

山陽新幹線トンネル内体感 VR 装置の開発

広成建設株式会社 施工本部 線路部線路課
正会員 宮内 章吾

はじめに

時速300kmで走行する新幹線の列車風圧は、過去に列車風圧に起因する様々な事象が発生していることから、危険なものであると認識されており、高速走行する列車の風圧・振動を認識することを目的とした列車風圧体感訓練の実施が義務付けられ、新幹線の列車風圧に対する安全意識の向上に努めている。

列車風圧体感訓練により新幹線の列車風圧について安全意識の向上に努めているものの、列車風圧体感訓練は日程調整と手続きが必要なこと、1回あたりの人数制限や実施に半日程度時間を要していることから、容易に訓練を行うことは出来ない。

より風圧に対する安全意識を向上させることと容易に訓練を行うためにも、VR 装置を用いて列車風圧等を再現し、疑似体験することで訓練できないかと考え、墜落 VR など開発ノウハウを持つメーカーと体感 VR 装置の開発について検討を進めることとした。

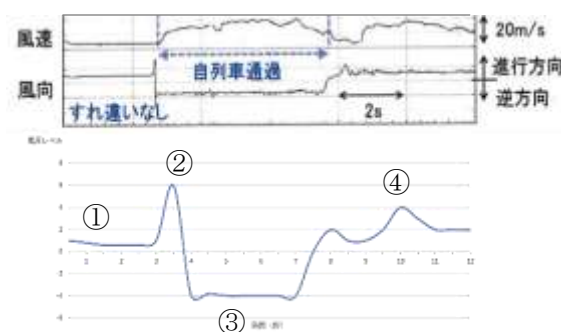
1. 体感 VR 装置開発の基本的考え方

まず、開発にあたり基本的な考え方を整理することとした。VR 装置に求める性能は大きく以下の2項目である。

- (1) 列車風圧を疑似体験できる再現性
- (2) 容易に訓練できる利便性

上記性能を満足させるため VR 装置について、列車風圧を映像(視覚)・音響(聴覚)・風圧(触覚)で再現することとし、作業所間で運用可能な可搬型とすることを考えた。映像(視覚)と音響(聴覚)については、実際の新幹線が接近から通過するまでの映像と音を使用し再現できると考えた。

風圧(触覚)については、時速 300kmで走行する新幹線の列車風圧をそのまま再現するとなると、大規模な設備等が必要となることから容易に訓練することが出来ない。そのため、風圧(触覚)の再現については、効果的かつ容易に訓練可能な利便性を満足する再現方法を検討することが必要となった。そこで、実際の新幹線が接近から通過までの列車風圧(風向き)の波形データを参考に再現することで、風圧の大きさは異なるものの、実際に近い感覚を表現できると考え、2 回目以降の訓練を VR 機器による疑似体験に置き換え、初回の列車風圧体感訓練を振り返り、思い出すことを目的として開発することとした。



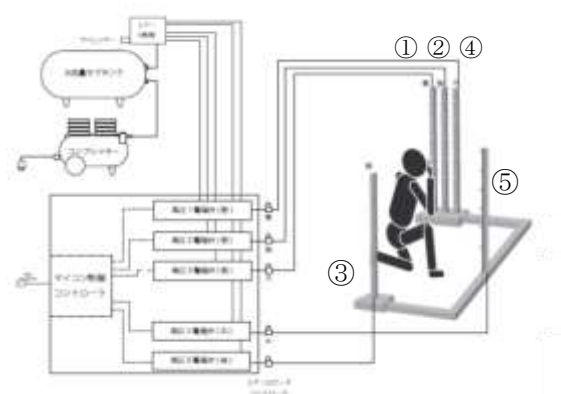
図ー1 風速・風向の測定チャート例と風圧イメージ図

2. 体感 VR 装置の製作

映像(視覚)・音響(聴覚)については、JR 西日本新幹線鉄道事業本部新岩国新幹線保線区にご協力いただき、実際の新幹線が接近から通過するまでを撮影・録音を行い VR 機器で再現した。

風圧(触覚)については、鉄道総研の風速・風向の測定チャート例から、通過時(すれ違いなし)の風圧イメージ図を作成した(図ー1)。作成した風圧イメージ図を基にブロー、コンプレッサー、空気タンクを使用し再現することを検討した。ブローはノズルからの風の吐出量が一定であることから、ブローを複数台使用して風圧を再現することを考え、配置等については次のように考えた。

- ① 新幹線が接近する時の進行方向からくる微風(そよ風)を再現するためのブローを体験者の前面に1台配置する。
- ② 新幹線の先頭が接近したときに発生する突風を再現するためのブローを体験者の前面に更に1台配置する。
- ③ 突風後に発生する新幹線が通過中の前方に吸い込まれる負圧については、背面から風で押すことで負圧を表現することが出来ると考え、負圧を再現するためのブローを体験者の背面に1台配置する。



図ー2 風圧再現装置イメージ

キーワード 新幹線の列車風圧、VR、再現性、利便性

連絡先 〒732-0056 広島市東区上大須賀町1番1号 広成建設株式会社 施工本部 線路部線路課 TEL082-530-1791

- ④ 新幹線通過後の進行方向からの強風を再現するためのブローを体験者の前面に更に1台配置する。
- ⑤ 風圧イメージ図から加えて、新幹線通過中に発生する巻き込み風を再現するためのブローを側面に1台配置する。

以上のことから、計5台のブローで構成した風圧再現装置にて再現することとした(図-2)。また、風の発生時間について、VR機器の専用PCで制御することとし、0.1秒単位で設定可能とした。ブローはそれぞれ独立して風を発生させるため、風圧イメージ図からパターンを作成し、そのパターンに合わせてブローの風を模擬的に制御することで、風圧を再現できると考え、図-3に示すパターンでそれぞれのブローから風を発生させた。

映像(視覚)・音響(聴覚)を再現するVR機器は専用ケースに収納し運搬することとし、風圧再現装置はブロー、コンプレッサー、空気タンクをそれぞれエアホースで接続する組み立て構造とすることで、自動車にて運搬可能な可搬型とした。VR機器と風圧再現装置をあわせて、「山陽新幹線トンネル内体感VR装置」とした。

3. 製作結果と課題の改善

製作した「新幹線トンネル内体感VR装置」について、再現性を確認した。

映像(視覚)・音響(聴覚)については、実際の新幹線映像・音響から再現出来た。しかしながら、風圧(触覚)については、それぞれが独立した機械的な風となったこと、通過中の負圧と通過時の巻き込み風が弱く上手く表現できていないことが課題となった。そこで、機械的な風については、ブローのタイミングに重なりを設けることとした。重なりについては1秒程度設けることとし、実際の感じ方を体験した。負圧については、背面から風で押すことで表現できると考えたが、1台のブローだけでは背面から風を感じるにとどまっていた。そこで、負圧から正圧に変わるタイミングに突風を加えることで前後の動きが生まれ、負圧をより表現できると考えた。そのため、突風を発生させるため背面にブローを1台(No.⑥)追加し負圧を再現することとした。巻き込み風については、前面・側面・背面の3方向からの風で再現することで上手く表現できると考え、側面ブローの風の吐出量を増加させるとともに、3方向の風を組み合わせることとした(図-4)。

4. 改善結果と誤差修正

改善の結果、課題であった機械的な風、負圧と巻き込み風を上手く表現することが出来た。しかし、VR機器の新幹線通過映像と風圧再現装置の風が発生するタイミングに誤差が生じていた。新幹線通過映像と風圧再現装置の風を確認すると、新幹線先頭接近時の映像と突風(ブローNo.②)とでは1秒ほど遅れていることがわかった。そこで基本となる風圧イメージ図から1秒遅らせたパターンを作成することで映像と風の誤差を解消できると考えた。1秒遅らせたパターンで風を発生させると映像と風の誤差をほとんど解消することが出来た。さらに実際の列車風圧体感訓練に少しでも近づけるため、繰り返し体験しながらそれぞれのブローから風を発生させる時間を0.1秒単位で微調整を行い、最終的なパターン(図-5)を決定した。

5. まとめ

「山陽新幹線トンネル内体感VR装置」の開発について、VR機器と風圧再現装置により列車風圧を映像(視覚)・音響(聴覚)・風圧(触覚)で再現することができ、専用ケースと組み立て構造で自動車にて運搬可能な可搬型とすることで、求める性能を満足することが出来たと考える。なお、本開発について、JR西日本新幹線鉄道事業本部新幹線施設部に確認いただき、2回目以降の列車風圧体感訓練について開発したVR装置で置き換えることが了承された。現在、社内にて訓練対象者が2年に1回実施可能となるようスケジュールを決め、各作業所にて運用を行っており、日程調整等の必要もなくより容易に風圧に対する意識向上を目的とした訓練を行うことが出来るようになった。また、訓練時間も一人あたり約3分程度で実施できるため、訓練対象者以外の教育にも活用でき、より風圧に対する安全意識を向上に繋がっていくと考える。

最後に本開発において多大なご協力をいただいたJR西日本新幹線鉄道事業本部、株式会社ニシヤマ、三徳コーポレーション株式会社の皆様に、厚く御礼を申し上げる。

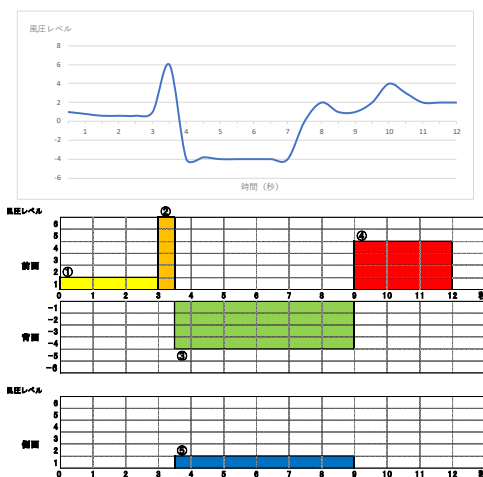


図-3 作成した風発生パターン

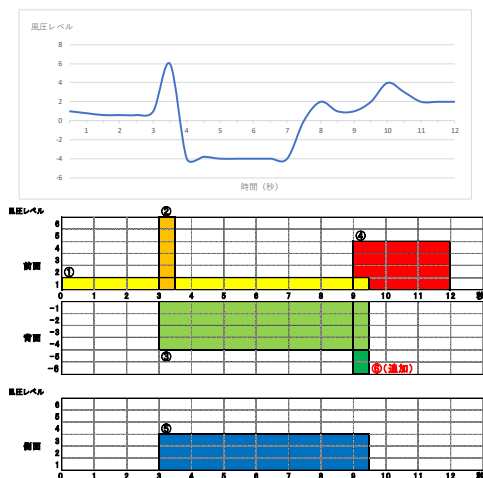


図-4 改善した風発生パターン

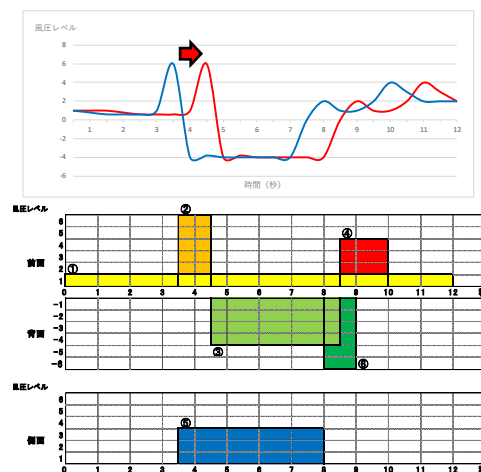


図-5 誤差修正した風発生パターン