

III-279

トンネル計測工Aのデータ分析

日本道路公団 試験所 ○大窪 克己
同 上 磯野 龍昭

1. はじめに

日本道路公団では、トンネルの施工方法を昭和58年度より矢板工法から鋼アーチ支保工、吹付けコンクリートおよびロックボルトを支保構造とするNATMによる施工が標準工法になった。

NATMによる施工は計測データ等に基づいた情報化施工と言われている。日本道路公団試験所には、現場の施工実績データが系統的にデータベース化されている。

本論文は、これら蓄積された施工実績データに基づき計測工Aの各項目について頻度分析や二元相関分析を行った結果、有意義な関係が現れている内容から、施工管理の支援情報として有用な2～3の関係について報告するものである。

表-1 標準支保パターン

2. 解析データの概要

分析に用いた施工実績データは、昭和60年度から昭和63年度までに日本道路公団においてNATMで施工した二車線道路トンネル（掘削断面積約80㎡前後）を対象としたものであり、トンネル本数95本、計測工A断面数約3500断面および計測工B断面数約800断面のデータである。

地山 等級	掘削工法	一掘 進長 (上半) (m)	ロックボルト			鋼アーチ支保工			吹付 け厚 (cm)
			長 さ (m)	施 工 間 隔		上半部	下半部	建 込 間 隔 (m)	
				周方向 (m)	延 長 方 向 (m)				
B	上半工法	2.0	3.0	1.5 (1.7, 2.5)	2.0	なし	なし	—	5
CI	上半工法	1.5	3.0	1.5	1.5	なし	なし	—	10
CII	上半工法	1.2	3.0	1.5	1.2	H-125	なし	1.2	10
DI	上半工法	1.0	4.0	1.2	1.0	H-125	H-125	1.0	15
DII	上半工法	1.0 以下	4.0	1.2 以下	1.0 以下	H-150	H-150	1.0 以下	20

データベースの内容は、トンネル概要、施工実績内容、補助工法、地山物性値、変状および切羽観察記録、計測工A、計測工Bのデータから成っている。分析用には、これらの内容からトンネルの計測断面毎に248項目の検索項目を選定した分析用ファイルを作成している。

3. 支保パターンと岩種

設計段階で支保パターンの設計基準は、表-1に示す標準支保パターンから、各岩種の弾性波速度、コア状態および地質状態から判断して設計を行っている。

4. 分析方針

分析を行うに当たって施工パターンは、各現場において、標準支保パターンをそれぞれの地山に対応させた改良型が多く、全蓄積データを対象に分析作業を行う場合一応な分類ができないことから、施工パターンの再分類を行うこととした。再分類は、支保量の軽重がそのまま地山の良否を現していると解釈できるとすると、一掘進長が大きなウェイトを占めていることから、前述の分析用ファイルを作成する時点で、施工パターンを表-1に示す標準支保パターンの一掘進長で規定し再分類パターンとした。なお、DIIパターンについては、標準

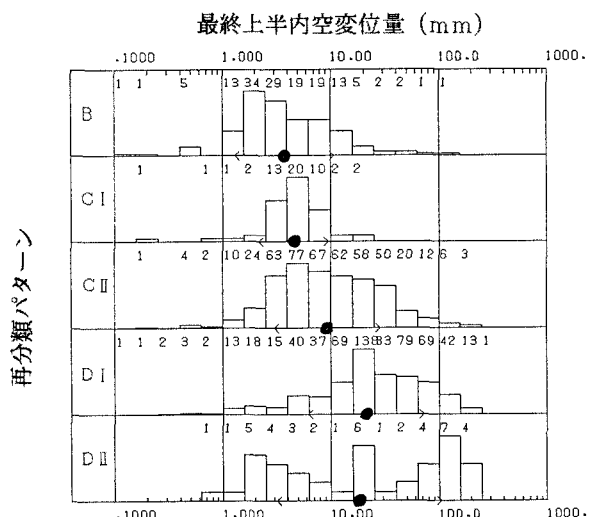


図-1 再分類パターンと最終上半内空変位量

支保パターンでは変形余裕量を10cm見込んだ支保構造としているが、再分類パターンでは、一掘進長が1.0m以下をDⅡとしている。

さらに、切羽距離と計測開始時期については、切羽距離が5.5m以内に計測が行われているデータとした。また、土被り高2D（Dとは、トンネル幅約11m）前後で区分（今回は、2D以上のデータについて報告）し、その他岩種区分、支保構造が明確でないデータについては、削除して分析を行った。

5. 分析結果

分析条件によってデータの絞り込みを行い各種の頻度分析、二元相関関係および数値解析を実施しているが今回紙面の関係で、再分類パターン別の内空変位量の頻度分布図（図-1）、初期変位速度（計測開始第1日目の上半変位量 mm/日）と最終内空変位量（上半水平測線）の二元相関図を図-2に示すに留める。

図-2は、再分類パターン別および全体の回帰直線を、表-2には再分類パターン別の回帰分析結果を示すことで、最終内空変位量の予測式の提案を行った。内空変位量における最大変位量の大きさでは、再分類パターンと深い関係があり、重い支保量ほど変位量ほど変位量は大きくなっている傾向にある。

本来、地山物性値が変位挙動の影響因子と考えられ、今回、岩種別区分の分析も行ったが再分類パターンほど明瞭な相関は得られなかった。このことは、実施工では定量的な地山物性が得られ難いことによる情報の反映のしにくさ。現行の切羽観察は、標準支保パターン内でどの支保パターンを採用するか判定にしか使われていないこと、および、分析項目に対する数量が同程度でうことが、岩種別分析で高い相関が得られなかったことの原因と考えられる。

6. おわりに

今回報告を行った内容以外にも分析を行ったが、分析に用いた施工実績データは画一的に集められたデータでないこともあって必ずしも全てが整合性のある分析結果ばかりではない。このことから、日本道路公団では、昭和63年度からパソコンを使ったトンネル現場・計測データ処理システムを構築し現場で稼働しており、今後これらのデータを蓄積したうえでより経済的な支保構造の確立を目指したい。

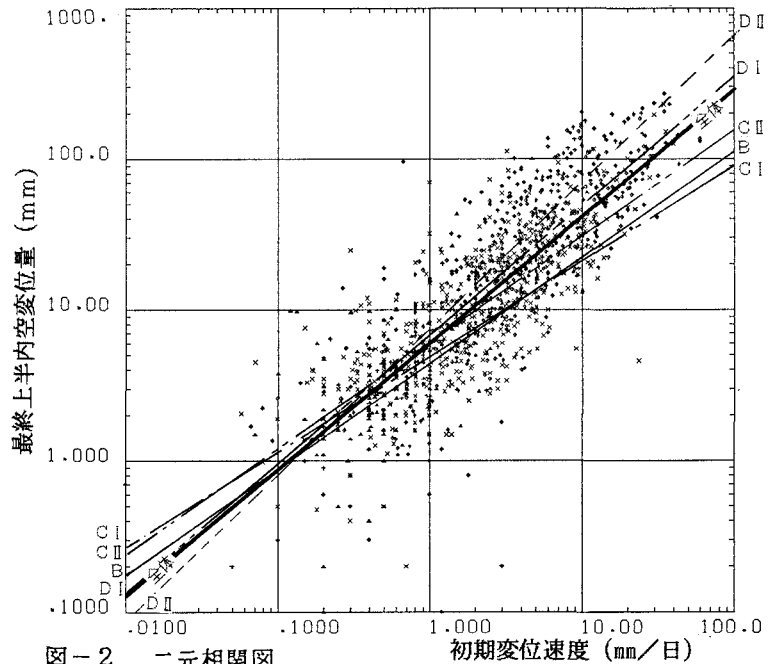


図-2 二元相関図

表-2 各再分類パターン別の回帰分析結果

パターン	予測式 $\delta_{\max}$:最終内空変位量 δ_{vo} :初期変位速度	相関係数	個数	最終上半内空変位量 平均値(mm)
全体	$\delta_{\max}=6.12 \delta_{vo}^{0.83}$	0.820	1316	
B	$\delta_{\max}=4.62 \delta_{vo}^{0.68}$	0.657	145	3.9
CⅠ	$\delta_{\max}=4.84 \delta_{vo}^{0.63}$	0.795	50	4.6
CⅡ	$\delta_{\max}=5.98 \delta_{vo}^{0.69}$	0.765	457	9.3
DⅠ	$\delta_{\max}=6.85 \delta_{vo}^{0.85}$	0.809	623	21.3
DⅡ	$\delta_{\max}=7.53 \delta_{vo}^{0.96}$	0.843	41	18.4