

I - A306

プレキャスト二次覆工の構造解析について

通信土木コンサルタント
通信土木コンサルタント
NTTアクセス網研究所

正会員 増田 遵一
金津 博
正会員 鳥越 寿彦

1. はじめに

現在、NTTのシールドトンネル（以下とう道と称す）の二次覆工は、セントル方式による現場打ちコンクリート工法が主流を占めているが、施工時間の短縮と作業環境の改善を目指し、二次覆工のプレキャスト化に取り組んでいる。今回の二次覆工は、通信用ケーブルに加えて電力ケーブルおよび熱供給管等の支持機構による荷重を負担する構造部材としての役割も考慮するものである。

本文では、構造解析結果と実物大モデルによる荷重載荷実験結果の検証を報告するものである。

2. プレキャストの構造概要

プレキャスト二次覆工は、製作・搬入を考慮した3分割構造で、1ピースの内角が 120° のセグメント形式で、部材厚は60mmで鉄筋コンクリート製である。一次覆工内で組み立てた後、空隙にセメントベントナイト（以下CBと称す）を充填する構造である。

ピース間の継手部はナックルジョイント形式で軸力は伝達するが、曲げモーメントは伝達しない構造である。

図-1にプレキャスト二次覆工の構造図を示す。

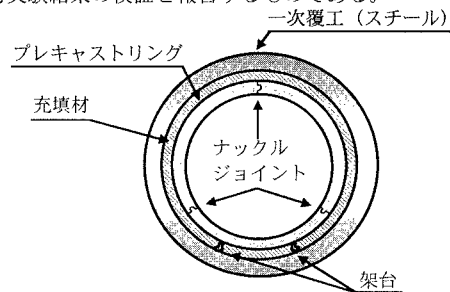


図-1 プレキャスト二次覆工構造図

3. 解析モデル

構造解析は、(1)プレキャストリング組立時(2)組立後荷重載荷(3)組立後CBで空隙充填を実施し荷重載荷した場合および(4)奥行き1mごとに取り付けけたケーブル受金物に荷重を載荷した場合の合計4ケースについて実施した。図-2に各解析モデルを示す。

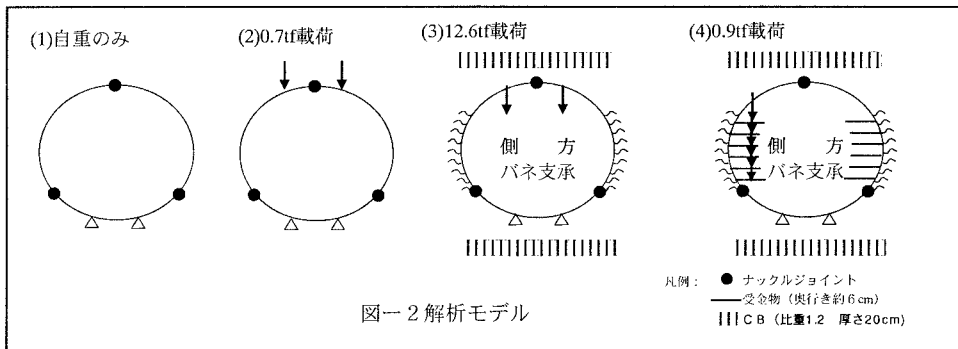


図-2 解析モデル

4. 解析結果

表-1に示すようにCBで外部拘束をした場合、拘束しない場合と比べて約2.0倍の荷重を載荷してもプレキャストリングは許容応力度以内であることが確認できた。

これは、CBがプレキャストリングの変位を拘束したためと考える。

この解析結果の評価を行うために、解析モデルと同様の実物大モデルにて載荷実験を行った。

表-1 解析結果

解析モデル	最大発生応力度	載荷荷重	記 事
(1)	1758 kgf/cm ²	—	許容応力度 (鉄 筋) 1800 kgf/cm ²
(2)	2020 kgf/cm ²	0.7 tf	
(3)	1704 kgf/cm ²	12.6 tf	
(4)	880 kgf/cm ²	0.9 tf	

キーワード：プレキャストコンクリート、解析モデル、セメントベントナイト

連絡先：〒305-0805 茨城県つくば市花畑1-7-1 TEL(0298)52-2543 FAX(0298)52-2676

4. 実験概要と結果

実験は、解析モデルの(2)(3)(4)の3 ケースについて実施した。

(2)については、解析モデルと同様に上部から線荷重を載荷し、(3)についてはプレキャストリングの内部に載荷治具を取り付けて、荷重を載荷した。

解析モデル(4)については、受金物に作用する荷重が奥行き方向のプレキャストにどのように分担するのについて検証した。

解析モデル(3)(4)の実験状況を図-3に示す。

解析モデル(2)の結果については、載荷荷重0.7tfでプレキャストリングにひび割れが生じ、3.5tfでナックルジョイント部が圧壊した。

解析モデル(3)の結果については、載荷荷重12.6tfでもひび割れは発生しなかった。

解析モデル(4)の結果については、載荷した荷重がプレキャストの奥行き方向にほぼ均等に分担していた。

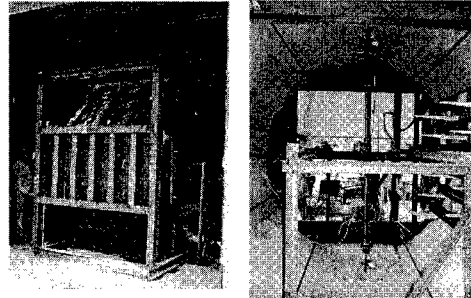


図-3 解析モデル(3)(4)の実験状況

5. 考察

今回の解析と実験により以下の項目について実証できた。

(1)外部拘束がない場合とある場合について

外部拘束がない場合、プレキャストリングを組み立てた時点で許容応力度の約95%であり、載荷荷重0.7tfでひび割れが発生したが、外部拘束を行った場合、約20倍の12.6tfを載荷させてもプレキャストリングにはひび割れも発生しなかった。一次覆工とプレキャストリングとの空隙は、図-4に示すとおり20cmあり、その空隙に充填するC Bの一軸圧縮応力度は3kgf/cm²である。この充填材が鉛直荷重によるプレキャストリングの変形を抑制し、曲げモーメントより軸力の増加を卓越させたことがその理由であると考えられる。

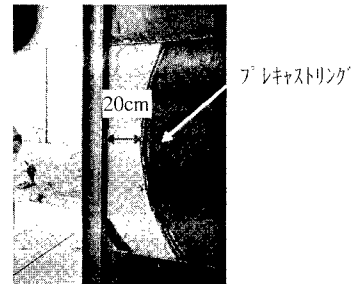


図-4 充填状況図

(2)解析モデルの適用について（実験(3)）

今回の荷重載荷実験では、12.6tf載荷時において載荷治具が変形し中止したため、外部拘束がない場合との変形モードの比較はできなかったが、ひずみ量増加の傾向はほぼ同じであることを確認した。

また、この実験(3)は、充填されたC Bがどのようにプレキャストリングを拘束するのか、また、どの程度の範囲について作用するのかが確定できなかったため実施したものであるが、解析結果とを比較した場合、解析モデル(3)に近いひずみ曲線となった。

(3)解析モデルの適用について（実験(4)）

図-5に示すようにプレキャスト奥行き方向に歪みゲージを取り付けて、荷重増加時におけるコンクリートの歪みを計測した結果、当初予想していた歪み分布と違い、chNo.3~10及びchNo.39~47の値がほぼ一定の増加となった。また、荷重が400kgf以下の時にはchNo.3とchNo.6の差（30μ:コンクリートの許容引張ひずみの約20%）が見られたが、荷重の増加に伴い一定となった。通常解析検討を実施する場合、許容応力度近くで検討するため、今回の実験結果が解析モデルに適用できると考える。

したがって、今回のとう道の受金物に載荷する場合の解析モデル(4)の受金物に作用する荷重は、奥行き方向まで分担すると考える。

今回の実験後、3次元FEMで実験との検証を実施した結果、実験とはほぼ同様のシュミレーションができた。FEMの解析条件（拘束条件等）は、当初設定した解析モデルを基に設定したものであり、この結果と実験結果がほぼ同様であることは解析モデルが適正であると判断できる。

6. おわりに

今回の実験で、プレキャストとう道の解析モデルおよび点載荷した場合の解析モデルの確立ができた。

今後は、今回の実験結果を踏まえて、プレキャスト部材であることを活用した合成・複合構造物の省力化施工技術に関する検討をしていく予定である。

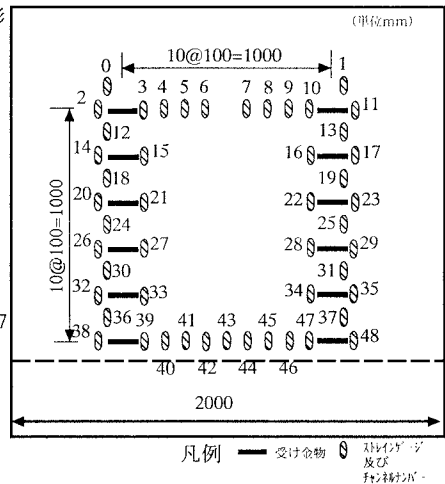


図-5 歪みゲージ取付状況