

プレキャスト部材を用いたニューマチックケーソン工法による
大深度立坑の継手に関する検討

早稲田大学 学生会員 ○宮崎雄介

早稲田大学 正会員 岩波基

(株)熊谷組 正会員 山口哲司

オリエンタル白石(株) 正会員 並木智和

オリエンタル白石(株) 正会員 阿部慎太郎

1. はじめに

近年，ニューマチックケーソン工法を採用する大深度立坑が増加しており，コンクリート打設後の温度応力による貫通ひび割れを抑えるために低熱高炉セメントを用いることがある．その場合，実際の工事において脱枠時のコンクリート強度の十分な発現を確認することが困難であり，立坑の品質確保に懸念がある．そこで，この問題を解決すると共に，省力化と人手不足対策，急速施工にも寄与できるため，ニューマチックケーソン工法による大深度立坑の側壁にプレキャストコンクリートを適用することを考えた．本論文では，施工時における側壁プレキャスト部材の継手に生じる断面力を算出し，シールドトンネルで用いられている継手の耐荷力と比較することで立坑用ケーソンのプレキャスト化の実現性の有無を検討する．なお，プレキャストの必要性については筆者らの研究 ²⁾により示した通りである．

2. プレキャスト化についての検討

立坑内径を10mと20mを想定し，立坑高さは30m，50m，70mの3ケース計6ケースの円形立坑を想定し，施工時荷重を作用させた試計算を行う．

(1)解析モデル

試計算では，一番大きな外力が作用する立坑の最深部のリングに注目した．施工時の荷重は，主働土圧係数 $K_A=0.5$ の側方土圧と静水圧，偏側圧は主働土圧の1/2を1方向に作用させた(図-1)．また，3リングはりばねモデルでノンテンションばねによって支持した(図-2)．

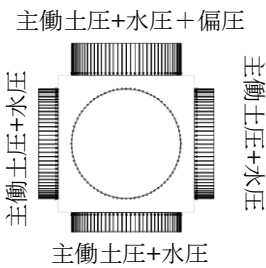


図-1 荷重载荷図

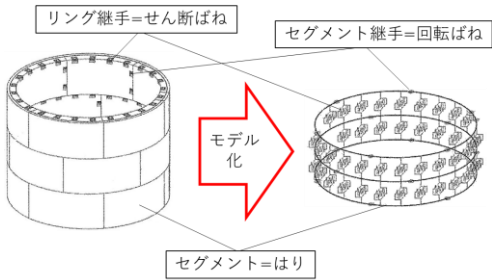


図-2 はり - ばねモデル概念図

(2)解析条件

本検討において用いたセグメントの諸元を表-1に示し，セグメント1ピースの概略図を図-3に示す．

表-1 セグメントの諸元

立坑内径(m)	10	20	
立坑高さ(m)	30,50,70	30	50,70
立坑外径(m)	13	25	26
セグメント幅 b(m)	1.5	2.5	3.0
セグメント高さ h(m)	2.0	1.0	1.0
分割数	16	20	24
リング継手数	32	40	48

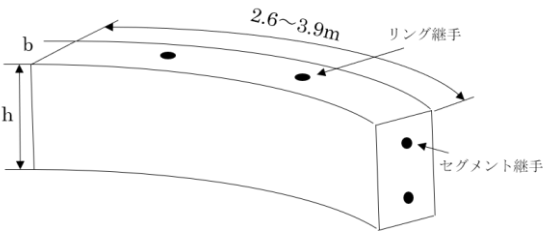


図-3 セグメント概略図

(3)解析結果

立坑最深部のリングにおける継手の断面力は表-2 の通りである.

表-2 断面力解析結果

立坑内径 (m)	立坑高さ (m)	セグメント継手		リング継手
		最大曲げモーメント M_{max} (kN・m)	軸力 N (kN)	最大リング間せん断力 Q_{max} (kN)
10	30	0.72	3079	71.0
	50	1.18	5139	110.6
	70	3.82	12270	407.3
20	30	6.87	5280	213.3
	50	6.65	9004	356.6
	70	9.21	12640	489.8

表-2 で示した解析結果より, 全てのケースにおいてセグメント継手の曲げモーメントと軸力の関係から全断面圧縮状態であった. この断面力から, セグメント継手における最大圧縮応力度およびリング継手における最大せん断力とコンクリート表面の摩擦力を算出した結果を表-3 に示す. なお, コンクリートの単位体積重量を 24kN/m³, コンクリート同士の摩擦係数を 0.3 とした.

表-3 セグメント継手の最大圧縮応力度およびリング継手の最大せん断力と摩擦力

立坑内径 (m)	立坑高さ (m)	セグメント継手		リング継手	
		最大曲げ 圧縮応力度 σ_{max} (N/mm ²)	許容曲げ 圧縮応力度 σ_{cal} (N/mm ²)	最大せん断力 Q_{max} (kN)	摩擦力 f (kN)
10	30	2.06	13.5	71.0	354
	50	3.43		110.6	598
	70	11.0		407.3	842
20	30	2.13		213.3	922
	50	3.02		356.6	1590
	70	4.23		489.8	2240

上記より, 最大曲げ圧縮応力度は全てのケースにおいてコンクリートの許容曲げ圧縮応力度を下回った. また, リング継手の最大せん断力も全てのケースにおいてコンクリート表面の摩擦力を下回った.

4. 考察およびまとめ

今回の解析結果より, 立坑の施工時の継手部には本論文において想定したセグメント継手とリング継手の耐力が不足するような大きな断面力は生じないことが分かった. よってプレキャスト部材を用いた立坑の耐荷性は確保されていると考えられる. 今後は, 立坑完成後の地震時の影響についても研究を進める予定である.

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 開削トンネル, 2001
2) 宮崎雄介, 岩波基, 山口哲司, 並木智和, 阿部慎太郎：立坑用ニューマチックケーソン工法におけるプレキャスト化に関する基礎的検討（投稿中）, 2020

キーワード 大深度, ニューマチックケーソン, プレキャスト化
連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 西早稻田キャンパス 51 号館 1608 室 TEL 03-5286-3402