

トンネル断面の面的評価と管理

九州旅客鉄道(株) 正会員 末松史朗
正会員 ○桑原大亮

はじめに

鉄道車両はレールによって走行位置がつねに同じである。このため、建築限界は軌道中心を基準に車両限界線に沿って外側に定めており、トンネル建設の標準断面形状も、この建築限界に近い形状である。一方、当社は建設年次の異なるトンネルを多数保有しており、新幹線を除くと402箇所延長146kmにおよぶ。これらは標準断面の変遷や電化工事、覆工修繕等により断面形状が様々であり、しかも、曲線改良等によって建設当初から軌道の位置が変化している箇所も少なくない。限界支障が懸念されるため、断面管理を行っている。

近年、新しい測定機の導入を機にデータ処理によって断面形状の特徴を面的に把握し、分析を進めている。今回は分析方法やその結果を紹介するとともに、今後のトンネル断面管理のあり方について考察したので報告する。

1.トンネル断面管理方法の変遷

JR九州におけるトンネル断面管理では、断面形状を測定し、Fig.1のように限界線に対する余裕量・支障量によってトンネル毎にランクを定め、補修計画の策定のほか、検測周期を定めている。断面支障の要因として、Fig. 2のようなものが考えられるが、一朝一夕には解決が難しいため、測定とランク付けによって管理し、必要な箇所には適宜修繕を行うこととしている。

従来は、トンネルであれば同じ形状が連続するという前提のもと、断面変化点や線路線形の変化点などをクリティカルポイントと考え、Fig. 3上段のように代表点を「管理断面」としてきた。専用の測定機器等の進歩はあったが、「管理断面」による確認を基本とする管理手法を踏襲してきた。

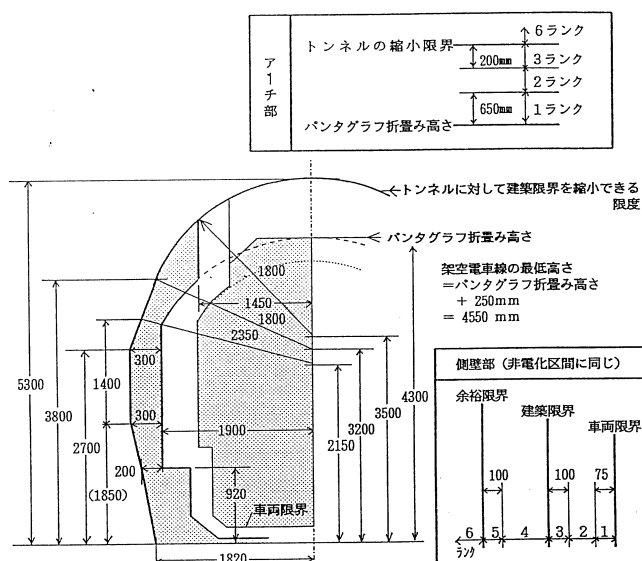


Fig. 1 トンネルの判定ランク

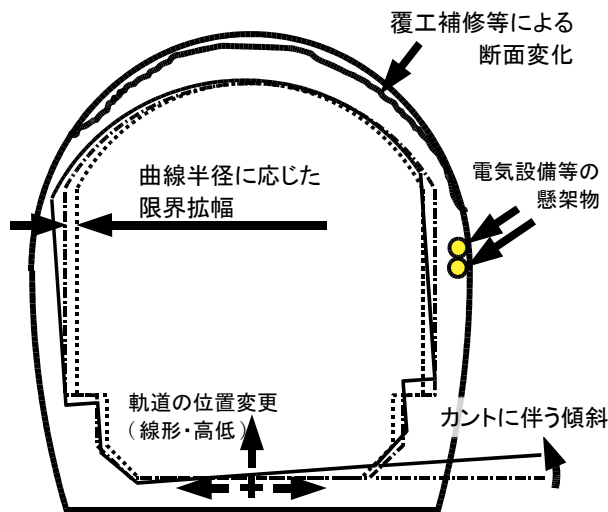
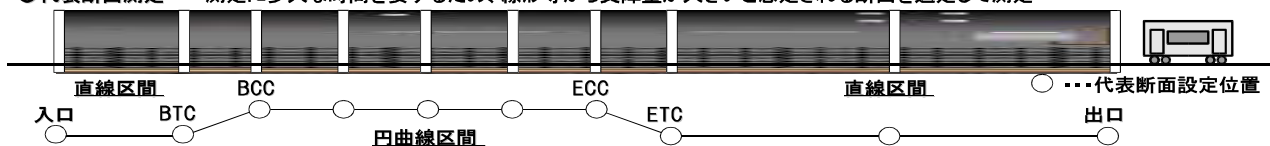


Fig. 2 限界支障するおもな要因

2.展開図表示の概要

新しい測定機(自走式断面測定機)の導入を機に、クリティカルポイントの確認と管理断面の見直しを図るため、全延長測定を実施した。この測定データは展開図形式へ変換し、全延長を一望して最大支障箇所を判別出来るよ

○代表断面測定 ...測定に多大な時間を要するため、線形等から支障量が大きいと想定される断面を選定して測定



○全延長測定 ...自走式断面測定機では軌道を走行しながら螺旋形状に高速測定することによって、全延長測定が可能

Fig. 3 代表断面測定と全延長測定

うにしている。

全延長測定では、Fig. 3下段のように自走式測定機を低速で走行させながらレーザー測距計を回転させ、トンネル壁面上に螺旋を描くように測定する。展開図は、横軸を線路方向、縦軸を方位角とし、測定値をFig.1のランクへ変換して色分け表示したもので、Fig.4のようにランクによる等高線図となっている。展開図表示にすることで、支障範囲に幾つかのパターンを見出すことができる。

3. 全延長測定の実施結果

測定の結果より、149トンネルにおいて、従前の把握よりも実際のランクが低いことが判明した。そのうち最大支障断面を代表断面測定で捉えていなかったものが35箇所あった。従って、代表断面のみで最大支障断面を抽出するのは難しいと言える。一方で、全延長測定は測線がらせん状であり、測定毎に同一点を測定するとは限らない。連続的でない添架物は別途把握する必要がある。

ここで、支障範囲の分布パターンをTable 1のように分類してみた。この分類に基づき、余裕限界を含む断面支障トンネルの割合をFig. 5に示す。

曲線に伴う限界拡幅やカントによって車両アーチ部・パンタグラフ部がトンネルアーチ部の内軌側で支障している事例(パターン5)が圧倒的に多い。また、クラウン部やアーチ肩部の支障(パターン1・2)など、線形に関係なく支障しているトンネルも少なくない。緩和曲線区間でアーチ部の内軌側から外軌側へ支障部位が遷移している例(パターン7)も多い。なお、補修記録と見比べるとパターン8以外でも、Table 1で述べた原因の他に断面縮小を伴っていることが多い。支障原因の把握には、補修記録や現地確認の必要がある。

4.トンネル断面管理のあり方について

以上により、今後の管理としては以下のような方法が望ましいと考えられる。

- a. 定期測定では全延長測定を行い、支障展開図等により前回からの変化を確認する

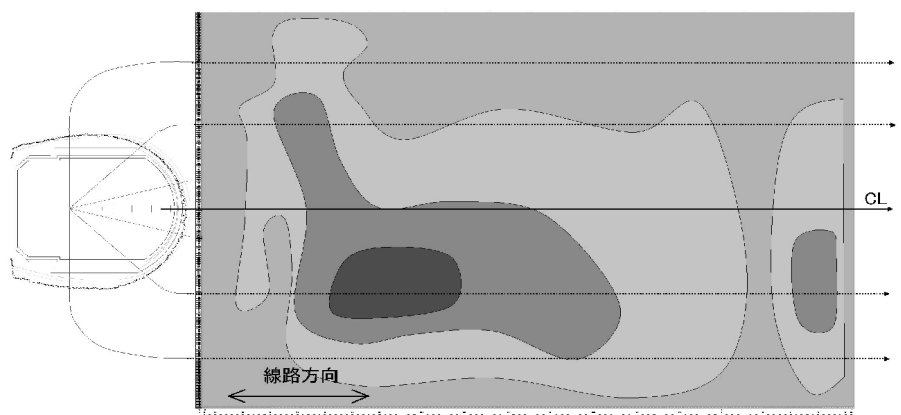


Fig. 4 展開図表示のイメージ

Table 1 支障展開図で見られる支障パターン

	パターン	予想される原因
1	クラウンを支障	電化等による断面不整合,軌道扛上
2	肩部で両側を支障	断面狭小,軌道扛上
3	肩部で片側を支障	軌道偏位
4	裾部で支障	裾の狭い断面形状
5	曲線で内軌側アーチ部を支障	カントが大きい,軌道内寄り
6	曲線外軌側の裾部で支障	カントが大きい,軌道外寄り
7	緩和曲線区間で支障範囲が変化	緩和曲線の挿入・延伸
8	区間的に大きな矩形の支障	セントル・吹付等の断面縮小
9	線路方向に細帯が連続	電気ケーブル類

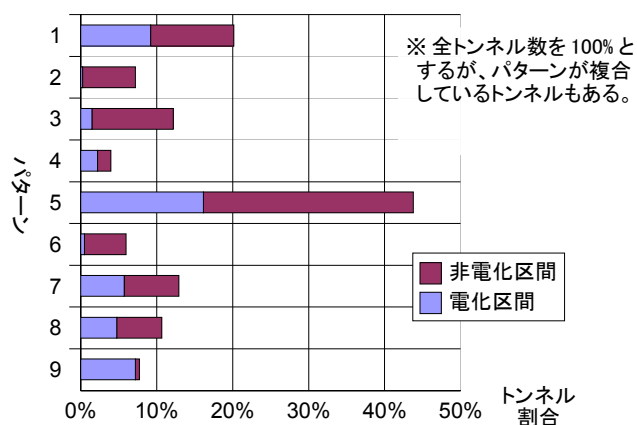


Fig. 5 支障パターンの割合

- b. 変化が確認できたものについては、現地確認および詳細な測定を実施する。
- c. 補修工・軌道移動に際してはCADを利用したシミュレーション等により事前確認を行う。

おわりに

トンネル断面測定機の改良と支障要因の分析によって、今後のトンネル限界管理のあり方について検討した。今年度は支障原因の現地確認を進めており、その結果を踏まえて、管理フローの見直しを図りたいと考えている。