

III-573

山岳道路トンネルにおける変位計測結果と支保工の変状

山口大学工学部 正○清水則一 学 有本宏之 正 古川浩平 正 中川浩二
日本道路公団試験研究所 正 佐藤 淳 正 中田雅博

1. はしがき

NATMがわが国の山岳トンネルの標準工法となり、現場観察と計測に基づく観測化施工が日常的に行われるようになってきた。そして、計測結果の評価や設計・施工へのフィードバックをする具体的方法が種々提案されている。一方、トンネルの安定性の評価や施工管理のための管理基準値の設定は、重要であるが、その値を定める一般的な方法はまだ十分には確立していないようである。本研究では、これまで日本道路公団において集積された山岳トンネルにおける現場計測結果について、特に計測変位と支保工の変状との関係を調べて、計測管理の基準値などを検討するための資料を得ることを目的に整理を行った。

2. 整理の方法

本研究では、日常の施工管理のために実施されている天端沈下と内空変位を対象に整理を行う。ここでは、桜井らの方法^{1)・2)}を参考にして、天端ひずみあるいは側壁ひずみと地山のみかけ弾性係数との関係を調べる。まず、天端ひずみ ε_t と側壁ひずみ ε_s を次のように定義する。

$$\varepsilon_t = \frac{U_t}{a}, \quad \varepsilon_s = \frac{\Delta d}{2a} \quad (1)$$

ただし、 U_t および Δd は、それぞれ天端沈下および内空変位（SL付近の水平測線）、また、 a はトンネル半径である。さらに、みかけ弾性係数 E' を、図-1に示す弾性地山に掘削された円形トンネルのモデルを用いて次式によって求める²⁾。

$$E' = \frac{1+\nu}{U_a} \gamma H a \{2(1-\nu)K_0 - (1-2\nu)\}, \quad U_a = \frac{\Delta d}{2} \quad (2)$$

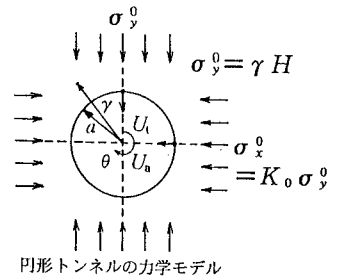
ここで、 ν および γ は、それぞれ地山のポアソン比および単位体積重量、 H は土被り深さである。また、 K_0 は側圧係数(σ_x^0/σ_y^0)であり、天端沈下および内空変位から次式によって求める²⁾。

$$K_0 = \frac{2(1-\nu)U_a + (1-2\nu)U_t}{2(1-\nu)U_t + (1-2\nu)U_a} \quad (3)$$

計測変位を式(1)～(3)に代入すれば、地山のひずみとみかけ弾性係数の関係を求めることができる。同時に、変位計測を行った断面における支保工の変状の有無を調べることによって、支保変状と地山ひずみとの関係が、みかけ弾性係数との関連において整理される（次章）。

3. 地山のひずみとみかけ弾性係数の関係および支保工の変状

山岳地帯に施工された2車線道路トンネルにおける計測結果を（トンネル数約50，断面数約300），2で述べた方法で整理した。図-2および図-3に、天端沈下および内空変位に対する結果をそれぞれ示す。なお、坑内の計測にはいわゆる計測遅れが生じるが、ここでは、計測変位と未計測変位の大きさを、一律に1:1と仮定して整理した。図-2および3には、計測該当断面の支保工（鋼アーチ支保工、ロックボルト、吹付コンクリート）に何らかの変状があったものを●▲■で示している。今回整理した範囲では、みかけ弾性係数

図-1 円形トンネルの力学モデル²⁾

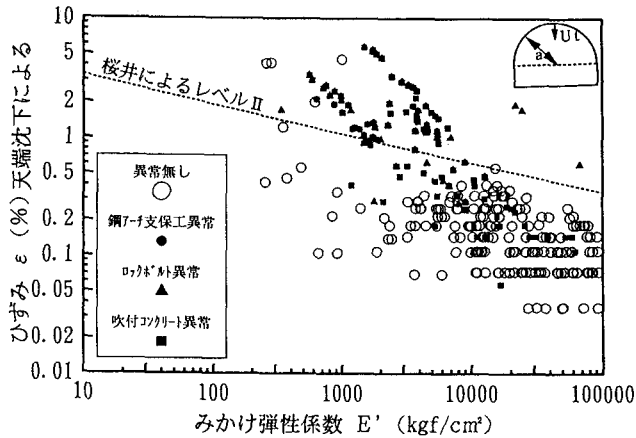


図-2 天端沈下によるひずみと支保工の変状

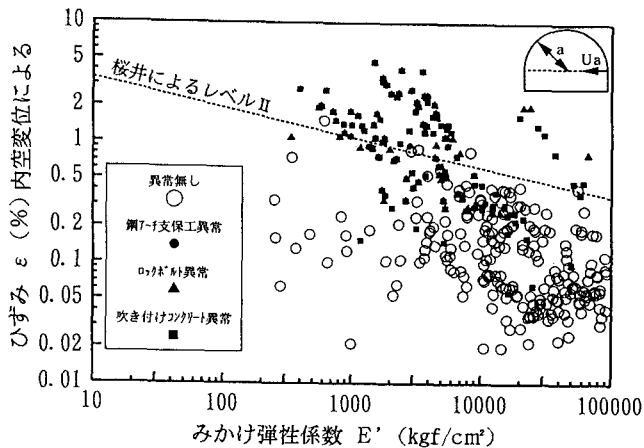


図-3 内空変位によるひずみと支保工の変状

が10,000kg/cm²前後から大きい範囲では、変状のあった断面となかった断面の区別があまり明確でない。しかし、みかけ弾性係数が数100から数1000kg/cm²においては、両者の区別は比較的明瞭である。また、変状の生じた断面の地山ひずみの下限は図において左あがり、すなわち、みかけ弾性係数が低くなるとその値が大きくなる傾向にあることがわかる。以上のことから、現段階では明確なことは言えないが、計測される地山ひずみ ε_1 、 ε_2 によって、変状の有無の予測が可能であるように思える。なお、参考までに桜井の提案している管理基準値¹⁾の注意レベルII(何らかの対策工を要する)を点線で示しているが、両者には傾きに若干の差がみられる。いずれにしても、さらに多くのトンネルにおける計測結果を整理して検討を加える必要があると考えている。

4. むすび

本研究では、これまで集積した山岳トンネルの天端沈下および内空変位を用い、地山に発生したひずみと支保工の変状との対応を調べた。ひずみは計測変位を逆解析することによって求めた地山のみかけ弾性係数との関係で表わした。その結果、支保工の変状の有無が計測変位から予測される可能性がみられたが、さらに検討が必要である。

参考文献：1)桜井：NATMにおける現場計測と管理基準値，土と基礎，34-2(337)，pp.5-10，1986。 2)桜井・足立：都市トンネルにおけるNATM，鹿島出版会，1988。