

切羽観察評価点の個人依存性に関する調査

山口大学大学院 学生会員○谷増唯
山口大学工学部 正会員 進士正人

山口大学大学院 学生会員
山口大学工学部 フェロー会員

榎田敦之
中川浩二

1. はじめに

山岳トンネルの支保選定は、施工時の現場計測や切羽観察結果に基づき、地山状況に見合った施工時の支保パターンを現場で判断し行われている。一般に現場計測は、計測結果から得られるのには時間がかかることなどから、切羽観察結果が地山状態を評価する判定材料として重視される傾向にある。しかし、切羽観察・地山評価を行うにあたっては、観察者のこれまでの経験や技術レベルなどにより、その評価結果には個人依存性があると指摘されている。したがって、観察者による個人差を小さくし、客観的な切羽の判断・評価を行うことが重要である。そこで本研究では、観察者の経験や所属が切羽観察・地山評価に与える影響について検討することを目的とし、切羽観察及びアンケートを行い、切羽観察評価点の個人依存性について調査した。

2. 調査方法^{1), 2)}

切羽観察は日本道路公団提案の切羽観察記録表(表-1参照)を用い、切羽観察結果から切羽評価点をもとに地山状況の良し悪しを定量的、かつ客観的に判断し、トンネル支保選定に活用することが主流となっている。アンケート調査は、対象者を①切羽観察経験回数、②トンネル経験本数、③所属から分類し、切羽観察結果より個人依存性についての検討を行った。切羽観察及びアンケート調査はAトンネルで2回、その他の5トンネルで1回ずつ、計7回実施した。各トンネルにおける観察者の人数分布を表-2に示す。

3. アンケート項目別に見た切羽観察結果および考察

切羽観察は切羽評価点を用いて評価を行うが、トンネルごとに地山状態は異なるため、切羽観察を行った7回のデータそれぞれについて切羽評価点を直接比較することはできない。そこで切羽観察結果から観察項目の評価点及び切羽評価点を算出し、各トンネルの切羽評価点の平均点を求めた。そしてこの平均点と、全7トンネルにおける観察者の切羽評価点との差を比較することとした。

3.1 切羽観察経験回数に着目した評価結果

切羽観察経験回数が、切羽観察結果へ及ぼす影響を調査した。図-1に、観察項目「割れ目間隔」の評価点における平均及び標準偏差を示す。この図より、切羽観察経験回数が増えるほど、ばらつきが小さくなる傾向があることが伺える。また「風化変質」も同様の傾向になった。図-2に、観察項目「割れ目状態」の評価点における平均及び標準偏差を示す。この図より「割れ目状態」は、切羽観察経験回数に限らず全体的にばらつきが大きい項目となる傾向が伺える。また「圧縮強度」も同様の傾向になることが分かった。次に、切羽評価点における人数分布を図-3

表-1 切羽観察記録表の一部

観察項目	評価区分					
	1,000以上	1,000~500	500~250	250~100	100~30	30以下
A. 圧縮強度 (kN/cm ²)	ポイントロード	40以上	40~20	20~10	10~4	4以下
	岩片を地面にハンマーの打撃による強度の目安	岩片を地面にハンマーで打撃しても割れにくい	岩片を地面にハンマーで打撃すれば割れる	岩片を手に持ってハンマーでたたき合わせ割れることができる	両手で岩片を部分的にでも割ることができる	力を込めれば、小さな岩片を指先で割ることができる
	評価区分	1	2	3	4	5
B. 風化変質	風化の目安	概ね新鮮	割れ目沿いの風化変質	岩芯まで風化変質	砂状風化、未固結土	
	地下水変質などの目安	変質は見えない	変質により割れ目に粘土を挟む	変質により岩芯まで強度低下	著しい変質により全体が土砂化、粘土化	
	評価区分	1	2	3	4	
C. 割れ目間隔	割れ目の間隔	d≥1m	1m>d≥50cm	50cm>d≥20cm	20cm>d≥5cm	5cm>d
	RQD	80以上	80~50	60~30	40~10	20以下
	評価区分	1	2	3	4	5
D. 割れ目状態	割れ目の開口	割れ目は密着している	割れ目の一部が開口している(幅<1mm)	割れ目の多くが開口している(幅<1mm)	割れ目が開口している(幅1~5mm)	割れ目が開口し5mm以上の幅がある
	割れ目の挟持物	なし	なし	なし	薄い粘土を挟む(5mm以下)	厚い粘土を挟む(5mm以上)
	割れ目の粗度観察	滑い	割れ目が平滑	一部に粗粒	よく磨かれた粗粒	
	評価区分	1	2	3	4	5

表-2 観察者の人数分布

トンネル名	切羽観察者
Aトンネル(1)	22人
Aトンネル(2)	11人
Bトンネル	20人
Cトンネル	32人
Dトンネル	8人
Eトンネル	6人
Fトンネル	8人
合計	107人

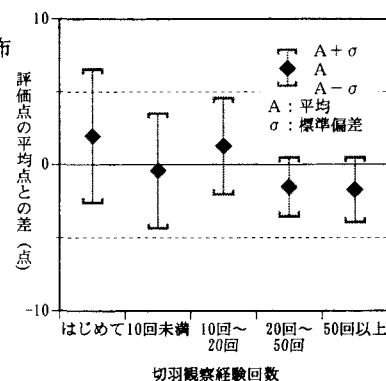


図-1 「割れ目間隔」の平均及び標準偏差 (切羽観察経験回数)

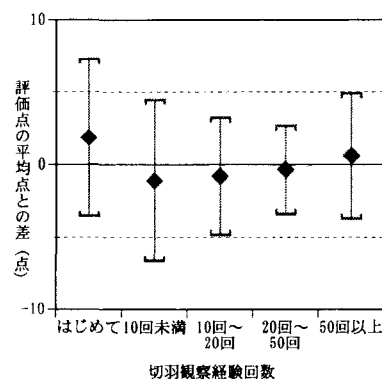


図-2 「割れ目状態」の平均及び標準偏差 (切羽観察経験回数)

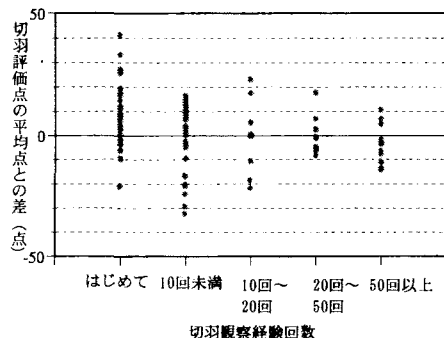


図-3 切羽評価点におけるトンネル平均点との差 (切羽観察経験回数)

3で示す。この図から、切羽評価点は経験回数が増すとばらつきが小さくなる傾向がみられた。また、経験回数が少ない観察者は、全体的に平均点より高い切羽評価点に分布し、経験回数が多い技術者は比較的切羽評価点が高い。これは、切羽観察を行った技術者のこれまでの経験から安全を重要視し、危険側の評価を行う傾向にあると考えられる。

3.2 トンネル経験本数に着目した評価結果

技術者の多種多様な地山経験が切羽観察結果へ及ぼす影響を調査した。切羽評価点における人数分布を図-4に示す。この図からわかるように、評価結果は3.1とほぼ同様であった。

3.3 所属に着目した評価結果

技術者の所属が切羽観察結果へ及ぼす影響を調査した。図-5に観察項目「風化変質」の評価点における平均及び標準偏差を示す。この図より、ゼネコンに所属する技術者の評価のばらつきが最も少なくなることがわかる。また「圧縮強度」、「割れ目間隔」も同様の傾向になり、所属により評価結果がばらつくことが分かった。図-6に、観察項目「割れ目状態」の評価点における平均及び標準偏差を示す。図-6をみると、所属に限らずばらつきが大きい項目であることが伺える。次に、切羽評価点における人数分布を図-7で示す。この図から、切羽評価点はゼネコン及びコンサルタントに所属する技術者のばらつきが比較的小さくなる傾向があった。また、ゼネコンに所属する技術者の切羽評価点は、他の所属の技術者よりも全体的に低い傾向がある。ゼネコンに所属する技術者は、現場において継続的な切羽観察を行っている。また、常日頃から現場に接する機会が最も多く、より安全な評価を行う傾向が伺える。コンサルタントに所属する技術者は、一般に多種多様なトンネルに携わることで、技術レベルが向上しばらつきが少なくなったと考えられる。

4. 結論

本研究では、切羽観察及びアンケートを行い、切羽評価点の個人依存性について調査した。主な結果を以下に示す。

- ① 経験回数・経験本数の多い技術者は、「風化変質」、「割れ目間隔」において評価のばらつきが少なくなる項目であることが伺える。
- ② 「圧縮強度」、「割れ目状態」については、経験回数・経験本数に限らず全体的にばらつきが大きい項目となる傾向があった。
- ③ ゼネコン及びコンサルタントに所属する技術者は、切羽評価点のばらつきが小さくなる傾向があった。

以上の調査結果より、切羽評価点には観察者による個人依存性があるということが示された。このことから、経験回数・経験本数の少ない技術者の「風化変質」、「割れ目間隔」における技術レベルの向上が必要である。また、「圧縮強度」、「割れ目状態」については経験回数・経験本数に限らず、技術レベルの向上が必要であると考えられる。今後は、より合理的な山岳トンネルの施工を目指し、ますます切羽観察の重要性が大きくなっていく。そのため、切羽観察における観察者個人によるばらつきをできるだけ少なくし、評価の統一が必要である。

参考文献

- 1) 日本道路公団：設計要領第3集，トンネル，pp. 86 - 89，平成9年10月
- 2) 赤木渉，進士正人，中川浩二：山岳トンネル施工支援のための切羽評価法の適用性に関する研究，土木学会論文集，No. 686／VI - 52，pp. 121 - 134，2001.9

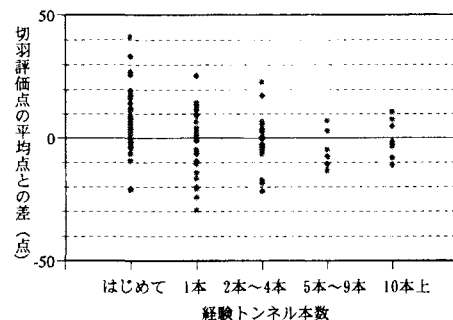


図-4 切羽評価点における
トンネル平均点との差
(トンネル経験本数)

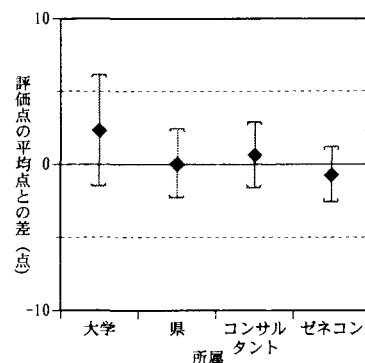


図-5 「風化変質」の平均及び標準偏差
(技術者の所属)

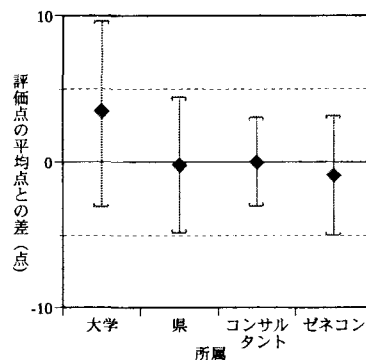


図-6 「割れ目状態」の平均及び標準偏差
(技術者の所属)

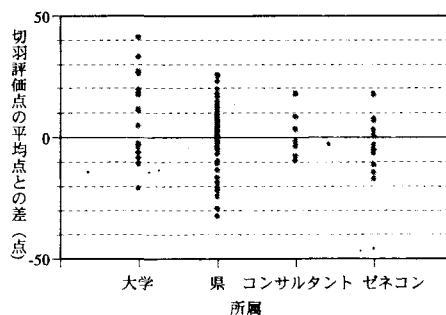


図-7 切羽評価点における
トンネル平均点との差
(技術者の所属)