダクト内へ入線した。

3 切り替え手順

本工事では、各立坑で受配電設備・換気設備・トンネル照明設備の切り替え作業を行っている。門司立坑換気設備と照明設備の切り替え手順の概要を紹介する。

3.1 換気設備の更新

(1) STEP1 同一既設電気室内で新設盤を据え付けるスペースを確保する。通常時は、トンネル内換気用に送風機3台、排風機3台を運用していたところを、更新中はトンネル火災時の排煙用として排風

機1台のみを運用し、残り5台を撤去した。併せて電気室側の各動力盤を撤去し、新設動力盤の据え付けスペースを確保した。

(2) STEP2 新たに別工事で排風機を1台設置し、新設盤との組み合わせ試験を実施して立ち上げ、残った1台の排風機を撤去した。併せて電気室側の排気動力盤を撤去し、送気動力盤の据え付けスペースを確保した。

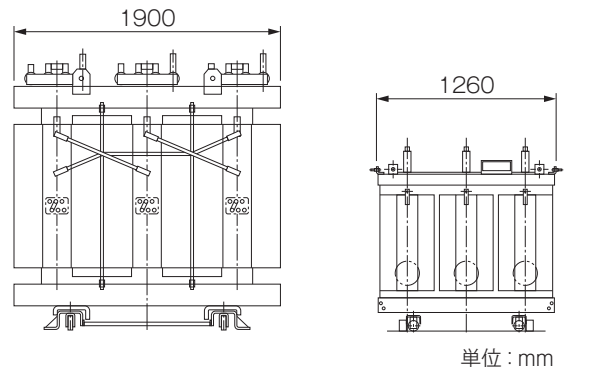
(3) STEP3 送気動力盤を搬入据え付け後は、送風機の据え付けに合わせて組み合わせ試験を実施し、完成した。

3.2 照明設備の更新

トンネル照明変圧器と人道照明変圧器は一次側電圧が3.3kV系統にあるが、4つの立坑全ての更新が完了した後、6.6kV系統に統一する計画である。6.6kV化の切り替え作業は夜間の限られた時間で行う必要がある。切り替え作業時間を短縮するため、二次側6.6/3.3kVの切り替えタップ付き変圧器にする予定であったが、2014年の新トップランナー基準を満たした切り替えタップ付き変圧器は電気室での盤内組み込みが困難な寸法だったため、発注者と協議して6.6kV用と3.3kV用の2台の変圧器に変更した。変圧器が小さくなったため、狭い電気室で施工することができた。第5図に比較検討した変圧器の寸法を、第6図に電気室配置及び変圧器搬入の

比較を示す。2016年11月に6.6kVへの切り替え作業を行う予定である。第7図に更新前後の照明電源単線系統図を示す。切り替えの手順は、以下のとおりである。

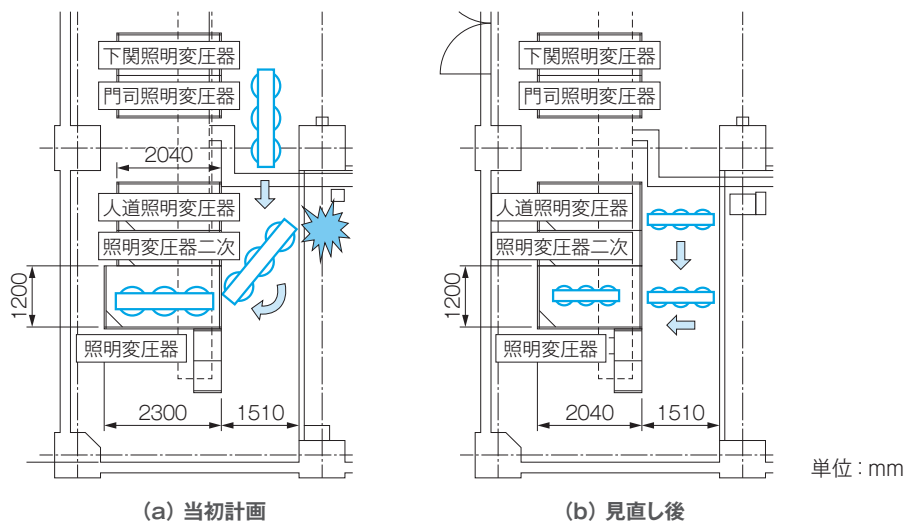
(1) STEP1 上り車線の照明を全て停電させて電圧切り替えを実施する。下関立坑の照明変圧器二次側に4立坑それぞれの照明変圧器が接続されており、同時に変圧器のタップ切り替えを実施する。料金所の変圧器も同時に切り替えるが、料金所を停電できないため、仮設発電機で料金所設備を稼働させながらタップを切り替える。



(a) タップ切り替え有り (200kVA 6.6kV-6.6kV/3.3kV) (b) タップ切り替え無し (200kVA 6.6kV-3.3kV)

第5図 変圧器の寸法比較

当初計画した一次側6.6kV、二次側6.6kV/3.3kVのタップ切り替え付き変圧器(a)と計画変更した一次側6.6kV、二次側6.6kVの変圧器(b)の寸法を比較する。2014年のトップランナー規格に準拠したことで、想定をはるかに上回る寸法となった。



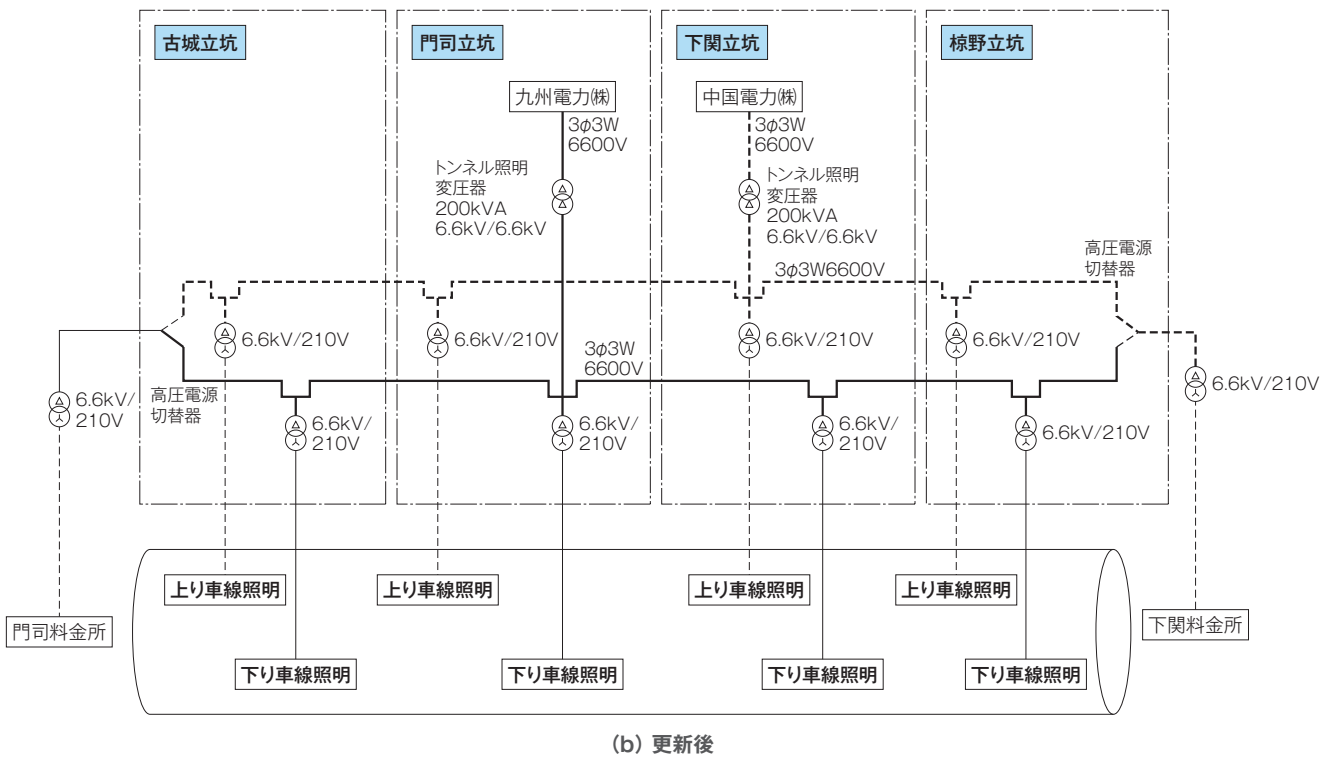
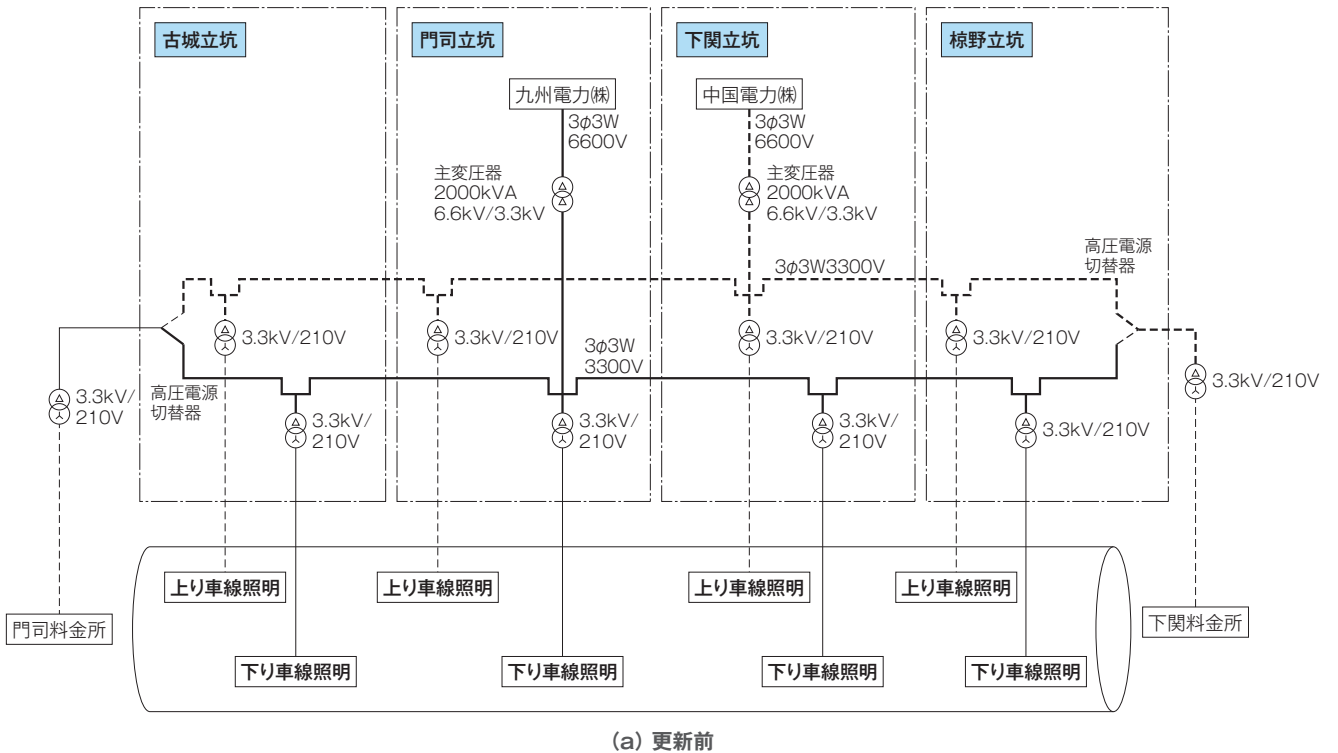
(a) 当初計画

(b) 見直し後

単位：mm

第6図 電気室配置及び変圧器搬入の比較

盤寸法が奥行2300mm、変圧器長さ1900mmになることで、変圧器の組み込みが困難となり計画を見直した。



第7図 照明電源単線系統図

トンネルの照明電源単線系統図を示す。主変圧器（2000kVA）をトンネル照明変圧器（200kVA）に更新した。照明系統は3.3kV系統で配電されているが、今回の更新で6.6kVに統一する。

(2) STEP2 下り車線の照明を全て停電させて電圧切り替えを実施する。上りと同様に4か所同時の切り替えとなる。4立坑と2か所の料金所の切り替え作業を完了後、6.6kV化の作業完了となる。6か所

に分散する切り替え作業を一晩で実施する必要があることから、詳細な作業計画の立案及び確実な連絡体制の構築が最も重要な部分である。

4 むすび

現在4立坑のうち、古城・棕野・門司の3立坑の電気設備更新が完了した。2017年4月に下関立坑と立坑間の連絡ケーブル布設替え及び各設備の6.6kV化を完了する予定である。高圧盤内作業や立坑垂直部分のケーブル布設などの高所作業が続くことから、安全最優先で無事故無災害で工事を完成させる。

末尾ながら、着工から完成に向けてご指導・ご協力いただいている西日本高速道路㈱の関係各位に深く感謝の意を表す次第である。

・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》



館山 竜太
Ryuta Tateyama

西日本工事部
九州地区のプラント建設工事の設計・管理業務に従事



米倉 孝行
Takayuki Yonekura

西日本工事部
九州地区のプラント建設工事の設計・管理業務に従事