

論文番号 I-1

題名 山岳トンネルにおけるプレキャスト覆工の耐荷力に関する研究

発表者 井野裕輝（施工技術総合研究所）

討議 1 セン断耐力評価について

質問者：継手を回転ばねで評価して、曲げ圧縮ひび割れで評価するシールドトンネルでは一般的な手法だと思う。しかし山岳の場合、軸力によるせん断や押し抜きせん断といった評価も必要と思うが、特に継手周辺のせん断評価について、現時点の考えがあれば、教えて欲しい。

発表者：有筋構造のため、従来の無筋コンクリート構造の覆工に比べると急激な軸力によるせん断破壊や押し抜きせん断破壊は起こりにくいと考えている。ただし、地震時等で局所的な荷重が作用した場合はせん断破壊の発生が想定されるため、継手部のせん断耐力の評価を含め、今後の検討課題としている。また、高強度コンクリートを使用しており、破壊挙動が脆性的な部分があるのでその部分については注目していきたい。

討議 2 上半と下半の連結部について

質問者：現場打ちコンクリートの下半の上にプレキャスト部材が載る構造になっており、S Lの部分で金具を用いて設置して裏込め注入する施工手順となっている。解析的検討時に側方から荷重がかかるような接合部分にせん断がかかる荷重条件も考えられるが、せん断荷重には金具で負担するといったコンセプトなのか。

発表者：一体化を目的としており、下半のコンクリートよりも強度の高いモルタルを充填している構造である。解析上は危険側の評価となるようにピン構造としており、接合部分の分担分が非常に小さくなる。せん断荷重についてはモルタルだけの負担を考えているが、十分なせん断耐力を確保する方法について、接合部の構造の改良も含め検討している。

討議 3 設計手法について

質問者：実際の現場へ適用する場合、こういった設計手法をとるかが課題になると思う。シールドトンネルと同様に梁ばねモデルを想定していると思うが、こういった課題が残っているのか。

発表者：具体的な手法としては、梁ばねモデルによる解析を考えている。過去には、設計手法の簡略化を目的に線形解析と非線形解析との比較も行っている。鉛直荷重が作用する場合は実大実験で変形挙動を確認したが、設計手法に落とし込む際には、前述の接合部のような構造をもう少し詰めていった上で、いくつかの荷重条件における変形挙動に関する検討は必要と考えている。

質問者：最終的には線形解析による設計を考えているのか。

発表者：より容易な設計手法として線形解析が利用できないかどうかを視野に入れたうえで検討を進めていく。

討議4 背面の充填について

質問者：背面の充填が充分になされる必要があると思うが、充填剤の材料と充填方法について教えてほしい。

発表者：実大実験では、無収縮モルタルをピース把持ピン取付用の孔から背面へ充填した。充填後はプレキャスト覆工を取り外して充填状況を確認し、良好に充填されていることは確認している。

論文番号 I-2

題名 カラーフィルター撮影画像を用いたトンネル覆工コンクリートの表面気泡の検出

発表者 岡本 健太(五洋建設株式会社)

討議 1 照明が実験結果に与える影響について

質問者：トンネル内に種々の照明（LED や低圧ナトリウムランプ）や照明の向きが実験に与える影響はあるか。

発表者：LED と照明をなくした場合で比較しており，明かりがついている場合の方が検出精度は良い結果が出ている。また，照明がない場合では，カラーフィルターをつけた方が検出精度が良くなっている。

討議 2 実用化に向けて

質問者：今後，実用化に向けてトンネル全体や覆工 1 スパンを調べるときのやり方はなにか考えているか。

発表者：気泡検出の精度に画素数が影響を与えているので，覆工の下の方では通常通り撮影を行い，天端付近では，高所作業車が必要になってくると考えている。

論文番号 I-3

題名 幌延深地層研究センターの東立坑における掘削損傷領域の評価

発表者 畑 浩二 (大林組技術研究所)

討議 1 流体に起因する A E の弁別方法

質問者：数多く取得された AE データから有効なデータ取り出す作業がありますが、流体に起因する AE として、しきい値 25kHz の考え方はトライ&エラーで行われたのか、このような考えがあるのかをおしえていただきたい。(深田地質研究所, 亀村様)

発表者：【AE 信号波の弁別 PPT を用いて説明】

特に紡錘型 AE を如何にして削除しようかと考えた時に、波形の形状に着目し、いろいろと試行錯誤した結果、波形の共振性を判別する方法に行き着きました。当初はスペクトルの状況を単に見ていましたが、半導体分野や機械分野でスペクトル半値幅を利用した判別方法があると知り、今回取入れることにしました。スペクトル解析を行い、スペクトルの 50% 中間値をスペクトル半値幅として、この幅が 25kHz もって判別することにしました。すなわち、例えば短継続時間型 AE などではスペクトルが立っている状況なので、周波数幅が小さい場合は流体 AE であると認識し弁別することになっています。

討議 2 流体 A E の活用方法

質問者：今回のデータ整理では流体 AE を省いていますが、流体 AE を評価する事によって水の流れを評価することはできるのか。(深田地質研究所, 亀村様)

発表者：【立坑掘削時中の AE, 間隙水圧, 温度時系列 PPT を用いて説明】

水の流れを評価することは可能です。お示ししている図は、立坑掘削中の AE を表していますが、ここでは岩盤 AE に着目してプロットしています。結果には、間隙水圧の急増・急減が 3~4 か所認められます。この現象近辺を岩盤 AE ではなく、流体が動いたことによる AE の観点で分析してみるとかなりの数の AE が検知されています。そのような観点から、水圧変動を確認することが可能と思われれます。ただし、この種のデータを当社は持ち合わせていません。また、世の中にもあまり多く発表されていないので、実態の詳細は不明です。流体と気体との混相流の状態モデル実験を行っていますので、今後必要に応じて発表したいと考えています。

論文番号 II-1

題名 中位の粘性土地盤におけるシールドセグメント設計時の鉛直有効土圧の算定方法

発表者 伊藤喜広（東電設計株式会社）

討議 1 地盤の破壊基準について

質問者：地盤の破壊基準に関口太田モデルを適用しているが、他の文献でよく用いられているドラッガープラガーモデルとの使い分けはしているのか。

発表者：今回は粘性土を対象としていることから、砂質土地盤でよく用いられるドラッガープラガーモデルではなく、粘性土の構成則である関口太田モデルを採用している。

討議 2 すべり線の設定について

質問者：地盤のすべり線を、トンネル天端から 45 度で立ち上がり、ある位置で鉛直に立ち上がる形状を設定しているが、これは土被りが小さい場合にも適用できるのか。

発表者：本論文では、深度が 40m 程度の深い位置に分布している中位の粘性土地盤でのセグメント作用土圧を対象としており、現地の土水圧計測結果および解析結果を分析し、このようなすべり線を設定した。土被りが小さい場合のすべり線の形状は、トンネル位置から鉛直に立ち上がるような形状を示すと考えている。

質問者：比較的土被りがあって、かつ N 値もある程度大きい地盤を対象としているということでしょうか。

発表者：その通りである。

討議 3 簡易算定手法の妥当性について

質問者：トンネル C のみ、簡易算定手法と計測値で鉛直有効土圧の乖離が見られるが、その原因はどのように考えているか。

発表者：簡易算定手法のパラメトリックスタディでは、中位の粘性土地盤の過圧密比 OCR を、土質試験結果を基に 2.0 とした。一方トンネル C の周辺地盤の OCR は 1.3 と小さく、この場合、非排水せん断強度が過小評価されるため、鉛直有効土圧に乖離が生じたと考えている。ただし、トンネル C においても、全土被り圧と比較すれば小さな鉛直有効土圧が算定でき、合理性は図られていると考えている。