



沿線環境に配慮した 吸音型のトンネル緩衝工新設

鉄道本部
新幹線本部
新幹線施設部



新田 琢磨

01 はじめに

1972年に山陽新幹線（新大阪 - 岡山駅間）が開業して50年が経過しました。新幹線の沿線で発生する騒音については1975年に新幹線の騒音について環境基準が設けられ、翌1976年には振動に対しても環境指針値が設けられています。一方、国内の速達化の需要拡大により、開業当初210km/hであった山陽新幹線の最高速度は1997年に300km/hに到達しました。

弊社は沿線環境を保全するため車両の技術開発以外にも、地上設備により騒音や振動について対策を講じるべく、関係機関の協力のもと沿線環境の保全に努めています。

本稿ではその中でも山陽新幹線で実施した最新のトンネル坑口周辺の沿線環境対策事例についてご報告いたします。

02 トンネル坑口で発生する問題

トンネル微気圧波とは、トンネルに新幹線が高速で進入する際、トンネル内の空気が圧縮され、トンネル内を音速で伝わり、正のパルス波としてトンネルの反対側の坑口から放射される問題です。このパルス波により坑口付近の家屋の建具が振動する、新幹線が進入するたびに反対坑口側で発破音がする（いわゆる「トンネルドン」）といった問題を発生させてしまいます。この問題に対してはトンネル緩衝工（図1）を列車が進入する側のトンネル坑口に設置することにより、圧縮された空気の一部を緩衝工の開口部から放出させ、トンネル内にて空気の圧力上昇に要する時間を引き延ばすことで列車が進出する側のトンネル坑口にて放出されるパルス波が問題化することを防ぎます¹⁾。

トンネル微気圧波の対策として緩衝工を設置する基準は事業者によって異なります。近年、山陽新幹線において緩衝工を設置していないトンネルの反対坑口周辺に新たに住宅が建設されたことにより、弊社内で定めている緩衝工の設置基準を満たしたため、山陽新幹

線で12年ぶりとなる緩衝工の新設工事を行うことになりました（図2）。

今回の施工区間の検証を行った結果、新規住宅立地区間に近接したトンネルの反対側の坑口に、線路延長にして10mの緩衝工を設置すれば、新規住宅立地区間においてもトンネル微気圧波が問題化しないことが予測されました。

ただし、緩衝工を設置する予定区間の周辺にも複数の家屋があり、緩衝工を10m新設することによって、トンネル内で反響した新幹線の走行音が緩衝工の新設した延長分だけ近い位置から聞こえてくることになるので、緩衝工の新設に際して新たな騒音問題を誘発することが懸念されました。



図1：トンネル緩衝工



図2：建設途中の吸音型緩衝工

03 吸音型緩衝工の新設

そこで、今回の施工箇所では緩衝工を新設する時点で外壁部分にあたる側面部や上部を全て吸音板で構成（以下、吸音型緩衝工）することにしました。

吸音型緩衝工の新設により新規住宅立地区間への微気圧波対策と、緩衝工を新設したことによる施工箇所周辺へのトンネル坑口騒音対策の両立を図るこ

とにしました。

施工後に進出側の公道上で観測した微気圧波を坑口から20m地点における値に換算し、施工前後の比較を行った結果を図3に示します。進入側への緩衝工設置により、トンネル微気圧波が低減していることが確認できます。

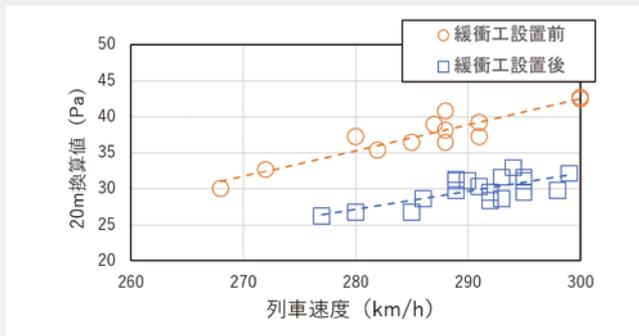


図3：施工前後のトンネル微気圧波

トンネル坑口騒音対策の評価には図4に示す通り近接線軌道中心からの離れ12.5m点・25m点・50m点に配置し、さらに住宅近傍点の計4測定を設定しました。測定は普通騒音計を用いて施工前、施工後の沿線騒音レベル(LAmax)を測定しました。

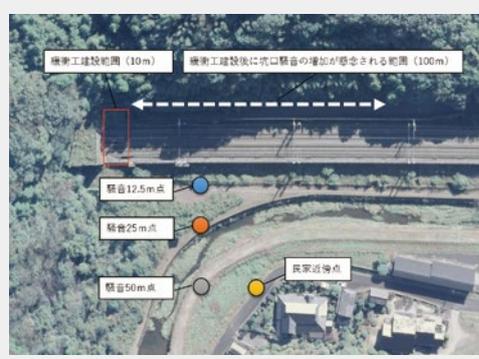


図4：吸音型緩衝工の新設範囲と騒音評価点

各測定点に近い側の線路を通過する近接側車両と、反対に測定点から遠い側を通過する遠隔側車両の騒音レベルのそれぞれ上位3本をパワー平均し、施工前後の差により評価しました(図5)。

施工後に近接側を通過する列車の騒音レベルは12.5m点と25m点では1dB前後しか低減していませんが、50m点や民家近傍点では騒音レベルが2dB以上低減しています。また、遠隔側を通過する列車の騒音レベルは、12.5m点を除き騒音レベルが3dB以上低減しています。

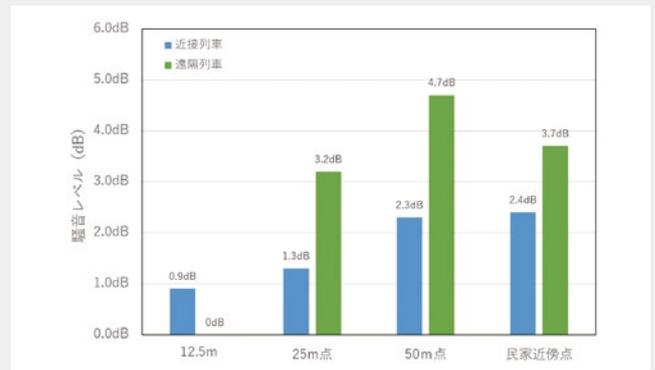


図5：吸音型緩衝工の新設による騒音低減量

線路に近い12.5m点において施工による騒音低減量が少ないのは、線路から直接聞こえてくる列車の音の方がトンネル坑口で反射した音より大きかったためと考えられます。ただし、線路から離れた位置の騒音レベルは施工により明確に低減しています。坑口から離れた民家近傍点においても騒音レベルの低減が確認できたのは、トンネルからの反射音が坑口から強く放射される騒音の角度²⁾と、坑口と家屋の位置関係が概ね一致していたためと考えられます。

遠隔列車が通過した時の25m点における施工前後のピーク騒音レベルを周波数分析した結果を図6に示します。ほぼ同一の列車速度で通過した列車単体のデータにて比較した場合、吸音型緩衝工の新設により幅広い帯域で騒音低減効果が確認できました。この特徴は既設緩衝工を吸音化した場合^{3) 4)}と概ね一致しています。



図6：周波数分析結果

04 おわりに

吸音型緩衝工の新設により、トンネル微気圧波の問題だけでなくトンネルからの反射音についても対策することができました。

採用した吸音板は経年劣化しにくいものを選定しているためメンテナンス性を大きく損なうものではありません。

【参考文献】

- 1) 小沢智：トンネル出口微気圧波の研究、鉄道技術研究報告、No.1121、(1979)
- 2) 小方幸恵、北川俊樹：「車両の影響等を考慮したトンネル坑口周辺部の騒音予測」、鉄道総研報告、Vol.35 No.6、pp.5-10、(2021)
- 3) 新田琢磨、武田陽二、斎藤英俊、松井精一：「山陽新幹線トンネル坑口騒音の吸音化工事による効果検証」、土木学会年次学術講演会論文集、67th、pp.201-202、(2012)
- 4) 高田幸裕、斎藤英俊、清水健太、梶田敏雄：「緩衝工の吸音による鉄道沿線騒音と微気圧波の影響」、鉄道技術シンポジウム、No.2406、(2015)

せん。
一度建設した緩衝工を更に吸音化するのは費用や工期を多大に要します。このため、緩衝工の新設に際して坑口周辺の騒音に配慮が必要な場合においては吸音型緩衝工の設置が有効といえます。