プレキャストアーチカルバートの力学挙動に関する数値解析

首都大学東京大学院	学生会員	○鈴木	一輝
首都大学東京大学院	正会員	土門	剛
首都大学東京大学院	正会員	西村	和夫

1. 研究背景·目的

東日本大震災では、常磐自動車道に施工された一部のプレキャストアーチカルバートが被害を受けた. 被害の多い部位の一つとして、ヒンジ構造のクラウン部付近に被害がある.プレキャストアーチカルバー トのクラウン部の回転性能確認試験は行われているが、横断的、縦断的挙動の影響を受けた被害特定する データを提供するものはない.

そこで、本研究では二次元 FEM を用いて、プレキャストアーチカルバートクラウン部の回転性能を表現する方法を確立させることを目的とした.最終的には、その方法を三次元に発展させ、実際の被害が生じた要因を解明することを目標とする.

2. 研究手法

2.1 解析モデル

プレキャストアーチカルバートの全体図を図1に示す.また,同 図クラウン部を90度回転したモデル図を図2に示す.これは既報 の,非対称型クラウン部回転性能確認試験¹⁾を再現した二次元モデ ルであり,これをもとに確認試験結果と比較,検討する.このモデ ルでは、コンクリートおよびグラウト部ともに線形弾性モデルとす る.また、モデル上部、下部のコンクリート部と中央のグラウト部 との接触部分は、インターフェース要素を使用し、部材間の滑りを 許容し、さらに回転性能も有したモデル化を行っている.そして、 クラウン部における変位量を実測データと比較する.各物性値をそ れぞれ表1、表2に示す.解析モデルの境界条件は、モデル上部一 点とモデル下部をローラー支持とする.また、ジャッキ剛性の導入 のため、モデル上部に線形弾性モデルの地盤ばねを使用している. 地盤ばねの物性 K_vは 125MN/m³とする²⁾.

2.2 解析方法

(1) 解析コード: 有限要素解析プログラム MIDAS GTS を用いた.

(2)荷重条件:モデル上部に拘束力Nを鉛直下向きに100kN/mで与える.また,試験では水平方向に載荷,除荷を繰り返すことで挙動を確認しているが,解析では水平力Fとして,載荷は5kNごとにクラウン部変位が5mm付近まで達するまで行い,その後除荷している.

(3) 解析ケース:設定した地盤ばねの確認のため,地盤ばねを用い たケースと用いていないケースの2ケース行う.

3. 解析結果

3.1 水平カ--クラウン部変位図

図3は試験値と解析値の地盤ばねありのケースおよび地盤ばねなし

キーワード 有限要素解析,プレキャストアーチカルバート,インターフェース要素

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL: 042-677-2785 FAX: 042-677-2772



図2 グラウト部モデル図

表1	コンク	リー	ŀ,	グラ	ウ	ト物性値
----	-----	----	----	----	---	------

			Е		γ			
			(GP	a)	(kN/m ³)	V	
	コンクリート		30		24		0.2	
	グラウト		31	24			0.2	
Ē	表2 イン	ター	フェー	-;	ス要素物	勿	生値	
	K _n	K _t (GN/m ³) 10			с		φ	
	(GN/m ³)			(]	(kN/m^2)		(deg)	
	24				100		30	

のケースの水平力に対する天端変位量を示している.ジャッキ剛 性を模した地盤ばねの有無で比較すると, 載荷開始時は同一の挙 動を示していることがわかる.しかし、水平力が増大していくに つれて、地盤ばねなしのケースでは、水平力 50kN を超えたあた りから、急激に天端変位が増大していることがわかる.一方、地 🚥 盤ばねありのケースでは、水平力 50kN を超えたあたりから、変 化量が線形に増加していることがわかる.また,モデルが線形弾 性のため、除荷時は載荷曲線上を移動する挙動となっている. そ のため、試験における除荷挙動は再現できていない.

以下は地盤ばねありの解析結果のみ示す.

3.2 X 軸方向応力図

図4は解析モデルのX軸方向応力図とそのグラウト部の拡大 図である. 拡大図から、境界部、載荷部およびコンクリート部 とグラウト部の接触部に大きな圧縮, 引張応力が発生している ことがわかる. 接触部に着目すると、上下共にコンクリート部(左:モデル全体図 右: グラウト付近拡大図)

には引張応力が発生し、 グラウト部には圧縮応力が発生してい ることが確認できる.

3.3 Y 軸方向応力図

図5は解析モデルのY軸方向応力図とそのグラウト部の拡大図 である.全体図から下部のコンクリート部の境界付近から広範囲に それぞれ圧縮,引張応力が発生していることがわかる.また,接触 部周辺において圧縮応力が発生していることが確認できる.

3.4 XY 方向せん断応力図

図6は解析モデルのXY方向のせん断応力図とそのグラウト部の 拡大図である.全体図から下部コンクリートには、せん断応力が発 生していることがわかる.また拡大図の接触部に対して45度方向 にせん断応力が発生していることが確認できる.

4. まとめ

本研究より以下のことが明らかになった.

(1) 水平カークラウン部変位図から, 載荷の挙動は地盤ばね を設けることにより実挙動を再現することができる.しかし,

ばねが線形弾性モデルであることから、除荷時の挙動を追うことが不十分である.

(2) 三種の応力図からコンクリート部とグラウト部の接触部においての応力集中を確認することができる. せん断応力は45度方向に発生する.

(3) 解析モデルの境界条件の影響として、境界部から下部コンクリート部に応力集中が発生している.

5. 今後の課題

本研究における除荷時の挙動等の諸問題を解決し、現モデルでの試験の再現を行う. それを踏まえ、プ レキャストアーチカルバートの三次元静的解析へ展開し、ねじれを考慮したモデル化をすることにより、 実際の被害が生じた要因を検討する.

6. 参考文献

1) 日本テクスパン協会;非対称性クラウン部回転性能確認試験報告書, 平成21年11月.

社団法人日本トンネル技術協会;トンネルの覆工に関する調査研究報告書,平成11年2月. 2)





図4 X 軸方向応力図(水平力 75 k N)





図5 Y 軸方向応力図(水平力 75 k N)

(左:モデル全体図 右:グラウト付近拡大図)



図6 XY 軸方向せん断応力図(水平力 75 k N)

(左:モデル全体図 右:グラウト付近拡大図)