

九州大学工学部 正員 樽木 武

九州大学工学部 学生員 〇田中 章二

§1. まえがき. 最近, 既設トンネルに近接して新設トンネルを掘削したり, 既設トンネル直上の地表面を掘削する例がしばしばみられるが, これらの掘削が既設トンネルに及ぼす影響を及ぼすかを検討することは重要な問題である. そこで本研究では, 地山内に単一の既設有巻トンネルを想定し, その周辺地山内あるいは地表面を掘削した場合の既設トンネル覆工内断面力への影響について, その定性的な把握を試みんとするものである. なお地山は弾性挙動をするものとして取り扱った.

§2. 解析概要 既設トンネルは図1のようにコンクリートの覆工を有している. 覆工は曲げモーメント, 軸力を考慮した梁要素と考へ8要素に分割した.

既設トンネル〇と新設トンネル〇'の外径 D は共に7mであり, 土被り R は14mである. 地山は砂質地盤と仮定し, 弾性定数 $E=500(\text{kg/cm}^2)$, ポアソン比 $\mu=0.3$, 単位体積重量 $\gamma=1700(\text{kg/m}^3)$

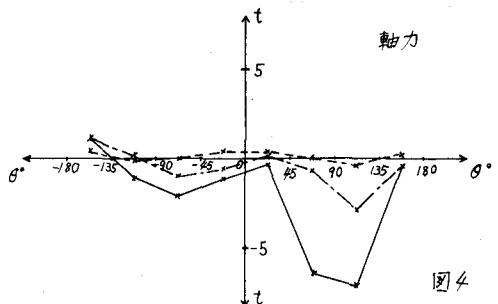
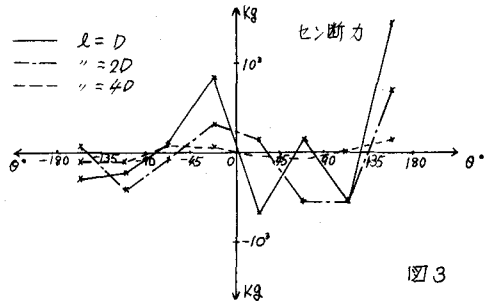
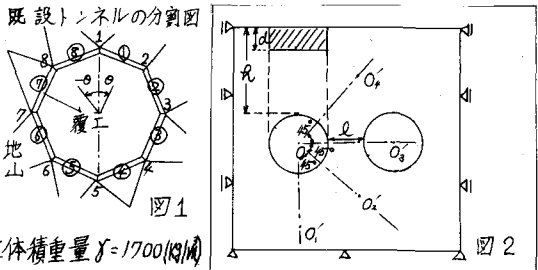
を使用した. 解析はまず新設トンネルが既設トンネルに及ぼす影響を検討するため, 次の3caseを対象とした.(図2参照)すなわち, 新設トンネルを既設トンネルから水平に移動して $l=D, 2D, 4D$ とした場合(case 1), $l=D$ として新設トンネルを O_1, O_2, O_3, O_4 の位置に掘削した場合(case 2). を考へた. これらの各caseでは既設トンネルの覆工厚 t を0.5mとした. さらに, 新設トンネルが既設トンネルから $l=D$ 離れている場合に $t=0.3, 0.4, 0.5, 0.6\text{m}$ と覆工厚を変化させた場合についても検討を加えた(case 3). 図2に示すようにハッチングを施した部分を地表面掘削して, 既設トンネルに及ぼす影響を検討したが, このとき掘削幅は既設トンネルの外径 D と同じにし, 深さ d を0.5D, 1.0D, 1.5D, と変化させた(case 4).

§3. 結果および考察

(A) 新設トンネルが既設トンネルに及ぼす影響

case 1に対する演算結果から, 既設トンネル覆工に新設トンネル掘削にともなう新たに付与されるところの各断面力を求めこれを示したものが図3, 4, 5である. 図より明らかのように最大増分軸力は要素3の付近に, セン断力は要素4の付近に, 曲げモーメントは節点1.4の付近に生じている. $l=4D$ における各断面力は値がほとんど均等化されており, 特に軸力についてその傾向が顕著にみられる. 各節点に働く力は, $l=4D$ では $l=D$ の1/6ぐらいの値になっている. 以上のことから $l=4D$ では新設トンネルの影響がほとんど既設トンネルに及ぼさないといえるであろう. なおコンクリートの覆工に生じる応力を検討してみると十分許容応力以下であった. case 2の演算結果は図6, 7, 8に示す. 最大増分軸力に関して, 例(2)-①で要素3, 6, (2)-④で要素3の付近に生じている.

(2)-②では, さりしなかった. セン断力に関しては, (2)-①, (2)-②では節点4の付近に生じている. 曲げ



モーメントに関しては(2)-①、②では節点5の付近に生じている。(2)-③では定かでない。特に(2)-①の場合には20t・mという非常に大きな値となっているが、これに対する曲げ応力を計算すれば約50(kg/cm²)という相当大的な値をとり、既設トンネルの下部に掘削する場合には水平あるいは斜め上、下方に掘削する場合に比較して、十分配慮する必要がある。以上Case 2より最大増分断面力の生じる位置は、既設トンネルの覆工の新設トンネルに最も近接する場所を中心に±45°ぐらいの一带に存在している。Case 3についてみれば次のとおりである。各増分断面力に関して、軸力、せん断力は t を変化させてもほとんど同じ値を示した。曲げモーメントは t が大きなほど大きな値を示している。しかし、それぞれの曲げ応力はほとんど同じ値となった。また既設トンネル各節点の変位を比較したがほとんど変化していなかった。なおCase 2における例(2)-①、②、③、④は、順次新設トンネルの中心が O_1' 、 O_2' 、 O_3' 、 O_4' の例題である。

(B) 地表面掘削が既設トンネルに及ぼす影響

各増分断面力を図9, 10, 11に示す。これを見ると最大増分せん断力、最大増分曲げモーメントは天端付近に生じているが、最大増分軸力は土平より20°〜30°ぐらい斜め上方に生じている。横軸に d/p をとり縦軸に $d=0.5D$ における断面力を1としてプロットし、各断面力の掘削深さによる影響をみた。これによると曲げモーメントと軸力は土平と天端の間付近、せん断力は天端付近が大きな影響を受けていることがわかるであろう。

§4. あとがき 以上、既設トンネル覆工に生じる応力および変位からその近傍で新たに掘削することの影響を考察したが、ある程度その傾向をつかむことができたと考える。しかし実際の施工上の面からいえば発破等による振動の影響が重要な問題である。また地山自体に関しても亀裂、すべり面の存在が大きな影響因子になるので、今後はこれらの点に関して検討を加える必要がある。

参考文献

- ・ 樗木武 マトリクス構造解析法 共立出版
- ・ O.C. エンキウツン/Y.K. チュー マトリクス有限要素法 培風館

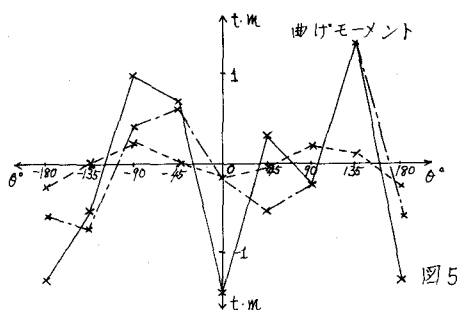


図5

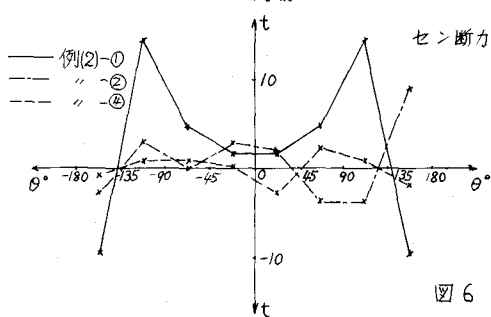


図6

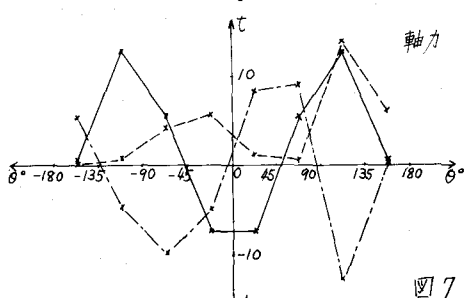


図7

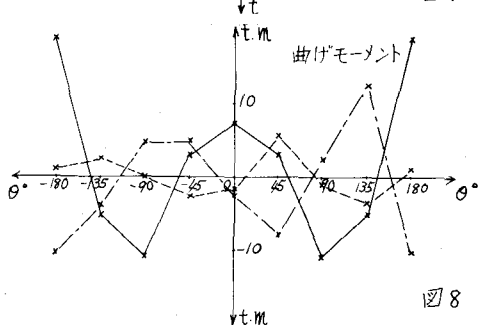


図8

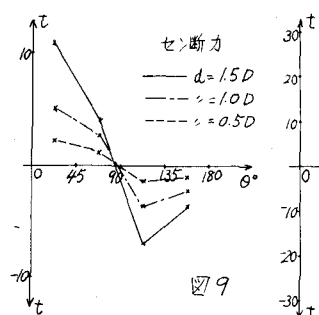


図9

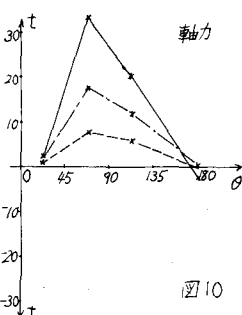


図10

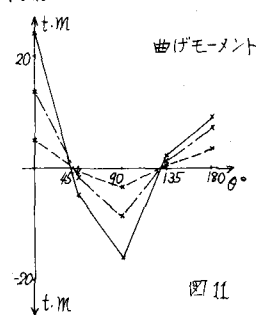


図11