

**論文番号** I-1

**題名** 山岳トンネルにおける覆工の耐荷性能の評価手法の提案

**発表者** 菊地浩貴，（国研）土木研究所

### **討議 1 供試体の物性値について**

質問者：供試体物性値のうち、ヤング率やポアソン比についても、実大供試体とは別途作製した円柱供試体の強度試験により取得したという理解でよろしいか。

発表者：その通りである。実大供試体の打設と併せて円柱供試体を複数作製し、実験実施日に一軸圧縮試験および割裂引張強度試験を実施し、各種物性値を取得・算定している。

### **討議 2 実験と再現解析の差異について**

質問者：実験と再現解析の荷重変位の傾きの差異について、脚部の境界条件の影響等について言及されているが、たとえば、供試体の脚部を固定できるように実験装置の改造や、数値解析で境界条件をローラー等に変更した場合の検討など、今後実施する考えはあるか。

発表者：再現解析では脚部をローラーにしたケース等を既の実施しているが、局所的に破壊が生じるなど実験との整合性が芳しくないことが分かっている。実験と再現解析の差異の原因が、解析物性値や境界条件等の差異によるものか、実験装置自体の影響によるものかについて検証したうえで、適宜装置の改良や解析方法の改良について検討する予定である。

### **討議 3 インバートについて**

質問者：インバートの有無が耐荷力に与える影響について、模型実験や数値解析で検討する予定はあるか。

発表者：トンネル構造としては、覆工とインバートが一体となり、耐荷性能が発揮され则认为られるため、インバートを含む一体の構造として新技術が検討される場合については、インバートを含めた耐荷性能の評価が重要であると考えている。今後は、インバート単体またはインバートを含む一体構造としての模型実験や解析的検討を実施するとともに、インバートの耐荷性能の評価方法も検討していく必要があると考えている。

### **討議 4 MN耐力曲線の算定について**

質問者：MN耐力曲線の算定にあたり、曲げ引張破壊領域の有効断面の考え方を教えていただきたい。

発表者：曲げ引張破壊領域の有効断面は覆工厚の50%と仮定し算定している。

**論文番号** II-1

**題名** 遠心模型落とし戸実験による砂地盤変位の進展観測とその地盤支持力への影響に関する検討

**発表者** 朝倉弘貴（東京工業大学）

### 討議1 アーチ効果と緩み領域について

質問者：今回は相対密度  $Dr=95\%$ 、 $80\%$ と設定し、比較的深い地盤を想定しているが、今回よりも小さな相対密度の場合はどのような傾向が見られるかの知見があれば教えてほしい。

発表者：一般に密度が高い地盤の方がアーチ構造はできやすいと考えられているので、今回の実験よりも緩い地盤の場合は、今回得られたものよりもややぼんやりした形状の変位が得られるのではないかと推測されます。

質問者：相対密度が高い方がアーチ効果が得られやすいということか。

発表者：地盤剛性が高い密度が大きな地盤では、過剰掘削等によるボリュウムロス（VL）によってトンネル直上地盤に体積膨張量（ゆるみ）を伴うアーチ構造が形成されます。この体積膨張は密度が大きなものほど大きくなります。

質問者：緩み高さという考え方をを用いると、 $Dr$ が高い方が緩み高さが高くなり、大きくなると思われるがその点どうお考えか。

発表者：緩み高さは、緩み領域の体積とその領域の体積（膨張）ひずみの積が、VLと等しくなるという大局的な見方で解釈できると思います。報告したとおり、VL（落とし戸の下降量と幅の積）が小さい場合は、アーチ下部の緩み領域の幅に密度による大きな差がないため、ゆるみ高さ（アーチの頂部に対応）は、 $Dr$ が小さな場合が大きくなります。しかし、VLが増すと緩み領域幅が  $Dr$ が小さな方が大きくなり、この幅でのアーチ形成も難しくなり、前述のぼんやりした沈下形状となります。一方、 $Dr$ が大きな場合は、明確な滑り線に囲まれた幅の狭い緩み領域が先端にアーチを形成しつつ地盤上部に進展していくため、緩み高さは  $Dr=95\%$ の方が、 $80\%$ より大きくなりました。以上の考察は、アーチが形成されるようは相席膨張が起きる相対密度の地盤に対するものですが、せん断にともなう体積膨張が起きないような極端にゆるい砂地盤では、アーチは形成されず全く異なった地盤変位が生じることが推察されます。

### 討議2 地下水の影響について

質問者：今回の落とし戸実験では乾燥砂を使用しているが、間隙水がある時はどのような影響を受けるか検討していれば教えてほしい

発表者：トンネル工事に関連する地下水の流れとして2つ考えられます。一つはトンネルに向かう流れ（これはトンネルチャンバー内の圧力と水圧のバランスが取れない状態で、砂地盤では噴発に近い状態が生じていることを意味する）、もう一つが自然地下水流です。本実験では、地下水位が高い、大深度の砂地盤トンネル掘削を対象としており、水圧は排水条件を

仮定したいわゆる静水圧状態となる状況下での砂地盤の挙動を対象としています。この場合、土の有効密度が異なる以外は有効応力的に現象をとらえれば乾燥と飽和で差はないと思います。これ以外の現象、例えば、噴発を伴う砂の土砂流動による短時間での大変形、トンネル掘削振動に伴う過剰間隙水圧の上昇等、ダイナミックな現象では、静水圧状態でなくなり、本研究で得られた挙動は異なったものとなると思います。また、地下水面付近では見かけの粘着力により場合によっては空洞の形成も考えられます。これらの挙動もとても重要なものですが、水を入れて落し戸の遠心実験をすることは現実的に困難であり、今回はより明確で単純な条件で実験を行いました。

質問者（早稲田大学，岩波様）：東大の桑野玲子先生は地下水が動くような実験をしている．それとの関連があるかと思って質問したが，そういうところではないと理解できた．

共著者（竹村）：地下水流が非常に速く、その透水力が問題となるような現象は、本研究の対象外です．

**論文番号** IV-1

**題名** 非接触音響探査法による吹付けコンクリート供試体の内部欠陥検出

**発表者** 杉本恒美, 桐蔭横浜大学 大学院工学研究科

### **討議 1 映像に点在する反応について**

質問者: 広い面積で検出されている明確な欠陥映像の周囲に存在する細かい反応についてはどのように扱うべきか? (清木隆文 (座長)、宇都宮大学)

発表者: 吹付コンクリートの場合, ハンマー打撃により表面が傷んで揺れやすくなっている箇所があるので, 強い振動エネルギーを持つ点が点在する場合があります. 一方で, 実際の現場では落ちてくるような大きな欠陥が問題となっており, あまり小さな欠陥は問題とされていないというのが実情です. そのため, 1 点だけ強い振動エネルギーを持つ箇所が点在していたとしても, あまり気にしなくても良く, それなりに面積の大きな欠陥のみが検出できれば良いと考えています.

(発表者補足) 1 点だけ強い振動エネルギーを持つ箇所の点在が気になる場合には, メディアンフィルターをかけることにより画像を修正することが可能です.

### **討議 2 叩き点検との結果が異なる箇所について**

質問者: 叩き点検と結果が異なる箇所はどのように考えているのか? (清木隆文 (座長)、宇都宮大学) (これは、神流川発電所での映像比較結果例に関する質問)

発表者: 叩き点検の場合, 音波加振に比べると加振力が大きいため, 多少打撃位置がずれていたとしても, 欠陥部周辺も大まかに欠陥として判定・認識されている可能性があると思われます. 一方で, 非接触音響探査法の場合には, 叩き点検に比べると加振力は弱いため, 加振音波によりたわみ共振振動が発生した箇所のみが検出されることとなります. そのため, 叩き点検とは若干, 欠陥として検出される範囲が異なるように見えるということだと考えています.

### **討議 3 計測時間について**

質問者: 計測時間は何によって決まっているのか? (清木隆文 (座長)、宇都宮大学)

発表者: 加振波形の長さや送信回数に依存しています. 今回の場合はシングルトーンバースト波を使用しているため, 時間がかかっていますが, マルチトーンバースト波で高速化することも可能です.

質問者: その場合はどの程度の時間で計測可能なのか? (清木隆文 (座長)、宇都宮大学)

発表者: おそらく, 10 分の 1 程度にはできると思います.

(発表者補足) 実際には計測時間は加振波形の長さや加算平均回数だけでなく, 計測点数や計測対象物までの距離も関係しています.