OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	トンネルとコンピュータ
Author(s)	久武, 勝保
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1992, 84, p. 61-62
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65956
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

トンネルとコンピュータ

近畿大学
理工学部土木工学科
久武勝保

私の研究室は地盤工学研究室といいまして、地盤に関する種々の研究を行っていますが、その中でもトンネル工学に関する研究が主体です。トンネル工事は土木工事の中でも最も土木的なイメージが強いといわれますが、それは工事そのものの難しさに起因しているところが大きいと思います。ある京都大学の教授が「トンネルをうまく建設するのは、アポロで月に行くよりも難しいかも知れないね。」と言われた事がありますが、トンネル研究に携わっているものとしましては、これは決して大げさな表現ではないと思っています。ここでは、トンネル工事が容易でない原因と、それに対してコンピューターがいかに利用されつつあるかについてお話ししたいと思います。

通常われわれが構造物を造るときには、あらかじめ設計を行いますが、その場合、構造物を構成する材料の力学特性と、その構造物に作用する外力を与えなければなりません。例えば橋の設計では、橋を構成する鋼材の力学特性と、橋そのものの重量や橋に載荷されるトラックなどの重量から成る外力がこれに当たります。ところが、トンネル工事においては、上記の「力学特性」と「外力」があまり分かっていないということです。

すなわち、トンネルが建設される地盤は、鋼材のように人間が造ったものではないので、その力学特性はあまりよく分かっていません。もちろん、事前にボーリング等によりまして地質調査を行いますが、しかし山岳トンネルでは地中深い位置にトンネルが掘削されますし、またトンネルの延長距離が長い場合や地質がめまぐるしく変化する場合には調査に限界があり、地盤特性やその力学特性の詳細を事前調査でとらえるのは容易な事ではありません。したがって、調査結果と実際の地盤特性とが大きく異なっていたために、設計や施工手段を全面的に変えざるを得なかったという工事例は決してめずらしい事ではありません。

一方、橋に於ける外力に対応するのが地盤の初期応力です。世界各国で測定された初期応力の内、鉛直応力は測定された位置より上の地盤重量（土被り圧力）にほぼ対応していますので、ある程度の推定が可能ですが、しかし水平方向の初期応力は、通常のトンネルが掘削される１ｋｍより浅いところでは、土被り圧力より大きい結果が多く報告されていまして、またその値は非常にばらついています。したがって、その値を事前に推定するのは容易なことではなく、実際の施工では、ある値を”仮定”して設計をするわけです。

以上のように、トンネル技術者はこの様な不確定な情報の下でトンネルを建設しなければならないわけです。そこで、この様な過酷な条件の下で、合理的にトンネルを建設するために、近年、コンピュータが次のような方法を通して利用されつつあります。

トンネルの施工に際しては、事前に求めた地盤に関するパラメターは十分ではないかもしれないので、建設現場ではトンネル及びその周辺地盤の挙動を計測します。そしてこの結果をコンピューターを使って解析し、地盤の力学特性と初期応力を新たに推定します。ここで行われる解析を我々は逆解析と称しますが、その逆解析結果に基づいて設計、施工方法をチェックし、また必要ならばこれを変更しながらトンネルを建設するわけです。その手順をもう少し詳しく説明しますと以下の通りです。

トンネル建設は切羽（”きりは”；トンネルの最先端部）を掘削し、その掘削終了後に新しく現れたトンネル面に吹き付けコンクリートなどの覆工を施工し、その

後また切羽を掘削する、という施工手順が繰り返されます。この場合、切羽はその掘削以前において地山荷重の一部を支えていますが、しかし掘削によって切羽荷重が除かれますので、その結果、すでに建設の終了している切羽手前のトンネル覆工には地山荷重が作用する事になり、したがってこれに変位が生じます。そこで、その変位を計測し、その結果をコンピューターで逆解析する事より、切羽周辺地盤の力学特性や初期応力が推定されます。また、この推定した値を用いて、さらにこれからトンネルが進んでいく位置での設計を見直すと共に、すでに施工の終了している覆工の応力、ひずみを算出して、その安全性を検討するわけです。

この逆解析に於いては、以下の二点が満足されなければなりません。その一点は2次元や3次元の有限要素法や境界要素法といった数値逆解析プログラム、あるいは地山パラメターの同定の為のシンプレックス法やローゼンブロック法といった最適化プログラム等が備わっていなければなりません。二点目は、現場計測値を逆解析し、その結果を現場に直ちに戻す必要があります。なぜなら、トンネル切羽は毎日進行しているので、トンネル建設が終了した後に逆解析結果を現場に戻しても遅すぎるわけでして、解析の緊急性が要求されるわけです。したがって、3次元解析によって結果が出てもそれに要する時間がかかりすぎるとこの結果は役に立たなくなりますし、他方2次元解析によって直ちに解が出ても、解析結果が十分な精度を有していなければだめだということです。このことから、施工と調和した解析手法が必要になります。

山の多い日本では、従来多くのトンネルが建設されましたが、上記の解析手段やそれを自在に使いこなすコンピュータがなかったため、「感」を頼りにした建設が行われ、それゆえ多くの犠牲者がでました。現在は、上記のような手法によってより合理的にトンネルが建設されつつあります。本研究室では、ＰＣ９８０１にモデムを接続し、電話回線を通して大阪大学の大型コンピューターを利用しており、安全で経済的なトンネル建設の為の手法の開発を行っているところです。