

M-296

山岳トンネルの作業環境評価

(株) 奥村組関西支社 (正) 高野晴男

(株) 奥村組技術研究所 (正) 寺田道直

(株) 奥村組技術研究所 (正) 新田宏基

1. まえがき 建設業は3K業種と言われている。人手不足が慢性化しており、農村地域からの未熟な季節労働者や高齢者にたよる部分が多く、労働災害の発生割合が高い。そこで生産性向上のために合理化施工が展開されている。山岳トンネル工事でも大型多機能機械の導入、NATMの適用、タイヤ工法によるずり搬出等が実施されているが、閉鎖された空間で作業を行うので騒音・振動、粉塵、有害ガス等による影響を受けやすい。若者にも魅力ある産業に脱皮し、高齢者や未熟練な作業従事者等が被る労働災害を防止するためには危険作業を解消し、より安全で快適な働きやすい職場環境の実現が必要である。

このような状況にある山岳トンネル工事の作業環境の実態を把握するために、最近当社が施工している工事現場を対象にアンケート調査を行った。本稿は作業従事者が評価した現場の作業環境の状態について報告するものである。

2. 調査対象と調査方法 当社が平成6年8月の時点で施工している全国28ヶ所の山岳トンネル現場を対象にアンケート調査を実施して、24ヶ所の現場から回答が得られた。調査内容は工事概要、施工方法、仮設備等の作業条件と作業環境に関するもので、切羽付近、二次覆工部付近、坑口付近の各作業場所における環境項目（騒音、振動、粉塵、有害ガス）の発生量と対策方法および、作業従事者（担当職員）の感覚評価である。

3. 調査結果の整理 アンケート用紙では作業従事者による各環境項目ごと 感覚評価 記号 数値
の感覚評価は、たいへん良い◎、良い○、我慢できる△、悪い×の4段階の たいへん良い ◎ 5
レベルで行った。結果の整理で統計的な扱いをするために表1に示すような 良い ○ 3
評価基準を用いて数値化した。我慢できる △ 1
悪い × 0

4. 結果および考察

(1) 作業条件について

a. 換気設備 換気方式、風管径と掘削断面積との関係を表2に示した。換気方式には排気方式、送・排気併用方式、送気方式があり、発破掘削の場合でも機械掘削の場合でも送気方式が多く、調査した現場の50%以上がこの換気方式を採用していた。排気方式は単独で使用するよりも送気ファンと組み合わせた送・排気併用方式の方が多かった。掘削断面積について換気方式を調べてみると、掘削断面積が大きなトンネルでは送気方式と送・排気併用方式を用い、掘削断面積の小さなトンネルでは排気方式が採用されていた。風管径についてみると掘削断面積50 m²以上では100 cm以上の風管が使用され、10～50 m²では50～100 cmのものと100 cm以上のものが用いられ、10 m²未満の小さな断面積のトンネルでは50 cm未満の風管が使用されていた。

b. 気温・湿度 夏期に調査を行ったので坑外の平均気温は31.5℃、平均湿度は53.6%であった。切羽付近は平均気温22.7℃、平均湿度85.7%で、いずれの現場も気温は17～29℃、湿度は70%以上であった。通常気温15～20℃、湿度40～50%程度が作業を行うのに最も快適¹⁾と言われているが、作業が輻輳し坑内で最も活発な労働が行われている場所である切羽付近は高温多湿で快適な作業条件でないことが確認された。

表1 環境評価レベル

感覚評価	記号	数値
たいへん良い	◎	5
良い	○	3
我慢できる	△	1
悪い	×	0

表2 換気方式、風管と掘削断面積

換気方式	風管径 (cm)	掘削断面積 (m ²)				合計
		10未満	10～50	50～100	100以上	
排気方式	50cm未満	3	0	0	0	3
	50～100	0	1	0	0	1
	100cm以上	0	0	0	0	0
	計	3	1	0	0	4
送・排気併用方式	50cm未満	0	0	0	0	0
	50～100	0	0	0	0	0
	100cm以上	0	1	3	2	6
	計	0	1	3	2	6
送気方式	50cm未満	0	0	0	0	0
	50～100	0	1	0	0	1
	100cm以上	0	1	9	3	13
	計	0	2	9	3	14
合 計	50cm未満	3	0	0	0	3
	50～100	0	2	0	0	2
	100cm以上	0	2	12	5	19
	計	3	4	12	5	24

（2）作業環境の評価

a. 作業の種類と環境評価 多くの作業が集中して行われている切羽付近において作業の種類ごとの環境評価結果をまとめると図1のようになった。粉塵、騒音、有害ガスの発生量が多く、総合的にみて一番良くないと評価されたのは、ずり出し作業と吹き付け作業であった。”良い”の状態と思われているのは削孔作業とロックボルト打設作業であった。しかし、削孔作業では粉塵や有害ガスについての評価が高いものの、騒音については発破作業と同じで”悪い”と評価されている。そのほか吹き付け作業では粉塵に関して”悪い”と評価されている。

b. 作業の場所と環境評価 切羽付近、二次覆工部付近、坑口付近の作業環境を比べると、いずれの場所も”良い”から”我慢できる”の範囲にあった。また、予想通り切羽付近は二次覆工部付近、坑口付近よりも評価が低かった。騒音は切羽付近では”我慢できる”であり、坑口付近では”良い”となり、切羽付近から遠ざかると評価が高くなっている。有害ガスは二次覆工部付近が切羽付近や坑口付近では評価よりも高くなった。粉塵についてはどの作業位置でも同じで”良い”から”我慢できる”範囲であったが、切羽付近の評価が低かった。これはずり出し作業時に運搬車両の移動で坑道全体に排気ガスやばい煙が拡散すること、また切羽付近で発生した発破の後ガスや吹き付け粉塵が換気流によって坑道全体に拡散することによると思われる。

c. 環境評価と測定値 作業環境中の粉塵、騒音、有害ガスの発生量と作業従事者の評価について調べると、いずれの環境項目でも負の相関があるようで、測定値が高くなると評価が低下する傾向が見られた。騒音について両者の関係を示すと図3のようになり、相関係数は -0.827 であった。約 80dB(A) を上回ると”良い”以下に評価される状態になっている。なお粉塵と有害ガスについては相関係数は低かった。発破作業、コンクリート吹き付け作業やずり出し作業などで発生する岩粉、粉塵、黒煙と発破後ガスや内燃機関の排ガス等の有害ガスとが共存するために個別の評価が明確にできにくいこと、粉塵の評価は視覚的に個人差が大きいことによると思われる。

5. あとがき 山岳トンネル工事は閉鎖された地下空間で、作業の中心となる切羽が前進するために各種作業が入れ替わるサイクルで実施される。大型建設機械や爆薬の使用のために安全衛生上種々の仮設備や対策が実施されている。当然騒音・振動、粉塵、有害ガスの発生等に対する作業環境の改善についても除外施設の設置、保護具着用の励行など万全の対策が行われている。しかし、今回の調査から現場従事者はさらに良好な作業環境を望んでいることが明らかになった。作業環境の改善は作業従事者の労働衛生だけでなく、労働災害の防止にも役立つもので、今後も継続して研究開発を行う予定である。

参考文献 1) 佐藤久、地下工事の作業環境対策(4)、トンネルと地下、Vol.21、No.10(199.10)

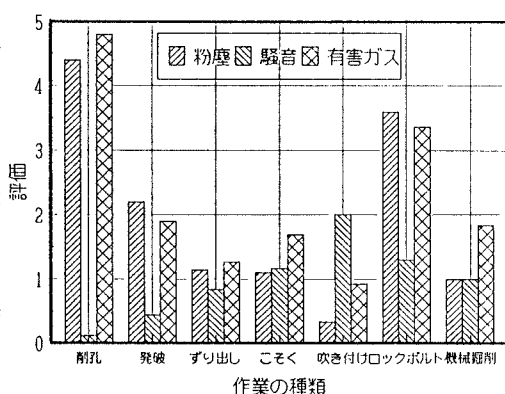


図1 各作業の環境評価

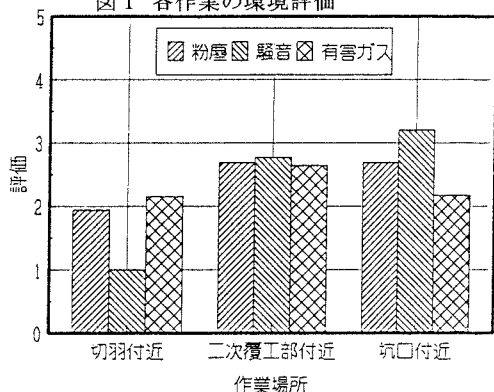


図2 作業場所の環境評価

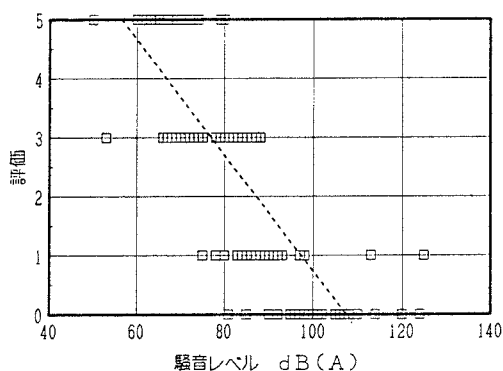


図3 環境評価と測定値 (騒音)