

シールド工事における施工時荷重の評価に関する一考察（その2）

鹿島建設(株) 正会員○中川 雅由 正会員 古市 耕輔
正会員 坂口 拓史 正会員 吉田健太郎

シールド工事において近年顕在化しつつある施工時荷重によるセグメント損傷リスクについて、リスクの要因となる施工時荷重の状況の一例を考察した上で、その適切な対処段階とリスク要因と現場現象との相関性について考察を進めたので報告する。

1. はじめに

シールド工法では、最終構造物であるセグメントリングに、施工時に発生するシールドマシン推力を作用させる。さらにシールドマシン推力以外にも裏込注入圧、テールシールド圧等施工時にしかかからない荷重がある。

図. 1 に示すのは、セグメントリングが組立られてから最終構造物と同じ荷重状況に至るまでの荷重遍歴を図式化したものである。セグメントリングに作用する荷重がリング位置で変化して、隣接するセグメントリング間で相互作用力が発生する事がわかる。

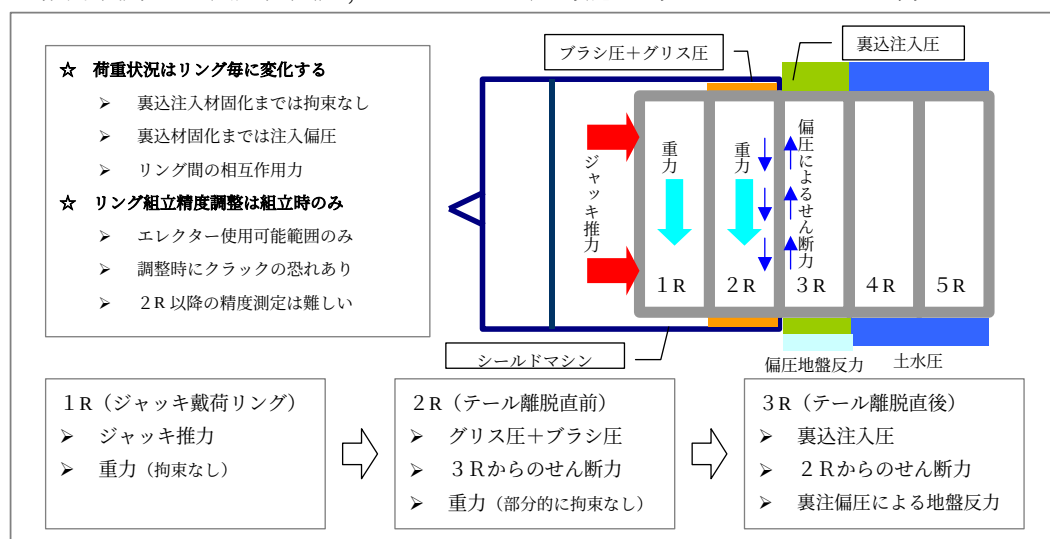


図. 1 施工時の荷重図

2. リスクへの対処

施工時に作用する荷重の影響によるセグメントリングの損傷を防ぐためには、現場の施工管理だけでなく設計・施工段階の計画的な対処が必要となる。

(1) 施工管理における対処

一般的に施工管理は、施工管理値内に施工誤差を抑えることで行われる。施工管理値とは各発注者が要求性能に合わせて算出した値と施工誤差を考慮して設定した値である。現場の施工管理によって対処するには、この施工管理値を厳しく設定する必要がある。ただし、施工管理には限界がある。これは主には施工性に関する理由で、ある一定の施工管理値を超えて施工管理をしようとすると施工性に著しく影響を与えることになり、プロジェクト全体からみても経済性が低下することになる。

(2) 設計・計画における対処

設計での対処は設計計算より作用荷重を算出してセグメントリングそのものの強度を確保することであり、計画での対処は無理な施工時荷重の作用しないような日進量や曲線部の設定を行うこととなる。

(3) リスクへの適切な対処段階

施工管理の限界を超えた場合には、施工管理で対処が出来ないと判断できる。この場合には設計・計画において対処する。ただ、施工管理値と施工性の関係を考慮すると、全体で最適な経済性を確保するためには、基本的に設計・計画時から施工時荷重のリスクを考慮して検討を進めることが最適である。

キーワード 施工時荷重, リスク評価

連絡先 〒107-8052 東京都港区赤坂6丁目5番30号 鹿島建設株式会社土木設計本部 TEL03-6229-6612

3. リスク要因相関表

設計段階で必要となるリスク要因のモデル化や計画段階でのリスク要因の考慮に際して、現象に対して同時に発生するリスク要因とその因子の違いを明確にするためセグメント損傷リスクの相関について検討した。表. 1 はこれらの検討結果を簡易にまとめたものである。

この結果、複合的な要因により不具合の発生に至る場合が多いことがわかった。また、リスク評価に相関の大きい損傷の大小という条件を考慮して検討を進めると、それぞれの損傷レベルでの相関性の違いが出て来た。

発生要因	ジャッキ 推力	ジャッキ 偏芯	マシンと の競り	裏込注入 圧	組立精度	シール材 反発力	腐食	製作精度
①シールドマシンとの競り	◎	◎	◎		△			△
②リング継手面の目開き・目違い	○	△	○	○	◎			△
③過大な偏圧（裏込注入圧など）				◎	○			
④継手面コンクリートへの応力集中	○		○		◎			△
⑤シール材・緩衝材による圧縮反発力						◎		
⑥ジャッキスプレッダーの偏圧	○	◎			○			
⑦曲線施工時の軸方向曲げモーメント	◎	◎	○		△			
⑧継手目開き＋過大な締結力					○	○		○
⑨リング継手の拘束力					◎			
⑩継手面シール材のめくれ・剥がれ						◎		
⑪鉄筋の腐食とそれに伴う体積膨張							◎	
⑫継手金物などの鋼材の腐食	○	○	○	○		○	◎	○
⑬配合・養生における配慮不足								◎
⑭型枠剛性不足、表面仕上げの不具合								◎

凡例 ◎：主要因 ○：要因の可能性がある △：潜在的要因

表. 1 リスク要因相関簡易表

4. 施工時周辺のリスク要因の評価と取扱いについて

リスク要因相関簡易表（表. 1）中に存在する製作誤差（配合・養生、型枠剛性、表面仕上げ等）と腐食（鉄筋腐食と体積膨張、継手金物の腐食等）については直接的に施工時に作用する荷重とはいえない。ただ、リスク要因相関簡易表（表. 1）に示されるとおり他のリスク要因との相関性は明らかである。さらに、これらについては設計・計画時で対応しておかないと施工段階では対処できないリスク要因である。さらに長期的に最終構造物に与える影響は非常に大きく、発現したときの対処については非常に困難であるといえる。したがって、他のリスク要因と取扱いが異なるので議論が複雑にはなるが、敢えて考慮しておくべき項目であるとした。

5. おわりに

施工時に発生する応力を分析するには、それらの応力がどういった状況でどういった条件で発生するのかといった現場の視点から、リスク要因相関表の横軸には現場で対応することを考慮した項目としている。また、理論構築という設計・計画の視点から縦軸には設計条件・モデルを想定した項目としている。つまり、現場での対処法を考える視点からの考察を行っている。施工時荷重の評価には、現場と設計・計画という2つの視点の融合があって初めて効果があると考えられる。したがって、設計サイドで検討している今回の施工時荷重に関しては、基本的には現場での発想でモデル化、条件設定を行うことが実用性の高い成果を産むと考える。

リスク要因相関簡易表（表. 1）では、損傷の大小だけでなく高速施工等の施工条件についてもそれぞれに検討を進めていく必要があると考えている。このリスク要因相関簡易表については、あくまでリスク評価の基礎的検討の一環として考えており、今後具体的なリスク評価と対応策の確立に繋げていくためにはリスク発現の頻度についても定量評価を行った上でリスク評価モデルの構築を目指していく必要があると判断している。

参考文献 ・シールド工事における施工時荷重の評価に関する一考察（その1）2004年度年次学術講演会