

PSⅢ-16 トンネル掘削による地表面沈下の 三次元特性に関する一考察

センチュリリサーチC. 正員 ○神原 辰雄
センチュリリサーチC. 正員 田中 豊
近畿大学理工学部 正員 久武 勝保

1. 緒論

シールドトンネル掘削による地表面沈下は、施工条件、地質特性、及びトンネルと地表面との幾何学的関係により影響を受けるため、沈下の定量的予測は容易でない。近年、解析によって沈下を算定する試みが行われてきているが、土圧バランス式と機械掘り式といった施工方法の違いを考慮した沈下の解析手法は現在まだ提案されていない。そこで、本研究は、境界要素法による三次元解析により、トンネル掘削による地表面沈下の三次元特性について、上記施工方法の違いによる影響を比較検討した。

2. 解析手法の概要

本解析では、弾性地山中に図-1に示す素掘円形トンネルを掘削する場合について、三次元境界要素法により地表面沈下量を算出する。¹⁾ その際、掘削に対応する応力は、図-1に示すx方向、y方向、z方向の各一方向のみ応力を解放させ、それぞれの場合についてトンネル深さ比 (h/a)、及びポアソン比 (ν) を変化させて地表面沈下量を算定する。但し、トンネル坑口横断面 (x-y面)、トンネル縦断面 (y-z面) での2面对称解析とした。

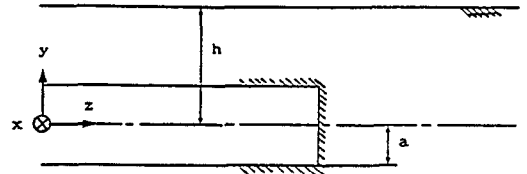


図-1 トンネル縦断面

3. 考察

図-2は、 $h/a=7.0$, $\nu=0.45$ とし、x方向 (a)、y方向 (b) z方向 (c) の各一方向のみ応力を解放した場合のトンネル中心線上の地表面沈下曲線である。ただし、 G , γ は地山のせん断弾性係数と単位体積重量である。これらの重ね合わせにより、トンネル内面に作用している応力を解放することによる地表面沈下量が算定できる。トンネル掘削が、機械掘り式シールド、あるいは手掘り式シールドで施工されたとすれば

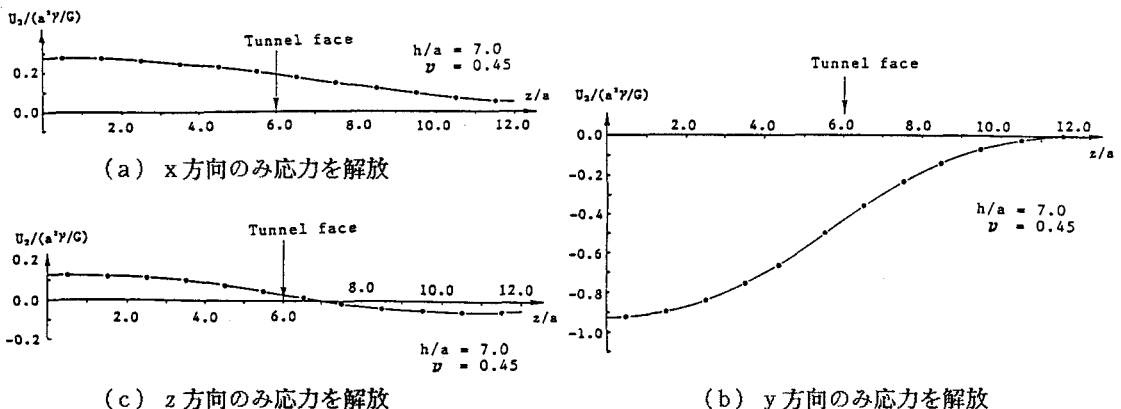


図-2 トンネル中心線上の地表面沈下曲線

応力はトンネル内面全域で解放される。従って、その時の地表面沈下量は、(a)、(b)、(c)の沈下量を全て重ね合わせることによって求まる。一方、土圧バランス式シールドでは、切羽で解放される応力に等しい応力をトンネル内面から切羽面に作用させるため、切羽面での応力は解放されない。従って、(a)、(b)の沈下量を重ね合わせることによって求まる。つまり、土圧バランス式シールドによれば、図-2(c)にみられる切羽前方の沈下成分がないので、切羽面で応力解放した場合に比べ先行沈下が抑制されることがわかる。また、土被り比 (h/a) が大きくなれば、解放される応力が大きくなるため、土圧バランスによる効果は大きい。ポアソン比の違いによる影響は、側圧 (x 方向の応力) の大きさが変わることから、図-2(a)より明らかである。つまり、側圧は地表面沈下を抑制する方向にはたらくため、ポアソン比が小さい程地表面沈下量は大きくなる。図-3は、切羽応力を解放した場合としない場合の縦断地表面沈下の特性曲線である。この図からも、切羽直上及び、その前方での地表面沈下が抑制されることがわかる。また、先行沈下開始点から切羽直上までの距離 (L) とトンネル深さとの関係を表したものが図-4である。両者の間には比例関係が成り立ち、しかも、切羽の応力を解放しない場合は、解放した場合に比べ $1/2$ 以下になる。以上のことから、土圧バランス式シールドによる地表面の先行沈下量の抑制効果は大きいと言える。

4. まとめ

従来より、トンネル切羽後方の沈下については、セグメント、及び裏込注入により地表面沈下を抑制出来るが、先行沈下を減少させる予測は困難であった。そこで、従来行われていなかった、切羽面の応力を解放しない解析を行い、地表面の沈下特性を解明した。その結果、先行沈下は減少し、沈下幅は狭くなることがわかった。本解析では、切羽面で応力がつり合っているとしたが、この切羽圧を変えることにより、実際の現場で観察される切羽圧に対応して、地表面沈下量が算出できるわけである。今後、セグメント、及び、裏込注入を考慮し、より現場に近い手法に発展させていく予定である。

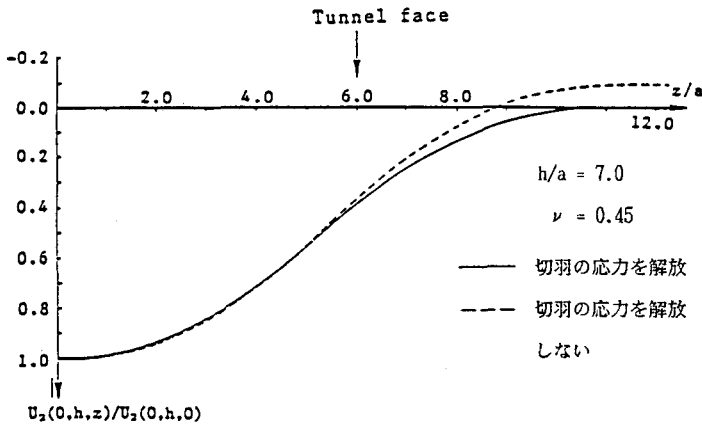


図-3 トンネル縦断地表面沈下特性曲線

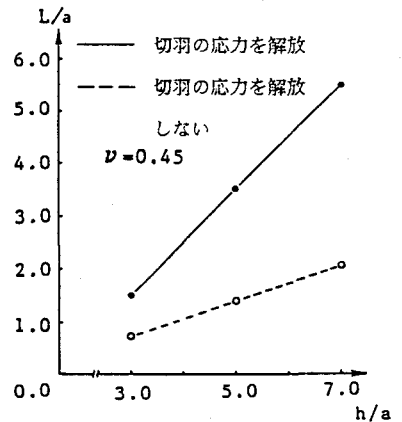


図-4 トンネル深さと沈下開始点から切羽直上までの距離の関係

- 1) 久武勝保、伊藤富雄：トンネル掘削によって生じる地表面沈下の境界要素法による三次元解析、土木学会論文報告集、第327号、1982。