長野県 上小地方事務所 粕尾 明弘

清水建設㈱ 正会員 安藤 拓 ,森 直樹,山本 和義

1.はじめに

蟹沢トンネルは長野県豊野町の東部に位置し、広域農道上水内北部地区の起点となる全長 663m の道路ト ンネルである。本トンネルは、土砂地山であるため地山強度が小さく、また、全区間にわたり土被りが薄 いなどの厳しい条件下での施工となった。そのため、切羽の自立・天端の安定・地表面沈下等の対策とし て、ほぼ全長にわたり注入式長尺鋼管フォアパイリング, フットパイル, サイドパイルおよびフェイスボルトを用いた。本報告書 は,これらの補助工法のうちフェイスボルトの計測結果と設計手法の考察を行うものである。

2. 地形地質概要

トンネル建設地点は千曲川左岸沿いの丘陵地であり地質は基盤として新生代新第三系の猿丸層が分布し、 これを第四紀の水内シルト層、豊野層が不整合に覆い、その上部には段丘堆積層が存在している。切羽に出 現する地質は図 1に示すようにトンネル全長663mのうち起点側の約400mは豊野層で、断層・不整合面を挟ん でそれ以奥は水内シルト層である。豊野層はシルト、細粒砂の互層から構成される湖成堆積物であり、上部 にかけて粗粒となる。水内層は,ほぼ均質なシルトから構成されているが,その層境は断層を呈する不整合 となっており,最も変位が大きく掘削が困難な区間であった。



シルトの物性は,鉛直ポーリングからの試料を非排水三軸圧縮試験の結果,表-1の結果が得られている。

表 - 1 シルト層の物性値

湿潤密度 <sub>t</sub> (Mg/cm <sup>3</sup> )	变形係数 E <sub>50</sub> (MPa)	粘着力 Cu(MPa)	内部摩擦角 u(°)
1.77	36.6	0.183	0.0

## 3.フェイスボルトの施工と配置

フェイスボルトは,フォアパイリングと脚部補強を行っても切羽の崩壊が発生したため,切羽面対策として実施したものである。施工延長は切羽から12mとし,自穿孔式のものを,上半に24本施工した。(図-2) 地質は均質な洪積シルト層であり,土被りは天端から20mである。

キーワード	フェイスボル	ト軸力,Ra	nkine の主働土	圧,設計法	
連絡先	清水建設(株)	土木本部	技術第2部	03-5441-0567	Fax 03-5441-0515

## 4.フェイスボルトの計測結果と考察

21イスボルは,217パイリングと脚部補強を行っても切 羽の崩壊が発生したため,切羽面対策として実施 したものである。施工延長は切羽から12mとし, 自穿孔式のものを用いた。軸力測定の計器の配置 と計測結果を図-3 に示す。測点は図に示すよう に6ヶ所設け,切羽が進捗するにつれて計器を取 り出し,その軸力を測定した。

計測結果の要約を以下に示す。

各測点とも,切羽前方3m程度から軸力が発生 し始める。

急激に軸力が大きくなるのは,切羽前方1~ 1.5mの地点からである。

計測された軸力は,設置切羽面から奥に行く にしたがって増大し,測点 NO.1 で

約 10kN であったものが ,最大では測点 NO.6 では 40kN に達する。

これらの計測結果から,以下のことが判断でき る。

トンネル掘削高さの 1/2 に相当する 2 ~ 3 m 以奥から,切羽面のゆるみが発生し始める。 また,この深さは 2 度の中規模な崩落の深さ は 2.5mであったこととも整合する。

急激に増大する1~1.5mで,切羽の不安定 現象が発生しやすい。 崩壊はこの部分から 発生し,2.5m 程度に広がったものと想定され る。

フェイスボルを設置した時点で,切羽ではすでに, トンネル軸方向に変位が生じており,この変位 は切羽から離れるほど小さくなることは容易に 推察される。

軸力の最大値が 40kN であったことから, フェイスホ トトの本数(24 本)と掘削断面積(上半 48.4m<sup>2</sup>) から切羽面に発生する受動的な応力は,約 20kN/mm<sup>2</sup>と推察される。

図-4 は, Rankine の主動土圧 P<sub>a</sub>= tztan<sup>2</sup>(45°-









図 - 4 Rankineの主動土圧と計測値

/2)-2ctan(45°- /2)と粘着力の関係を示したものである。シルトの粘着力と内部摩擦角から算定したものは 29kN/mm<sup>2</sup>(逆算粘着力であり,両者は良い対応を示す。

5.まとめ

フェイスボルトの軸力は,切羽から奥に行くほど増加する

最大軸力は Rankine の主動土圧から,推定される値と良い対応を示す。

未固結地山のフェイスボルトの設計に適用できる。