

現場計測結果によるセンターピラーに作用する地山領域の推定

山口大学大学院	学生会員	中野 聡昭	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	山口大学大学院	学生会員	青木 宏一
			山口大学工学部	フェロ-会員	中川 浩二

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など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。特に中間地山部では、掘削の相互影響により発生するゆるみにより、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。また、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。

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、センターピラーに作用する荷重について、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-1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、この計測は特殊であり、過去の事例をみると、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。

まず、支保工軸力（鋼製支保工軸力+吹付け軸力）とピラーコンクリート応力の両計測が行われた断面において、それぞれの計測結果より推定した作用荷重を表-1に示す。この表より、支保工軸力より推定した荷重は、ピラー応力より推定した荷重と、ほぼ同程度となっていることがわかる。このことより、支保工軸力を用いてセンターピラーに作用する荷重の推定が可能であると考えられる。

また、いくつかの事例では、底盤土圧から作用荷重の推定が行われているものがみられ、支保工軸力から推定した作用荷重と比較を行ったが、他の2通りの推定荷重とは、値が大きく異なった結果であった。



図-1 センターピラーで行われる計測工

表-1 推定作用荷重の比較

断面	支保工軸力より推定	ピラー応力より推定
	3375 kN	3750 kN
	6775 kN	3450 kN
	4523 kN	5400 kN
	2525 kN	1688 kN
	5015 kN	3834 kN
	2725 kN	3495 kN

キーワード：めがねトンネル，センターピラー，現場計測結果，作用荷重，作用高さ

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 Tel. 0836-85-9332 Fax. 0836-85-9301

3. センターピラー作用荷重と土被り・地質の関係

松田ら¹⁾により、FEM解析を用いた作用荷重の考え方の一例が報告されているが、実際の計測結果に基づく検討はあまり行われていない。そこで、過去に施工されためがねトンネルの計測結果(9事例)より作用荷重を推定し、この荷重より、センターピラーに作用する地山領域について考える。

一般に、センターピラーに作用する荷重は図-2に示すように、先進坑と後進坑の中心間の地山領域が作用するものと考えられている。ここでは、支保工軸力より推定した作用荷重(表-2参照)を用いて作用高さとして計算することとした。なお、土の単位体積重量は20kN/m³とした。

作用高さと土被りの関係を図-3に示す。過去の施工事例をみると、めがねトンネルの過去の事例では、70%以上が最大土被りが25m未満の低土被りの条件下で施工されており²⁾、とも下がり現象が起きていると考えられており、センターピラーには全土被り分の荷重が作用すると思われる。しかし、図-3より、軟岩と硬岩、また砂質地山については、土被りが10m程度になると点線で示すように作用高さは一定となり、土被り分以下の荷重のみ作用しないことがわかる。これは、このような地山においてはアーチアクションが地山内に発生したためと思われる。従って、ある程度の土被りが確保できればセンターピラーに作用する荷重は、全土被り荷重いかと評価する可能性が得られた。また、粘性地山は、データ数は少ないが、実線で示すような土被り分の荷重、あるいは、それ以上の荷重が作用する結果が得られた。このことから、粘性地山では、設計時に作用荷重を推定する際、土被り分以上の荷重が作用する可能性があると考えられ、注意が必要であると思われる。

4. おわりに

本研究では、過去に施工されたトンネルの計測結果を用いて、センターピラーに作用する荷重について把握を行った。その結果、センターピラーに作用する荷重は、土被りと地質からある程度推定することができ、設計時に重要となるセンターピラー作用荷重について、ひとつの指標を示すことができた。今後は、計測データを増やし、より詳細に検討していく予定である。

参考文献

- 1) 松田哲夫, 豊里栄吉, 五十嵐瑞穂, 梨本裕, 楢山孝司: 1本導坑センターピラー共有型 メガトンネルの設計法と検証, トンネル工学研究論文・報告集, 第7巻, pp.1-6, 1997.11
- 2) 青木宏一, 上村正人, 河原幸弘, 中川浩二: わが国におけるめがねトンネルの現状, トンネル工学研究論文・報告集, 第10巻, pp.161-166, 2000.11

表-2 作用荷重データ

トンネル名	土被り(m)	地質	作用荷重(kN)
A	22.00	砂質土	2967.50
	35.50	砂質土	5976.84
B	12.50	砂質土	3670.00
	9.70	粘性土	3375.00
	15.80	粘性土	6775.00
C	16.50	砂質土	4525.00
	12.50	砂質土	2525.00
D	3.50	軟岩	1429.60
	13.30	軟岩	2443.90
E	4.00	軟岩	1681.40
F	10.40	砂質土	4774.00
G	25.00	軟岩	3354.40
H	9.50	軟岩	5015.00
I	12.00	硬岩	2579.00

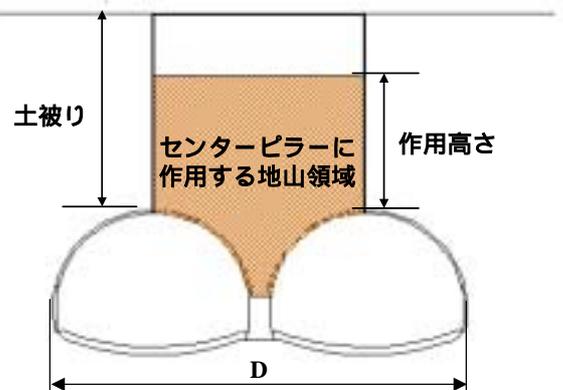


図-2 センターピラーに作用する地山領域

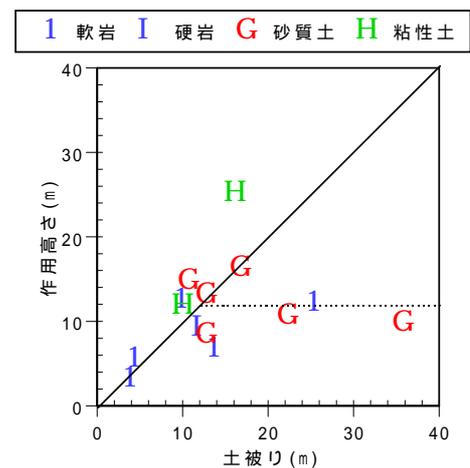


図-3 作用高さと土被りの比較