

めがねトンネルにおけるセンターピラーの役割に関する力学的検討

山口大学大学院 学生会員 ○若狭紘也
前田建設工業(株) 正会員 上村正人
山口大学工学部 フェロー会員 中川浩二

山口大学大学院 学生会員 中野聡昭
山口大学工学部 正会員 進士正人

1. はじめに

近年、都市部におけるめがねトンネルの施工が増加している。都市部でのトンネル施工は、一般に土被りが薄く、未固結・低強度地山であるという地形・地質的な条件に加え、土地利用上の制約や周辺環境問題、地表に重要構造物が存在することによる地表沈下抑制の必要性等の厳しい条件下での施工となる。また、めがねトンネルは段階的なトンネル掘削が行われることにより、一般的なトンネルと比べて地山応力状態が異なると考えられる。特に両本坑の中間地山部では、掘削の相互影響により発生するゆめにより、支保に大きな荷重が作用する。このため、めがねトンネル特有の構造物であるセンターピラーを構築することにより、荷重を支持している（図-1参照）。また、センターピラーはトンネル完成後も両本坑からの荷重の一部を負担すると考えられる。

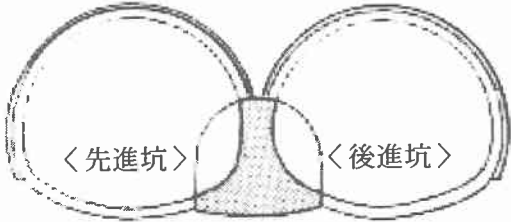


図-1 めがねトンネル

この施工時およびトンネル完成時にセンターピラーに作用する荷重を把握することは、設計を行う上で非常に重要である。施工時には、センターピラーに対し鉄筋計や底盤土圧計などを用いて計測を行い、作用荷重を把握する試みもなされている。しかし、現段階においては、この作用荷重を事前に推定する明確な指標が示されていないのが現状である。

そこで本研究では、過去に施工され現在供用中、または現在施工中の複数のめがねトンネルの現場計測結果を用いて、センターピラーの役割や作用荷重について、より明確にすることを目的とした。

2. センターピラーに作用する領域の把握

(1) 周辺地山の挙動からの検討

先進坑上と後進坑上、あるいはセンターピラー上の最終地表沈下量の比較を図-2に示す。この結果より、3測点ではいずれも沈下量はほぼ同程度である。このことから、めがねトンネル直上の地表面は、ほぼ一定の割合で沈下していると推測される。

次に、先進坑上と後進坑上における地表沈下と天端沈下の比較を図-3に示す。この結果より、特に後進坑上で比較的地表沈下の値が大きくなっているものが多いが、両者の沈下量がほぼ同程度になっているものも多くみられる。これらの断面では、トンネル天端から直上地表面にかけての地山で、ともさがり現象が生じているものと推測できる。

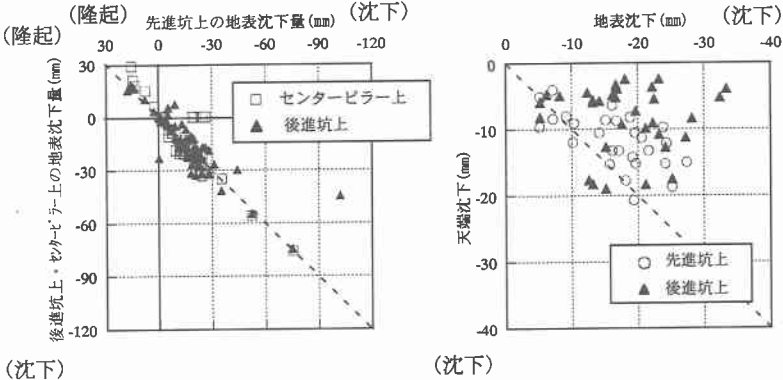


図-2 各測点の最終地表沈下量の比較 図-3 地表沈下と天端沈下量の比較

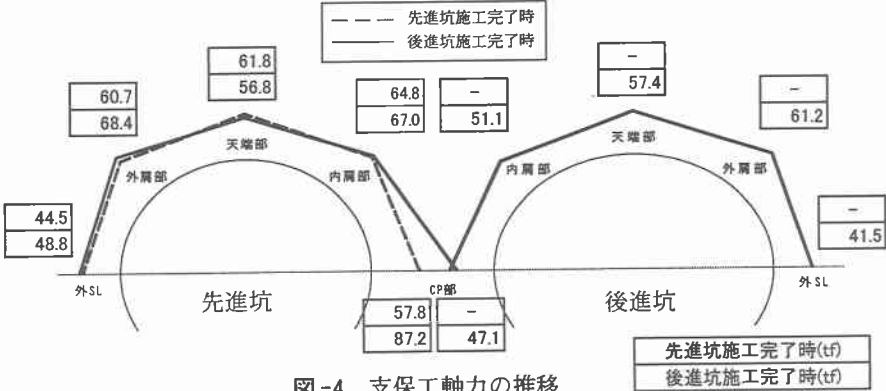


図-4 支保工軸力の推移

(2) 支保工軸力からの検討

各施工段階における先進坑と後進坑の5測点の支保工軸力の推移について、各トンネルの平均値を図-4に示す。この結果より先進坑・後進坑をそれぞれの単一トンネルとして考えた場合、どの測点でも発生する軸力に違いはみられない。しかし施工完了時の最終値をみると、先進坑センターピラー上で軸力が増加している。これは後進坑の施工による荷重の増加が、ピラー部に集中したためと考えられる。

3. センターピラー作用荷重

(1) 作用荷重の推定

めがねトンネルでは、センターピラーに作用する荷重の把握を行うため、図-5に示すような計測が行われる場合が多い。本来、作用荷重の推定は、センターピラーに発生する応力を直接測定するピラーコンクリート応力を用いるのが最も適当であると考えられる。しかしこの計測工は特殊であり、過去の施工事例をみると、実施数が少ない。そこで本研究では先進坑と後進坑の支保工軸力より作用荷重を推定することを考えた。

支保工軸力（鋼製支保工軸力と吹付け軸力を加算した値）、ピラーコンクリート応力の計測結果から推定した作用荷重の比較を表-1に示す。この結果より、支保工軸力から推定した荷重とピラー応力から推定した荷重とは、ほぼ同程度となっていることがわかる。また、いくつかの現場で底盤土圧から作用荷重の推定が行われている例がみられるが、算出を試みたところ他の2通りの推定荷重とは、値が大きく異なった。

以上より、支保工軸力より推定される作用荷重は、ピラー応力からの推定とほぼ同程度であり、代替しても差し支えないと思われる。

(2) 土被り・地質との関係

作用高さや土被りの関係を図-6に示す。作用高さとは、センターピラーに図-7に示す色つき部の土荷重が作用したと仮定し、作用荷重から換算したものである。

図-6より、作用高さや土被りが同程度であるものと、土被りにかかわらず作用高さが10m前後の2種類の傾向がみられた。過去の施工実績より、めがねトンネルは70%以上の事例で最大土被り25m未満と低土被りの条件下で施工されていることから、前者では、アーチ効果が得られず、図-7に示すように土被り分の荷重が作用すると考えられる。一方、後者については地山の地質が良好であるため、十分なアーチ効果が得られたことが土被り分が作用しなかった原因と考えられる。

4. おわりに

本研究では、過去に施工されためがねトンネルの計測結果より、施工時におけるセンターピラー作用荷重について把握を行った。これより、土被りや地質などの条件が分かれば、ある程度作用荷重を推定することが可能であり、設計時においてセンターピラーの形状を決定する際のひとつの指標として考えることができる。

今後は計測データを増やし、作用荷重と地質の関係について、より詳細な検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 松田哲夫・豊里栄吉・五十嵐瑞穂・梨本裕・梶山孝司：1本導坑センターピラー共有型メガネトンネルの設計法と検証，トンネル工学研究発表会論文・報告集，第7巻，pp.1～6,1997.11

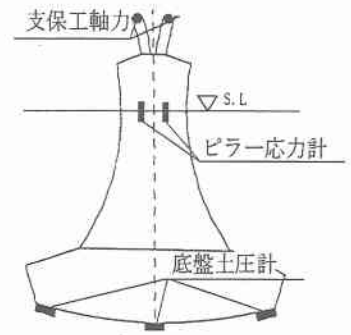


図-5 センターピラーで行われる計測工

表-1 各推定作用荷重の比較

支保工軸力からの 推定荷重 (tf/m)	ピラー応力からの 推定荷重 (tf/m)
337.5	375.0
677.5	345.0
452.5	540.0
252.5	168.8
501.5	383.4
272.5	349.5

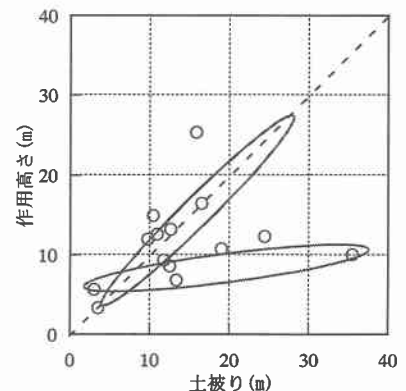


図-6 作用高さと土被り

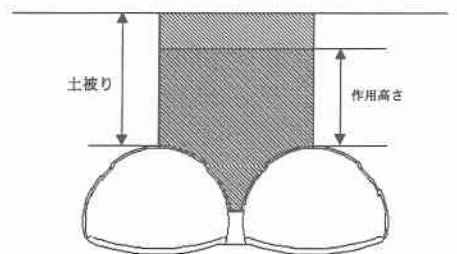


図-7 センターピラー作用荷重の領域