

阪神高速道路大和川線開削トンネルの構造目地における温度伸縮挙動の測定

阪神高速道路株式会社建設事業本部堺建設部 正会員 ○高田佳彦 谷口 祥基

1. はじめに

阪神高速道路大和川線は、4号湾岸線と14号松原線を東西に結ぶ大阪都市再生環状道路の一部である。その内、南海高野線交差部の西側約4.4kmの区間は、開削トンネルもしくは掘割構造で構成されている。

道路の開削トンネルでは、地震時のトンネル軸方向の断面力を考慮して縦断方向地震応答解析結果に基づき、一定間隔に構造目地を設け、軸方向に変位できる構造となっており、函体外側の防水工はその変位に追従できる仕様を採用している。

大和川線の開削トンネルは比較的土被りが小さく、さらに高規格堤防との一体整備区間においては、函体完成後、土被りに該当する堤防盛土が当面行われず頂版が露出した状態の箇所もある。気温の変動や日射の影響を受けやすくトンネル軸方向の温度伸縮が発生すると考えられる。構造目地部を点検すると、一部箇所目地材などの剥離が発見され、その要因として函体温度伸縮に起因する目地部の変位によるものと推察された。この変位は、目地部の漏水の原因となり、構造物の耐久性や走行性に影響を及ぼすため、変位の定量的な把握が不可欠である。

一方、開削トンネルは土被りが相当量あるのが一般的で、日射による温度変化が函体へ伝達されにくいとされ、トンネルの設計基準^{例えば、1)}では函体の温度変化は特別に考慮されておらず、構造目地もその伸縮を考慮していない。また、温度変化に着目した目地計測はこれまで実施されていないと考えられる。

本文では、大和川西側の開削トンネル約4.4kmのほぼすべての構造目地63箇所において、伸縮量や温度などの計測を行い、土被り量やトンネル内の温度環境との関係を分析考察した。

2. 土被りの浅い開削トンネル内温度変化の測定

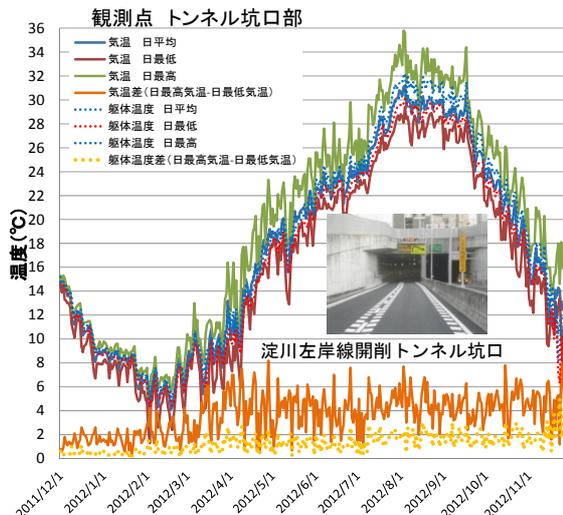
阪神高速道路淀川左岸線の開削トンネルにおいて、トンネル内の温度環境が測定されている²⁾。トンネル坑口およびトンネル延長約3.6kmのほぼ中間点のトンネル内において、気温および函体のコンクリート面を年間を通じて測定した結果を図-1に示す。

同図(a)の坑口では、年間の温度差は、気温と函体と大差はなく、約25℃である。日温度差では、最大8℃程度、函体温度差で最大6℃程度である。測定箇所の土被りは約2mと比較的浅い。同図(b)のトンネル内部ではその差は小さいが、それでも年間の気温差で15℃程度、日温度差で最大3℃程度、函体温度差で最大2℃であり、坑口に比べて小さい。

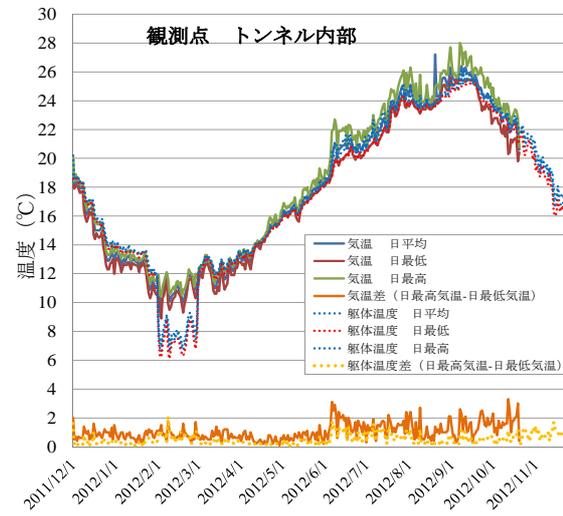
3. 大和川線開削トンネルの目地計測

(1)測定方法

大和川西側の開削トンネル約4.4kmの工事中の函体を除く、函体を目地ほぼすべての構造目地63箇所に



(a) トンネル坑口の気温および函体の温度変化



(b) トンネル内部の気温および函体の日温度変化

図-1 トンネル坑口およびトンネル内部の日温度変化

において、伸縮量やトンネル内の温度を測定した。なお、構造目地間隔(函体長)は、25m~60mである。図-2のように開削トンネル函体の上りおよび下り断面の底盤から約1.2mの高さに標点を設置し、定期的の実測している。本文は、平成26年夏季から冬季にわたる約半年間測定した結果を取りまとめた。

(2)測定結果

各構造目地の測点における伸縮量と温度差の計測結果を図-3に示す。伸縮量は測定開始時をゼロとし、目地が開く方向を+としている。冬季に至ることでトンネル函体が伸縮し目地伸縮量は最大10mm近くになっている。同図には、構造種別も併記している。相対的に長い開削トンネルの中央付近は伸縮量が小さい傾向も伺われ、坑口から入るにつれて大気温の影響を受けにくいと考えられる。温度差は、坑口付近で最大で30℃であった。

気温と土被り厚との関係を図-4に示す。なお頂版が露出した函体、U型擁壁、ストラッド区間および天

キーワード 開削トンネル, 構造目地, 温度伸縮, 土被り厚

連絡先 〒590-0075 堺市南花田口町 2-3-20-5F 阪神高速道路株式会社建設事業本部堺建設部 TEL072-226-4802

井が開口している未完成区間近傍は土被り量を0に分類している。土被りが多いほど温度差が小さい傾向は伺える。

温度差と伸縮量との関係を把握するため、測定された温度差に鉄筋コンクリートの線膨張係数 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ および各目地に対応する函体延長より求めた理論的伸縮量を算出し、その結果を図-5に示す。実測値と比較すると、起点側では理論値が実測より2mmほど大きいですが、土被りの多い終点側ではその差は小さくなっている。

また各函体は延長が異なるため、温度変化量が同じでも伸縮量が異なることになる。そこで実測伸縮量にその延長を除いて函体延長10mあたりの伸縮量(以下、単位伸縮量という)と、温度変化を図-5に示す。単位伸縮量は、実測伸縮量よりばらつきは小さくなっている。

最後に、土被り毎に伸縮量を整理した結果を、図-7に示す。同(a)実測値による伸縮量では、土被りが厚いと伸縮量が小さくなる傾向がうかがえるが、明確ではない。これは各測定目地の函体長が異なることによる影響が想定されたことから、図-6で算出した単位伸縮量で整理した結果を同図(b)に示す。土被りが1m以上になると単位伸縮量が半分程度になって

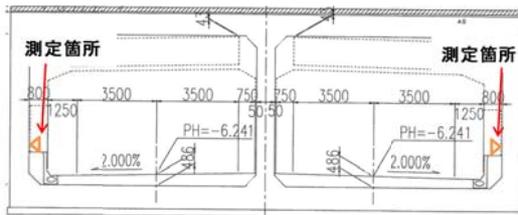


図-2 開削トンネル構造目地の伸縮量計測箇所

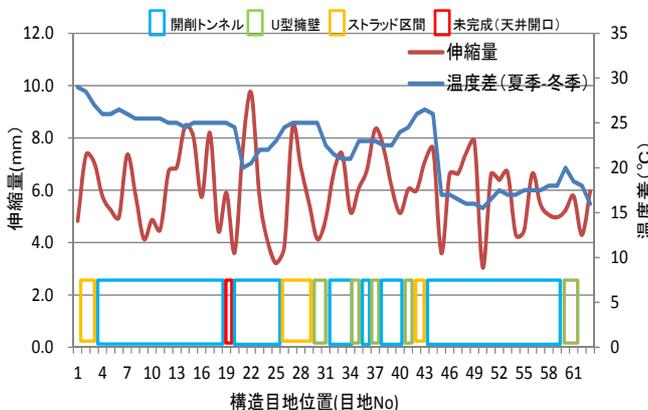


図-3 構造目地の各計測点における伸縮量と温度差

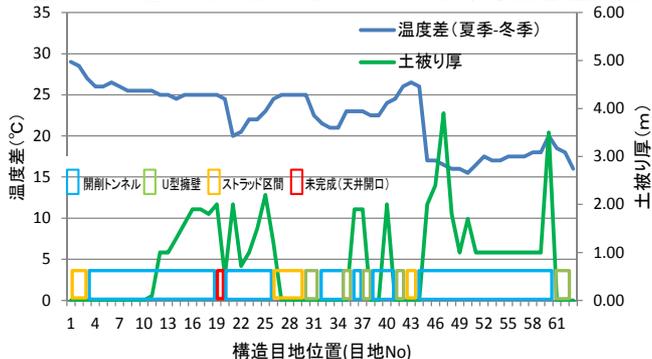


図-4 構造目地の各計測点における温度差と土被り厚

おり、それ以上土被りが増えてもほとんど変わらない結果となった。

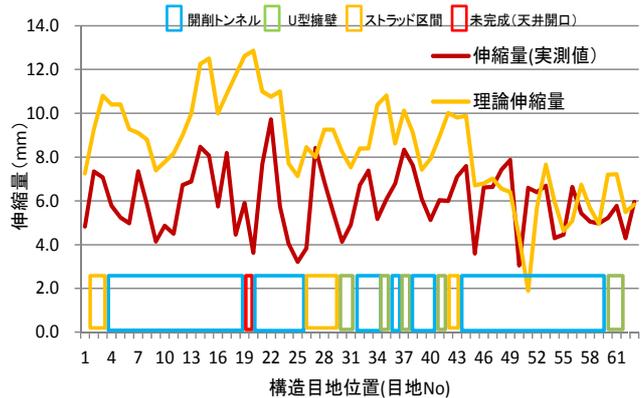


図-5 構造目地の各計測点における伸縮量(実測値)と理論伸縮量

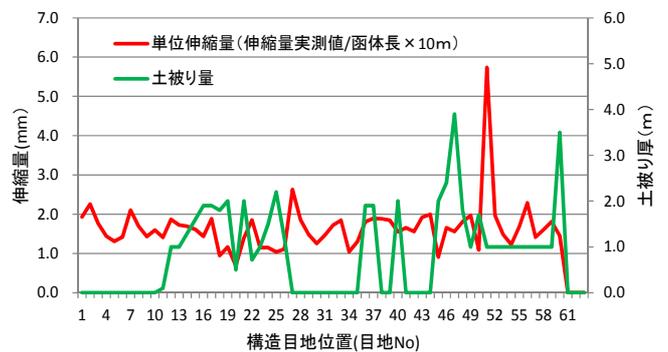
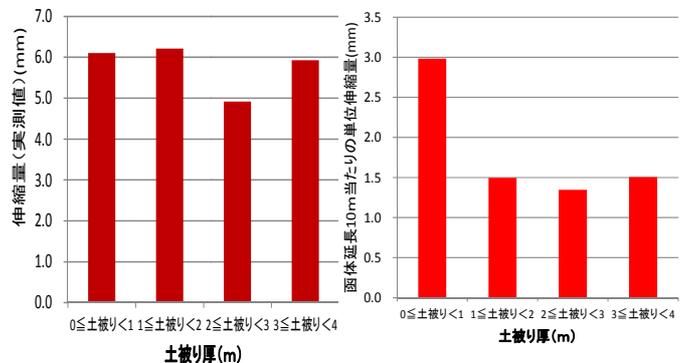


図-6 構造目地の各計測点における単位伸縮量と土被り厚



(a)伸縮量(実測値) (b)単位伸縮量(実測値)

図-7 土被り厚に対する伸縮量の相関

4. おわりに

今回、土被り量に対する単位伸縮量の関係は掴めたものの、定量的な結論を導き出すためのデータは十分ではない。計測は引き続き実施し、伸縮量と土被り量など各種パラメータとの相関を分析していきたい。なお、構造目地部は特に土被りが浅いと、温度変化による伸縮量の発生は不可避であることから、トンネル内の付属物などの設計において考慮しておく必要があると考えられる。

参考文献 1) 阪神高速道路株式会社, 開削トンネル設計指針 平成20年3月 2)高田 佳彦, 中山 栄作, 佐々木 一則, 鈴木 威, 森 重和, 鎌田 修, 都市高速トンネル用ポーラスコンクリート舗装の包括的検討, 土木学会論文集E1(舗装工学) Vol. 71(2015) No. 1, pp19-35