

ズームアップ

トンネル

関門トンネル天井板補修工事(山口県、福岡県)

発注者=西日本高速道路 施工者=ケー・エフ・シー

60日で8800枚の天井板を交換 全面通行止めで開通50年目の大改修を実施



古い天井板を撤去した後で、新しい天井板を設置している様子。高所作業車で吊り上げた天井板を、設置済みの天井板の上にいる作業員二人が調整して取り付ける (写真: 特記以外は中川 美帆)



①古い天井板の撤去



バックホーで天井板をつかんで、トラックに積む。撤去した天井板の数は、門司側が4390枚、下関側が4410枚
(写真:このページの①～⑥はケー・エフ・シー)

②吊り金具の撤去



天井板を吊っていた金具をガス切断して、4t吊り車載クレーンで降ろす。撤去した吊り金具の量は、門司側と下関側ともに43t

③受け台の仕上げ



天井板受け台の上のはつり残したモルタルを、高所作業車で撤去して清掃する

④端部吊り金具の取り付け



天井板の端部に吊り金具のCT形鋼を取り付けたら、両側にクロロブレンゴムを張る。無収縮モルタルを打設して一体化した場合、揺れで弱い方に亀裂が入るのでゴムを緩衝材に採用した

⑤中央部吊り金具の取り付け



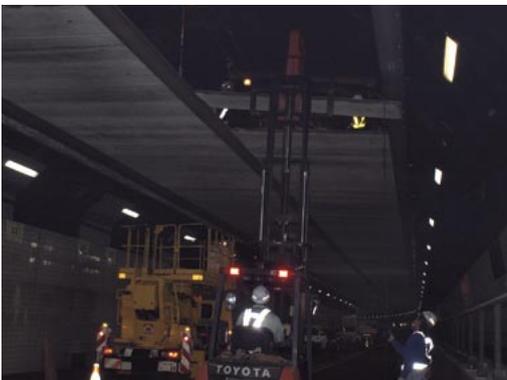
天井板中央部にも吊り材と受け材のCT形鋼を設置する。CT形鋼は、端部吊り金具より30mm高い位置に取り付けた。天井板は1%のこう配で設置されているので、中央部で漏水が発生しても両サイドに流れる

⑥モルタル受けの取り付け



CT形鋼にモルタル受けを設置。中央部は6m間隔、両端は3m間隔で金具を取り付けている

⑦天井板の設置



両側のCT形鋼に天井板を載せるには、少し傾けて、片側を先にCT形鋼に載せて滑らせる。天井板の設置後、トンネル壁面と天井板端部のすき間を、無収縮モルタルで50mmほど埋める

⑧完成



古い天井板8800枚を撤去して、新しい天井板4362枚を設置した

関門トンネルを60日間全面通行止めにして、延長2200mのトンネルの天井板と約900m²の内装板を取り替える。漏水防止と約1600m²にわたるはく落防止の工事を行う。予想外の事態が相次ぐなか、なんとか資材を調達し、幅広の天井板を使って、24時間態勢の突貫工事で成し遂げた。(中川 美帆=フリーライター)

本州と九州を結ぶ関門トンネル。開通から50年目の2008年に大改修がスタートした。ばい煙による天井板吊り金具の劣化や、海底トンネルゆへの漏水に対処する。4年計画の初年度は、天井板と内装板を取り替える。

施工者の決定は難航した。西日本高速道路が指名した会社2社が、人員を手配できないと辞退して、5月に実施予定の入札は不調になった。通常1年近く必要とされる工事を60日で終えるために、昼夜兼行の作業が必要なうえ、工事が特殊なので、対応できる熟練作業員は限られた。

再入札する時間がないので、辞退した2社を含む10社を工事実績情報システム(CORINS)で選んで見積もり合わせを実施。唯一、見積もりを提出したのが、関門トンネル海底部の補修工事の経験があるケー・エフ・シー(大阪市)だった。

同社は6月20日に契約を結ぶと、すぐに人と資機材の手配に取りかかった。入手難のステンレス鋼は、付き合いの長い愛知製鋼と那須電機鉄工を通じて、なんとか調達した。

作業従事者数は1日当たり80～120人、元請けの職員数はのべ20人に上った。施工区間は4工区に分けて、天井板の設置は各工区を一次下請けの専門工事会社4社に発注。安全性を前提に、各社のスピードと仕上がり度を競わせる形にした。

工期は1日も無駄にできない。通行止め開始と同時に施工を始められるように、事前の調査に注力した。

50年前に施工された構造材を取り扱うので、施工が始まると予想外の事態が相次いだ。その一つが図面と現状との不一致だ。

天井板の設置に先立ち、中央部の吊り材を高所作業車で既設の金具に取り付けてから、天井板の受け材となる長さ6m、重さ約240kgのCT形鋼を設置する。金具は図面上、3m間隔で設置されているが、実際に測るとバラバラだった。

そこで金具の位置を一つずつ調べ、孔の位置が異なる62種類ものCT形鋼を作った。「鋼材加工だけでなく、既設の金具の位置に取り付けるのも大変だった。施工順序に合わせて全部のCT形鋼にナンバリングし、順に上から取れるように搬入した」(ケー・エフ・シーの村井良和所長)。

また、トンネル壁面と天井板端部のすき間を埋めるモルタルの受け材は、天井板の設置後に取り付ける予定だった。しかし、狭い天井板の上下から同時に作業することになり非効率だと専門工事会社が進言。天井板設置前に取り付けることにした。これに伴い、モルタル受け両側のCT形鋼の切断加工が必要になったが、わずか4日で搬入まで終えた。

こうした工夫と即断即決の対応で、通行止め中に予定の工事を終えた。



通行止め期間中の関門トンネル門司側の坑口。近くにマンションがあるので、天井板の撤去中の換気が難しかった



[現場概要]

- ▶名称=関門トンネル天井板補修工事▶施工場所=山口県下関市棕野町～北九州市門司区門司
- ▶発注者=西日本高速道路▶コンサルタント=オリエンタルコンサルタンツ(天井板、拡幅)、大日コンサルタント(床版、設備)▶施工者=ケー・エフ・シー(現場代理人:村井良和、元請けの技術者数:20人)
- ▶主な専門工事会社=西都、志田重建工業、バーンテック、タアッド・ロードファスニングJV(以上、天井板の設置)、オリエン産業(天井板の撤去)▶工期=2008年6月～2009年3月▶工費=18億8160万円▶契約方式=随意契約

幅広の天井板でスピードアップ

関門トンネルでは1988年に海底部の天井板を取り替えたので、今回の天井板の交換は陸上部の門司側1110m、下関側1120mが対象だ。

新しい天井板は、高さ4.6mの位置に設置した。高さ制限のある高速道路と違い、関門トンネルは有料だが一般道なので、車高の高い特殊車両が通る可能性がある。そこで、既設の天井板の高さ4.5mよりも、少し余裕を持たせた。

天井板には、スパンクリートコーポレーション（東京都文京区）が開発し、ケー・エフ・シーも開発に携わった孔あきPC板「スパンクリート」を使った。型枠が不要なうえ、中空構造で軽く、幅は1mと通常のPC板の2倍。施工のスピードアップに大きな役割を果たした。また、下面から約3分の1分の厚さのところにはポリプロピレン繊維を混入しているので、トンネル火災があっても爆裂しにくい。

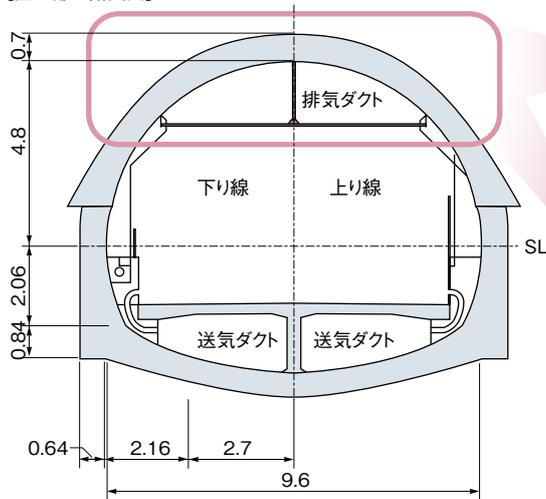
スパンクリートの断面



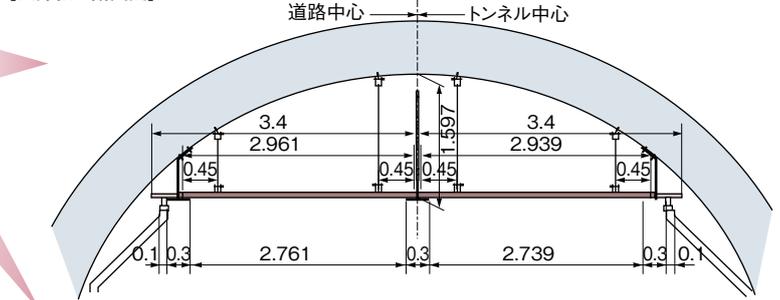
(資料:ケー・エフ・シー)

●関門トンネルの一般図

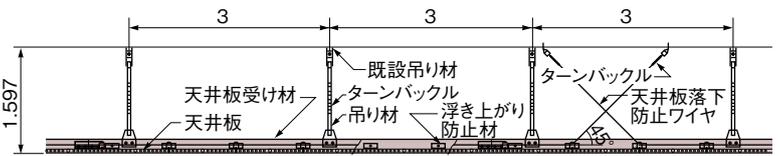
[陸上部の断面図]



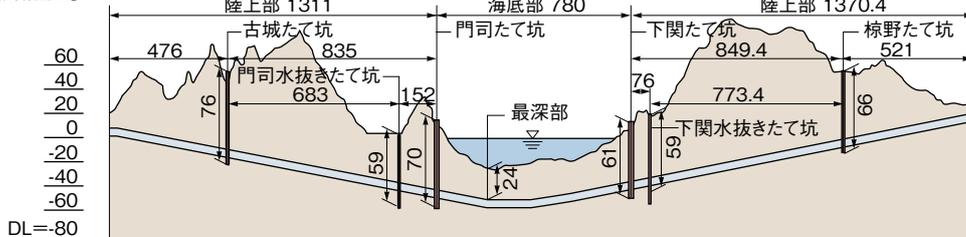
[天井板の断面図]



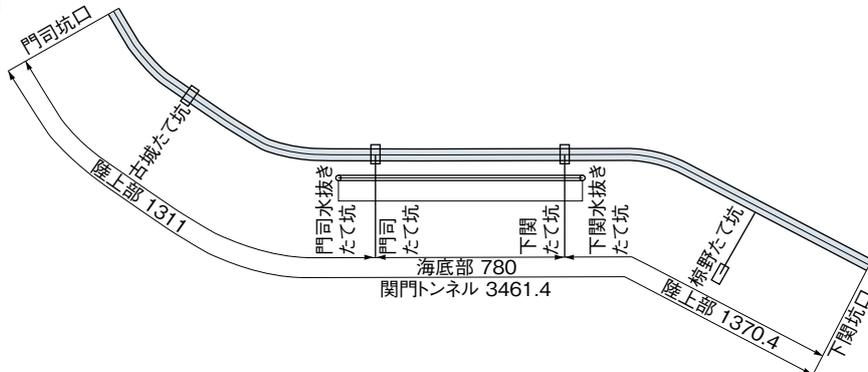
[天井板中央部の縦断面図]



[縦断面図]



[平面図]



予定より早く撤去



ケー・エフ・シー
関門トンネル天井板
補修工事
所長
村井 良和

工期が非常に短いという不安要素があったが、天井板の撤去は予定より4日早い14日間で終えた。事前の検討と調査、熟練した重機オペレーターのおかげだ。天井板を載せる作業も、専門工事に早めに現場入りして無理を聞いてもらったおかげで、予定通り完了した。(談)

スパンクリートに気を使う



西都
社長
八木 憲司

一昼夜で100枚の天井板を設置するという目標は簡単にクリアした。ただ、スパンクリートは、大阪の夢洲トンネルで使った経験があるだけで、5枚以上重ねてはいけないなど、扱いに気を使った。また、大きくて場所を取るの、搬入方法をめぐってずいぶん話し合った。(談)

他社より速いことより安全を優先



志田重工業
社長
志田 雄樹

夏に、トンネルの排気が溜まっている個所で、施工前の調査をした。暑くて真っ暗で換気が悪く、これまで経験した現場で最もひどい環境だった。天井板の設置では毎日、各社が設置した数が掲示されたが、それは見ないようにして、無事故での施工を最優先させた。(談)

ステンレス鋼を早く調達して厳重に管理

鋼材は、さび止めのため大半がステンレス鋼で、その数は300tに上った。汎用品を使う部分は、加工から搬入まで一般的に60日以上かかるのを、現場近くで加工するなどして20日に短縮。受注生産の鋼材は、ロール発注から搬入まで、通常より45日短い150日で完了させた。

搬入後は、予備が少ないので管理を厳重にした。持ち出すときは、前もって必要な数量を申請しておかないと、目の前の倉庫にあっても鍵を渡してもらえない。ボルトをいくつ持っていくかのチェックまであった。すべて、60日間で工事を終えるためだ。



詰め所のボードには、資材調達の引き継ぎ事項や資材の散乱具合などを書いて、打ち合わせをしている

来年からは海底部の床版を補修

関門トンネルは開通以来、4回の大規模補修を実施している。1971～73年の換気設備などの改修、79年の床版打ち換え、88～89年の床版打ち換えと海底部天井板取り替え、98～99年の床版補修と施設設備更新などだ。補修費用がかかるので、償還したが通行料金を取っている。

2008年10月15日零時から12月13日24時までの車道の通行止め期間中、車は関門橋に迂回した。この期間は、関門橋を含む下関インターチェンジ(IC)～門司IC間は、関門トンネルと同じ料金で通行できた。

通行止めの周知活動は、開始1カ月前の9月から始めた。チラシやポスターを中国、九州地区のサービスエリアなどで配布、掲示したほか、テレビ、ラジオ、新聞で伝えた。10月時点で、98%の利用者が

関門橋に迂回している。1日の利用台数は、通行止め前は関門トンネルが約3万5000台、関門橋が約3万台。通行止め中は関門橋を約6万5000台が走った。

西日本高速道路会社は、国土交通省中国地方整備局と九州地方整備局、警察、地元自治体と協議して、計画段階から通行止めを60日間に設定していた。夏休みと冬休み、台風が来る恐れのある時期を外した。風速25m以上だと関門橋は通行止めになる。迂回できずに、本州と九州を結ぶ経済の大動脈が滞る事態を避けた。

天井板と床版の大規模補修は4年間かけて実施する。2009年と2010年は、海底部の床版を補修する計画だ。天井板の取り替えよりも作業量が多いので、「2年間で100日程度ずつ通行止めにして、780mを施工する予定だ」(西日本高速道



通行止めを知らせるパンフレット。迂回時の料金などを記載している。表紙の文字は佐藤修悦氏のデザイン(資料:西日本高速道路)

路九州支社保全サービス事業部の川上一志部長)。

約10年後には、老朽化対策ではなく、避難坑や非常駐車帯の整備といった安全性向上をめざした工事をする案もある。