

## 帯板により補強された推進工法用の推進管の補強方法とその効果に関する研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○庄司 和真  
 早稲田大学大学院 学生会員 村川 聖太  
 日本ヒューム株式会社 正会員 井川 秀樹  
 早稲田大学理工学術院 正会員 小泉 淳

### 1. 研究の目的と背景

推進工法は推進設備を備えた発信立坑から油圧式ジャッキにより掘進機を地中に押し出し、掘進機の後にあらかじめ作成された推進管を次々と押し込み到着立坑まで管きよをつなげる非開削工法である。推進管を用いた管きよは主に下水道、水道、ガス管路などの構築に使われている。推進工法はこれまでは推進線形が直線の場合に多く使われてきたが、近年では、曲線施工が要求されてきている。曲線施工に用いられるのは推進用の短尺管である。緩い曲線施工では問題が生じないが、曲率が小さくなると短尺管にはひび割れが発生しやすいという課題がある。

本研究は推進工法に用いる短尺管の効率的な補強方法とその効果に関する研究である。すでに、せん断補強を目的として短尺管の外側に帯状の鋼板を巻く方法が開発されているが、その補強効果は実験的に確認されているものの、いまのところ、解析的な検討は行われていない実状にある。

### 2. 実験の概要と実験結果

実験は、図1に示す寸法で、帯板による補強を行わない供試体を基本として、コンクリートと帯板との付着方法を変えた供試体を用いて、計4種類を行った。補強を行った供試体は、帯板に丸鋼を溶接したもの、帯板に縞鋼板を用いたものおよび波型のNSタイプを用いたものである。実験は図2に黄色で示すように、幅75mm、厚さ10mmのクッション材を上下に互い違いに設置し、上側から荷重をかけることで施工時に近い状態を再現し、長さ60mmおよび5mmのひずみゲージを用いて、ひび割れの確認および発生するひずみなどを計測した。

実験結果をみると、すべての供試体において初期ひび割れは中央内側の先端付近で発生し、多くのひび割れが中央内側に発生することがわかった。また、帯板による補強を行ったものは、いずれの補強によっても初期ひび割れの発生を遅らせる効果と、ひび割れを分散させる効果が確認でき、ひずみが0.01に達した時の荷重として設定した推進限界荷重は補強しないものに比べて、約2.5倍になることが確認された。

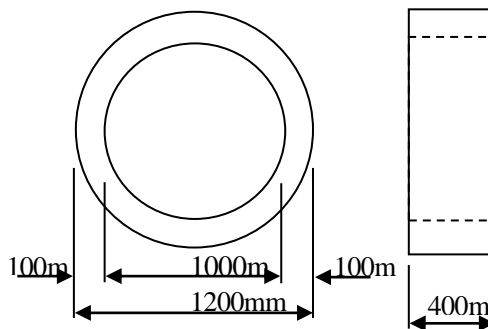


図1 供試体の寸法

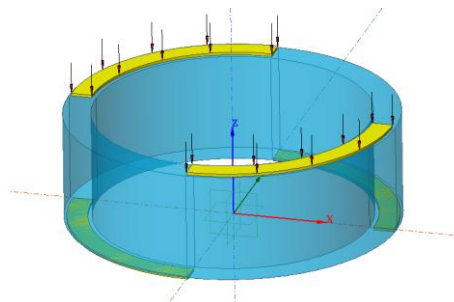


図2 実験の略図

### 3. 解析の概要

実用性や経済性を考慮し、補強しない供試体と凹凸のない帯板により補強された供試体の2種類を対象に3次元FEMを用いて解析を行った。図3は解析モデルを示したものであり、帯板にあたる部分の材料

キーワード：推進工法 ヒューム管 帯板

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 51号館16階8号室 TEL：03-3204-1894

をコンクリートおよび鋼に変えることにより 2 種類の供試体を再現した。 図 4 はひび割れ発生後のコンター図を示したものである。 ひび割れは中央内側に多く発生しており、実験結果とよく一致する。

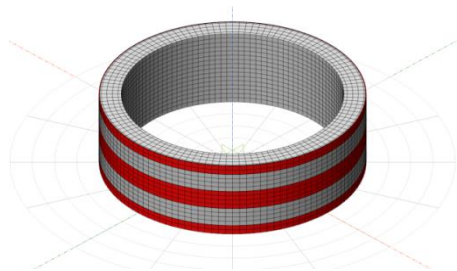


図 3 解析モデルの外観

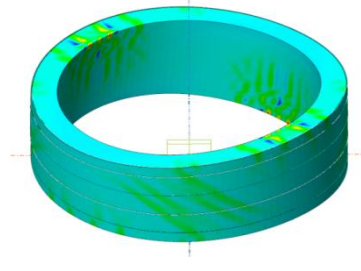


図 4 ひび割れの様子

#### 4. 実験結果と解析結果の比較

帯板による補強がある場合とない場合の実験結果および解析結果を示したものが図 5 である。この図をみると、帯板による補強がない場合には、両者がよく一致していることがわかる。一方、帯板による補強を行った場合の実験結果と解析結果は、ひび割れ発生後の領域では一致しなかった。この原因については現在鋭意検討中である。

図 6 および図 7 は、荷重 500kN のときのひび割れのコンター図を示したものである。帯板による補強がある場合には、補強がない場合に比べて、ひび割れ分布が広い範囲に広がっていること、また、その最大値が小さな値になっていることがわかる。

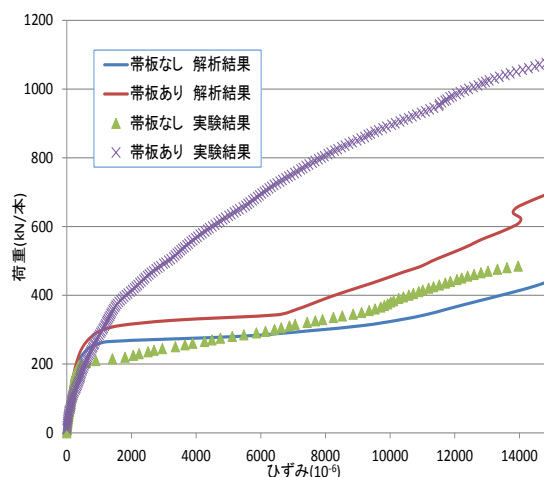


図 5 実験結果と解析結果の比較

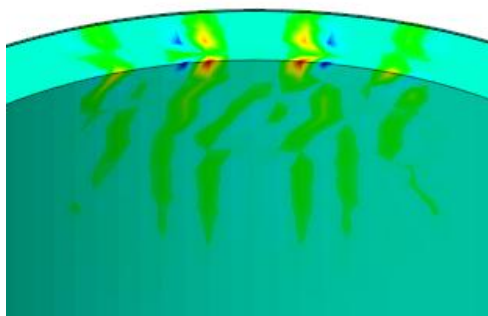


図 6 帯板なしのコンター図

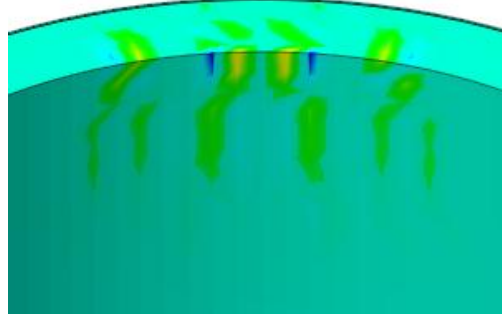
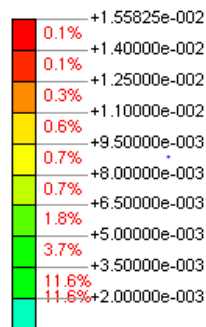


図 7 帯板ありのコンター図



#### 5. 結論と今後の課題

帯板により短尺管を補強することによって、ひび割れの発生を遅らせ、ひび割れを分散させて、その発生を抑制する効果があることは確認できた。しかし、帯板による補強がある場合とない場合とを比べると推進限界荷重の解析結果は約 1.5 倍となり、実験で確認された 2.5 倍よりも小さな値となった。

今後、ひび割れ発生後の挙動に関する解析について再検討を行うとともに、直径 2000mm および直径 3000mm の実物大の供試体を用いた実験とその解析を実施する予定にしている。