



換気計測制御盤

【目次】

1. 概要	．．． P1
2. 特徴	．．． P1
3. 効果	．．． P2
4. 従来技術との比較	．．． P5
5. 現地調整	．．． P6
6. メンテナンス	．．． P6
7. システム構成	．．． P7
8. 仕様_監視操作画面(大画面タッチパネル)	．．． P8
9. 仕様_盤	．．． P10
10. 品質	．．． P12
11. 標準外形図	．．． P13

1. 概要

換気計測制御盤は、煙霧透過率計(VI計)、一酸化炭素濃度計(CO計)、風向風速計(AV計)および画像式車両検知装置等のセンサ計測データに基づいてトンネルの換気機を制御します。換気制御には、平常時換気制御と非常時(火災時)換気制御の2種類あります。

平常時換気制御では、FCVC(フィードフォワード+フィードバック)制御を採用し、汚染濃度(煙霧透過率(VI)、一酸化炭素濃度(CO))を基準値に保ちつつ省エネを実現します。

非常時(火災時)換気制御は、トンネル利用者の安全な避難環境を確保し、消防機関の消火救急活動を助けるため、トンネル内縦流風速を低い値に保持する風速低下制御を採用しています。

また、大画面タッチパネル(15インチ)により監視や操作を容易に行うことができます。

2. 特徴

■ 風速低下制御を標準装備！！

非常(火災)時は風速低下制御を行うことにより、安全性が高くなります。

■ 風速フィードバックで制御を安定化！！

フィードバック制御では、煙霧透過率(VI)、一酸化炭素濃度(CO)だけではなく、風速を制御に追加することで、従来制御よりもJF運転が安定し、過剰換気、制御のハンチングを防止します。(煙霧透過率(VI)、一酸化炭素濃度(CO)に比べて、変化の速い風速を制御する方式)

■ 大画面タッチパネル(15インチ)を採用！！

従来の換気制御盤での操作は盤面のボタン操作が多かったのですが、その操作をタッチパネル操作とすることで、盤面のボタンを少なく作成することができ、よりスムーズに操作ができます。

■ 換気制御盤と計測盤が一体に！！

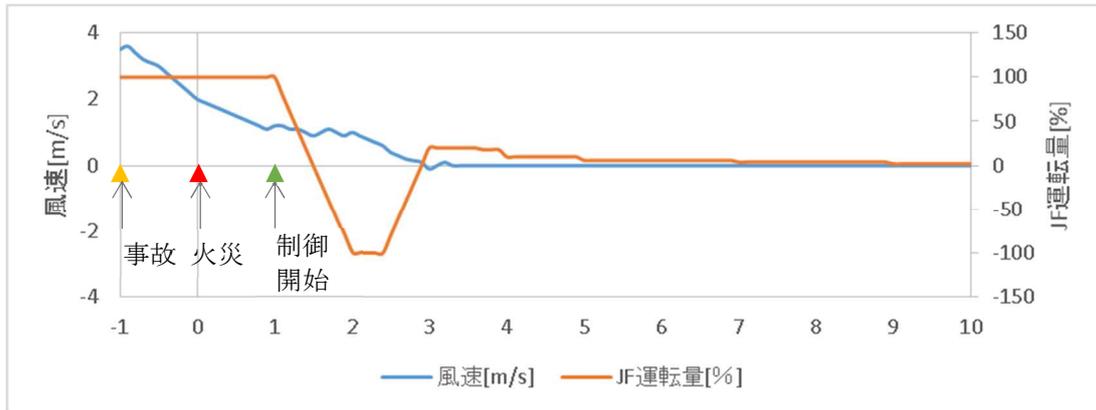
換気制御盤と計測盤で2台必要だった所が1台で同じ機能を持つようになります。

3. 効果

■風速低下標準装備による安全性の向上効果

火災が発生すると火災の熱および煙は本坑風速により風下側へ流れます。対面通行トンネルや一方通行トンネルの渋滞時には、火災地点の風下側に停止車両が存在しており、安全性に問題が生じます。そのため、トンネル内に火災が発生した場合、風をできるだけ早く抑制し、熱と煙を天井部に滞留させる風速低下制御が広く採用されてきました。

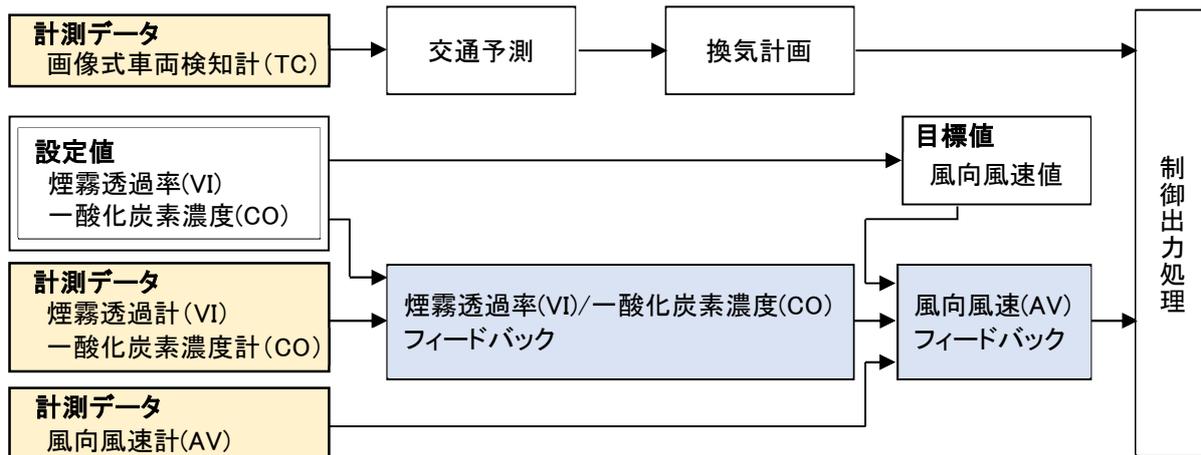
下図は、換気動力盤(インバータ方式)で風速低下制御を実施した例になります。



本制御盤は、この風速低下制御を制御盤としては、はじめて標準装備としました。

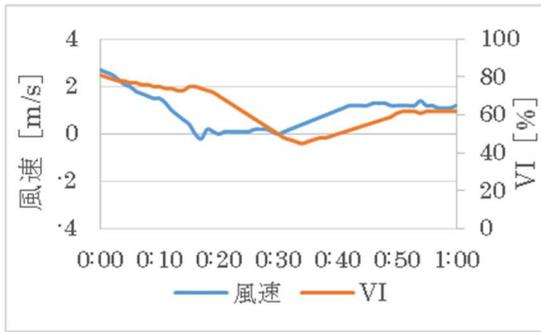
■計測制御アルゴリズム

従来アルゴリズムは、汚染の濃度フィードバックでしたが、本製品のアルゴリズムはフィードフォワード(交通予測と換気計画)と、汚染濃度フィードバックに風速フィードバックをカスケード接続したカスケードフィードバック制御を組み合わせた構造を持っています。

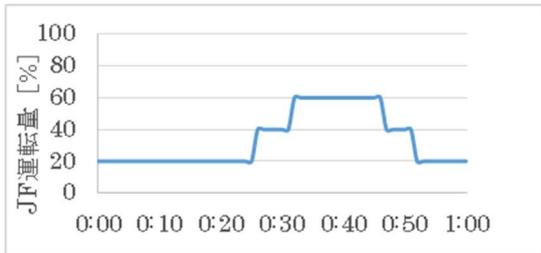


フィードバック制御に煙霧透過率(VI)、一酸化炭素濃度(CO)だけでなく、風速を制御に追加することで、従来制御よりもJF運転が安定し、過剰換気、制御のハンチングを防止します。(VI、COに比べて、変化の速い風速を制御する方式)

風速 FB 無し

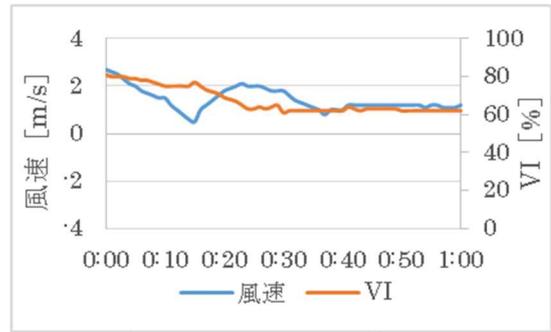


VI が 50% を下回ってから FB 補正で JF が運転

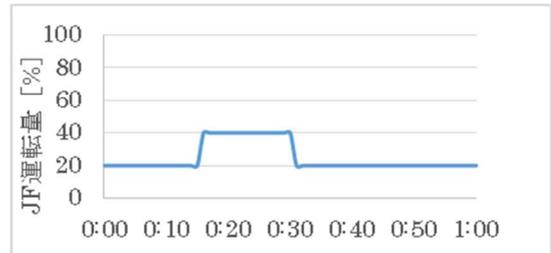


低下傾向の VI を改善するため、JF が少しずつ増加

風速 FB 有り



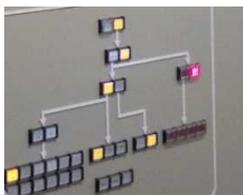
風速が低下すると、FB 補正で JF が運転



VI が低下する前に JF を運転するので、JF 駆動が抑制

■操作性向上

大画面タッチパネルを採用したことにより、設備の状況を一目で確認することができ、視認性が向上しました。また、盤面のボタン操作はタッチパネルでの操作になり、誤操作防止（操作時の確認画面表示）や操作不可ボタンの明示化（不活性ボタン表示）などにより従来よりも視認性、操作性が向上しました。



従来の盤



本制御盤



警告表示灯もタッチパネルの監視画面に盛り込むことにより、設備状況が把握しやすくなりました。また、「画面ハードコピー機能」により、現状の設備状況を USB メモリに保存することができます。



表示されている画面のハードコピーを USB に保存します。

■省スペース化

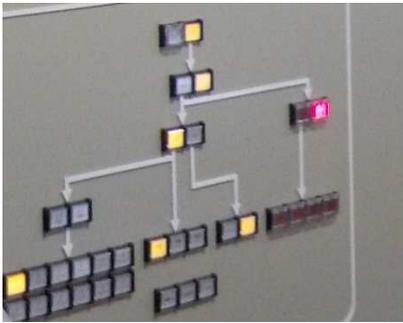
従来の換気制御盤では、計測器のユニットが内蔵されている計測盤が必要でした。

本製品では計測器のユニットを内蔵しており、1台で換気制御盤と計測盤の2台と同じ機能を持つようになります。



4. 従来技術との比較

従来技術との比較を以下に示します

比較項目	従来の換気制御盤	本制御盤
平常時換気	<p>対面通行トンネルでは車両の交通換気力と JF 換気力が相殺し合うため換気電力が大きくなる。</p> <p>VI、CO のみの FB 制御</p>	<p>フィードフォワード制御と、VI、CO、AV のフィードバック制御</p> <p>JF 運転が安定し、過剰換気、制御のハンチングを防止する</p>
非常時換気	E ノッチ(全台停止)のみ	<p>風速低下制御</p> <p>JF の逆転運転を使って風速を急激に低下させ、風速をほぼゼロに保つ風速低下制御が安全性向上に有効</p>
警告表示灯	<p>表示灯の数が多い</p> 	<p>表示灯の数が少ない</p> <p>(タッチパネルに内蔵されている状態監視画面で表示される為)</p> 
操作ボタン	<p>ボタンの数が多い</p> 	<p>ボタンの数が少ない</p> <p>(タッチパネルに内蔵されているモード切替・手動ノッチ・火災手動画面で操作ができる為)</p> 
計測器	<p>煙霧透過率計 (VI)</p> <p>風向風速計 (AV)</p> <p>一酸化炭素濃度計 (CO)</p>	<p>煙霧透過率計 (VI)</p> <p>風向風速計 (AV)</p> <p>一酸化炭素濃度計 (CO)</p> <p>画像式車両検知装置 (TC)</p>
計測ユニット	別盤の計測盤に内蔵	本制御盤に内蔵
火点検出ユニット	別盤の火点位置検出盤に内蔵	別盤の火点位置検出盤に内蔵
インバータ制御 (PLC)	別盤の換気動力盤 (インバータ方式) に内蔵	別盤の換気動力盤 (インバータ方式) に内蔵

5. 現地調整

現地調整時の試験項目を以下に示します。

- ・ 外観構造検査
- ・ 据付工事状況調査
盤据付状況、配線状況、設置工事状況、結線状況
外線ケーブル接続状況、等
- ・ 機能及び性能検査
受電、盤換気ファン運転、盤内照明及びコンセント回路
電動機主回路漏電検知リレー確認、制御電源回路
シーケンサ異常検出機能、状態表示、故障表示、統括制御機能、等
- ・ 外部信号取合確認
受配電設備、防災設備、遠制設備、交通量計測設備
- ・ 総合動作試験
各種試験が全て完了後、各機能の動作確認
- ・ 運転試験
運転条件設定、運転確認、測定値記録、等



据付



検査



調整



運転

6. メンテナンス

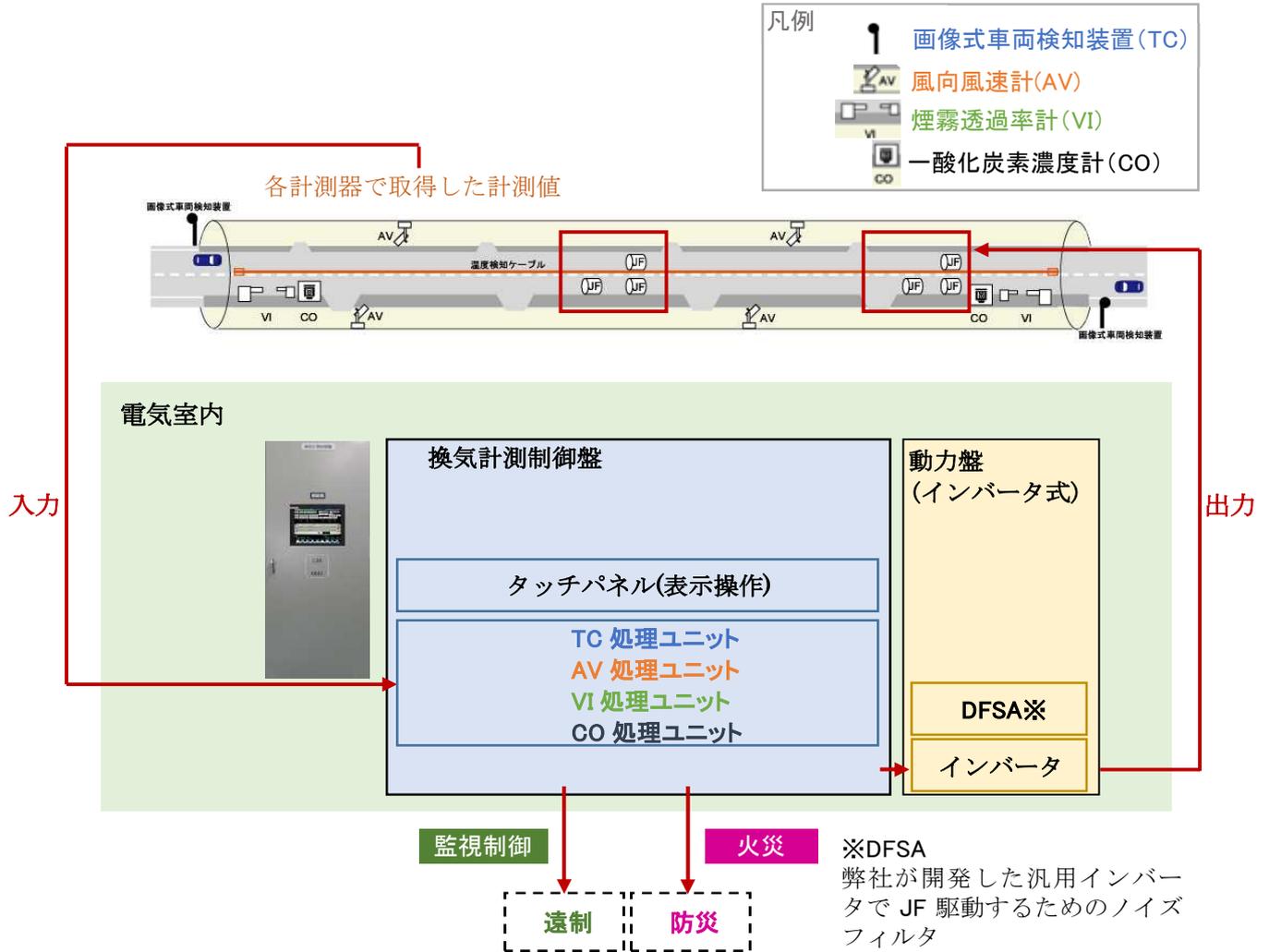
有寿命部品を含む機器を以下に示します。

ご使用状況・環境により異なりますが、機器・部品の取替周期目安は以下のとおりです。

No.	品名	推奨交換周期	備考
1	タッチパネル(本体)	10年	
2	タッチパネル・PLC(バッテリー)	5年	
3	タッチパネル(バックライト)	7年	使用時間60000時間
4	UPS(バッテリー・ファン)	5. 0年(周囲温度20℃) 2. 5年(周囲温度30℃)	(必要な場合)

7. システム構成

■換気計測制御システムの全体構成



トンネル内の計測器である画像式車両検知装置(TC)、風向風速計(AV)、煙透過率計(VI)、一酸化炭素濃度計(CO)で計測した値が、電気室内の換気計測制御盤の中に内蔵されている TC 処理ユニット、AV 処理ユニット、VI 処理ユニット、CO 処理ユニットに送られ、PLC に入力される。

PLC に入力された計測器の値は、タッチパネルに表示され、内部処理で JF 運転量を求め、JF 運転量がインバータに送られ、トンネル内の JF を動かします。PLC に入力された計測器の値はさらに遠制設備や防災設備にも送られます。

8. 仕様 監視操作画面 (大画面タッチパネル)

- 全ての画面において、画面のハードコピーを取り印刷ができます！！
- 操作モードや火災、トンネルの状態をこの画面1枚で把握できます！！
- ボタンの色分けが可能で、分かりやすい画面デザイン！！

状態監視



操作モード、
火災の状態。

トンネル内の計測器や
換気機の状態を見なが
ら、操作モードや火災
の状態を見ることがで
きます。

全画面共通

表示している画面の
ハードコピーをUSBメ
モリにビットマップ形
式で出力します。

- モード切替時、確認画面を表示し誤操作を防ぎます！！
- 操作できるボタンとできないボタンの可視化で簡単操作！！

モード切替



モード切替ボタンを押
下しポップアップ表示
された
モード切替画面。

操作できないボタンは
非活性化で表示する。

モードを変更する時に
ボタンを押下すると変
更する確認ボタンが表
示されます。

■ 運転履歴も見やすく表示！！

運転履歴 ○○○トンネル 2023年09月28日(木) 10:27:46

運転履歴名	発生日時	復旧日時
半自動モード	2023/09/26 10:27:32	-
連動モード	2023/09/26 15:07:12	2023/09/28 10:27:32
ノッチ 0	2023/09/26 15:07:12	2023/09/28 10:27:32
ノッチ正転	2023/09/26 15:07:12	2023/09/28 10:27:32
半自動モード	2023/09/26 14:54:33	2023/09/26 15:07:12
手動モード	2023/09/26 14:54:33	-
自動モード	2023/09/26 11:20:25	2023/09/26 14:54:33
手動モード	2023/09/26 11:20:22	2023/09/26 11:20:25
自動モード	2023/09/26 11:18:49	2023/09/26 11:20:22
手動モード	2023/09/26 11:18:41	2023/09/26 11:18:49
半自動モード	2023/09/26 11:16:55	2023/09/26 11:16:56
自動モード	2023/09/26 11:16:21	2023/09/26 11:18:41
プログラムモード	2023/09/26 11:16:21	-
ノッチ 0	2023/09/26 11:15:51	2023/09/26 14:54:33

※出力中の表示が消えてからUSBメモリを抜いてください。 USB出力

過去 3000 件の運転履歴を発生日時の降順で表示できます。

■ グラフ表示により風速低下制御の確認ができます！！

トレンド ○○○トンネル 2023年09月28日(木) 10:30:21

現在値カーソル値

- AV-1 -13.2 0.0m/s
- AV-2 -11.5 0.0m/s
- AV-3 -15.0 0.0m/s
- JF台数 0 0台

カーソル時刻: 00/00/00 00:00:00

※出力中の表示が消えてからUSBメモリを抜いてください。(数分間お待ち頂く場合があります)

JF 運転台数や AV 計測値をグラフ表示します。

このグラフで風速低下制御の確認ができます。

■ テンキー入力により上下限值も分かりやすく、入力間違いを防ぎます！！

パラメータ ○○○トンネル 2023年09月28日(木) 10:37:15

計測関連設定

	AV計	VI計・CO計	
サンプリング間隔	5	1	秒 (1~10)
サンプリング点数	20	10	個 (1~60)
計器故障復帰確認時間	10	10	秒 (0~30)

風向風速計 (AV) ・ 煙霧透過率計 (VI) ・ 一酸化炭素濃度計 (CO) の計測関連のパラメータを設定します。

数値を押下するとテンキーを表示し、テンキーから設定します。

テンキーに上下限值が表示されており範囲内の数字入力後、書込みボタンで設定します。

9. 盤_仕様



①警告表示灯

警告を赤色ランプ表示で表示します。

～警告表示灯例～

重故障、軽故障、扉開など

②タッチパネル

表示や操作を行います。

操作モード、火災の状態、トンネル内の計測器や換気機の状態の表示、運転履歴の表示、パラメータの設定を行う画面があります。

～タッチパネル例～

状態監視画面、モード切替画面、故障履歴画面、トレンドグラフ画面など

③操作ボタン

盤のボタン操作の方が利便性が高いボタンの操作を押ボタンスイッチで行います。

オンの時は赤色表示となります。

～ボタン例～

単独、連動、警報停止、故障復帰、ランプテストなど

項目		内容									
対応トンネル		対面通行トンネル									
換気方式		縦流換気方式									
<p>正面図 右側面図 背面図</p>											
盤仕様	盤寸法	幅 800×高さ 1800×奥行 800mm									
	形式	屋内自立閉鎖型									
	電気方式	制御回路：単相 100V 50/60Hz									
	使用状態	周囲温度-5～40℃（24時間平均 35℃以下） 標高 1000m 以下、湿度 30～80%									
盤構造	保護等級	<p>保護等級は屋内一般の等級で以下の通りとします。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>仕様</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>扉パッキン</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>換気口フィルタ</td> <td>無</td> </tr> <tr> <td>JEM1267 の IP コード</td> <td>IP20</td> </tr> </tbody> </table> <p>盤内部及び扉表面取付器具の充電部保護は以下の処置とします。 充電部に直接触れない構造又は 24V 以下で危険がないものを除き、手を伸ばして容易に届く範囲にある機器の接続端子の充電露出部分は、アクリルカバー、端子カバー、キャップ等での感電防止を施します。</p>	項目	仕様	扉パッキン	無	換気口フィルタ	無	JEM1267 の IP コード	IP20	
	項目	仕様									
扉パッキン	無										
換気口フィルタ	無										
JEM1267 の IP コード	IP20										
主要部鋼板厚さ	<p>鋼板製の場合(単位:mm)以下の板厚以上とします。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>盤種別</th> <th>扉</th> <th>天井</th> <th>側面</th> <th>床板</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>現場操作盤(自立)</td> <td>3.2</td> <td>2.3</td> <td>2.3</td> <td>2.3</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ポスト形の支柱は、鋼管とします。 ・ポスト形の支柱基礎ベースは、鋼板製 6mm とします。 	盤種別	扉	天井	側面	床板	現場操作盤(自立)	3.2	2.3	2.3	2.3
盤種別	扉	天井	側面	床板							
現場操作盤(自立)	3.2	2.3	2.3	2.3							
塗装色	外面：5Y7/1 内面：5Y7/1										
塗装艶	半艶										
塗装仕様	メラミン焼付塗装										
膜厚	外面：60 μm 内面：40 μm										

10. 品質

■特許

- 特許 4898732 号 対面通行トンネルのジェットファンによるトンネル換気制御システム
特許 5335550 号 長距離道路トンネル用換気制御システム
特許 5300775 号 長尺ケーブルを介して駆動する道路トンネルのジェットファン用誘導電動機の可変駆動装置

■品質管理

- ISO9001 品質マネジメントシステム取得
ISO27001 情報セキュリティマネジメントシステム取得



創発システム研究所は、各種マネジメントシステム取得により、品質方針、情報セキュリティ方針を定め、適切な品質管理に努めます。

■工場試験

工場試験時の試験項目を以下に示します。

- ・員数検査
- ・外観構造検査
- ・膜厚検査
- ・寸法検査
- ・機能 性能検査
- ・盤内灯・コンセント電源動作確認検査
- ・絶縁抵抗試験
- ・耐電圧試験
- ・シーケンサ機能試験
- ・タッチパネル画面の機能確認
- ・入力・出力の取り合い確認





ホームページ・お問合せ
<http://www.sohatsu.com>

株式会社 創発システム研究所

代表取締役 中堀一郎

・本社事務所

〒650-0035 兵庫県神戸市中央区浪花町 64 番地
三宮電電ビル 3 階 A-2
TEL : (078) 325-3220 FAX : (078) 325-3221



・工場

〒652-0884 兵庫県神戸市兵庫区和田山通 1-2-25
神戸市ものづくり工場 C-108



3-01-09 V001