

III-60

シールドトンネル掘削による 地表面沈下の三次元解析

近畿大学理工学部 正員 久武 勝保
 側溝沼組 正員 土岐 晃生
 側溝沼組 正員 ○中山 准一

1. はじめに

シールド掘削による地表面沈下は、地質、地形、地層、地下水の有無、施工法、時間、その他多くの要因が考えられ、これらすべてをパラメータとして解析することは不可能である。従来は、実験的に沈下特性を調べたり、実測沈下曲線が誤差曲線に似ていることから、沈下の生じる領域を誤差曲線から予測するといった現象的な手法が採用されているが、予測結果にかなりの相違を生じている。そのため、近年では解析によって沈下を算定する試みが行われてきている。本研究は、土圧バランス式シールドにおいて、沈下量を少なくする施工条件を力学的に解明するために、地表面沈下の三次元特性を境界要素解析によって検討した。

2. 解析手法

トンネル半径 a 、トンネル長さ $d = 6a$ の素掘円形トンネルを仮定し、トンネル掘削に対応する応力をトンネル全面で解放させる場合と、切羽面では解放させず、それ以外で解放する場合について、地表面沈下を、トンネル深さ比 (h/a)、ポアソン比 (ν) を変えてそれぞれ求める。沈下に及ぼす各解放応力の影響を明らかにするために、X方向、Y方向、Z方向の各一方向にのみ応力を解放させて（図-1参照）、それぞれ沈下量を求め、その重ね合わせにより総沈下量を算出した。

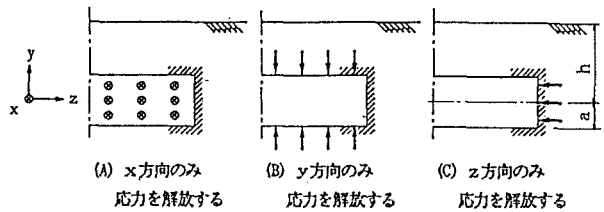
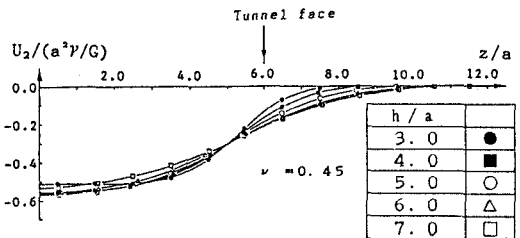


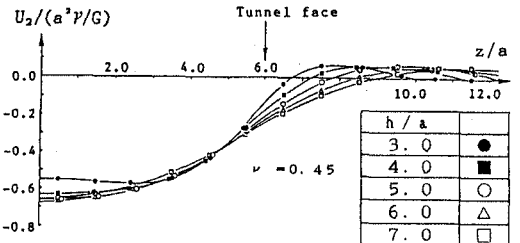
図-1 応力の作用のさせ方

3. 解析結果と考察

トンネル平行地表面の先行沈下は、図-2のように切羽の応力を解放しないと抑制されている。また、最大沈下量は、切羽の応力を解放するしないにかかわらず、 h/a の影響をあまり受けていない。このことは、初期応力が地表からの一次関数で表わされ土被りが深くなれば解放応力も大きくなることから説明される。図-3に $h/a = 3.0$ としてポアソン比 ν を変化させた場合のトンネル平行地表面沈下曲線をトンネル中心線上についてまとめたものを示す。最大沈下量は、応力を解放するしないにかかわらず、 ν が小さい程大きくなることからわかる。図-2, 3より、切羽応力を解放させない場合は、解放する場合に比べて h/a が小さい程、また ν が大きい程、切羽手前では沈下し、切羽前方では盛り上がる。



(a) 切羽の応力を解放



(b) 切羽の応力を解放しない

トンネル横断面の地表面沈下は、トンネル中心線上でピークを持ち、中心線から離れるに従って減少する

図-2 トンネル中心線上の地表面沈下曲線

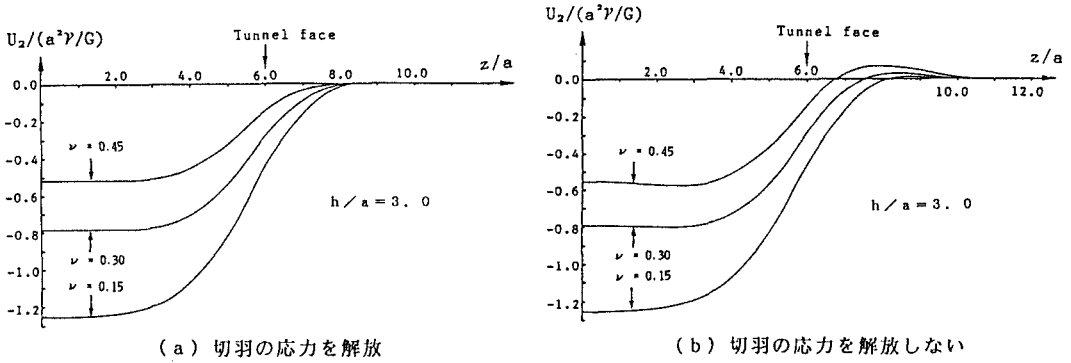


図-3 トンネル中心線上の地表面沈下曲線

確率曲線に似た傾向を示す。図-4は、 $\nu = 0.45$ として、 h/a を変化させた場合のトンネル横断沈下曲線である。 h/a は最大沈下量にあまり影響しないことは縦断面の解析で示されたが、沈下の分布には非常に影響している。トンネルが深くなるにつれて、沈下の領域は広い範囲に及んでいる。したがって、土被りが浅い程、沈下曲線の勾配は大きくなる。図-5は、 $h/a = 5.0$ として、 ν を変化させた場合のトンネル横断沈下曲線を示す。最大沈下量にはポアソン比が大きく影響し、沈下の領域はポアソン比が小さい程狭くなる。本研究により、土被り深さ、ポアソン比にかかわらず、切羽の応力を解放しない場合の方が切羽後方では常に沈下量が大きく、切羽前方では常に沈下量が小さいことが分る。

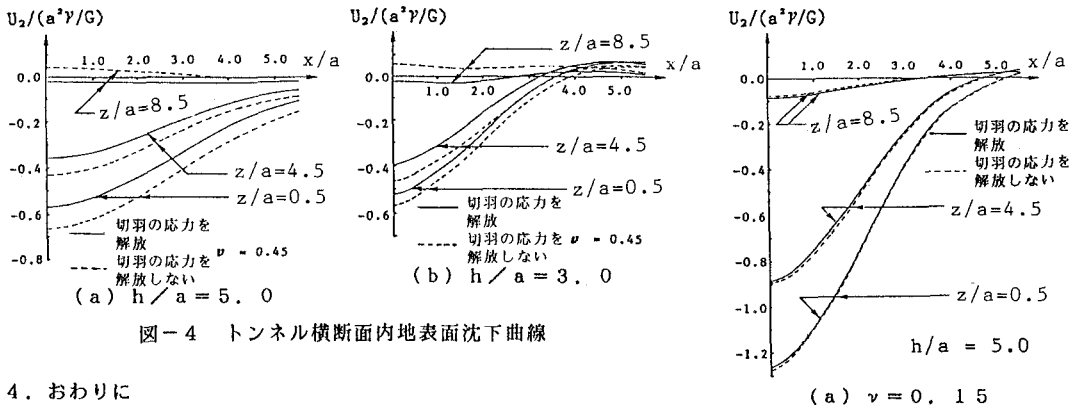


図-4 トンネル横断面内地表面沈下曲線

4. おわりに

土圧バランス式シールド工法を想定し、切羽の応力を解放しない解析を行い、三次元的に地表面沈下特性を解明した。この研究により、切羽後方の沈下は切羽の応力を解放する場合に比べ大きくなるが、先行沈下は抑制できることが明確になった。切羽後方の沈下については、裏込注入、セグメント組立によって抑えることができるので、先行沈下の抑制という点で土圧バランス式シールド工法の意義は大である。

〔参考文献〕

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

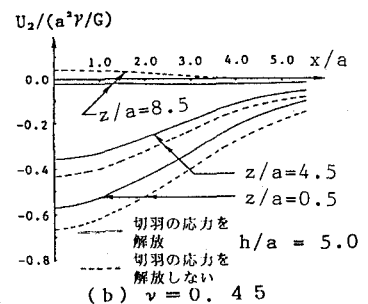


図-5 トンネル横断面内地表面沈下曲線