

3.9 事故発生の要因整理

考えられる事故の発生メカニズムを受けて、掘削条件、シールド、セグメント、および、施工における各要因と事故の発生メカニズムとの関連を図 3.9.1 に整理した。今回の倉敷市の事故では、事故につながる要因とその要因から考えられる問題点として以下が考えられる。

1) テールシールの止水性に不安

海底で高水圧が作用する条件でシールドのテールシールが 2 段であったこと、施工関係者へのヒアリングにおいて、施工途中（本掘進を開始する段階）でテールグリスの材料を変更していたことが確認されていることから、テールの止水性に不安があったことが考えられる。

2) Bセグメントにタレが発生しやすい

セグメントが幅広であることや分割数が少ないことから 1 ピースの重量が大きいこと、セグメント継手が突合せ構造で締結力がないこと、シールドに形状保持装置が装備されていないこと等から、セグメント組立時に Bセグメントが垂れやすかったことが考えられる。

3) リング方向の軸圧縮力により Kセグメントが切羽側へ拔出しやすい

セグメント継手が突合せ構造で締結力がないこと、施工関係者へのヒアリングにおいて、Kセグメントを組立てる際にセグメント継手に滑剤を塗布していたことが確認されていること等から、セグメントに作用するリング方向の軸圧縮力により Kセグメントが切羽側に拔出しやすかったことが考えられる。

4) リング継手のせん断、引抜き強度に不安

セグメントの厚さが薄いため、リング継手の埋込みインサートの箇所で内側の鉄筋を配置していないことから、リング継手のせん断強度、引抜き強度に不安があったことが考えられる。

5) 掘進完了時にテールシールにかかるセグメントへの作用荷重が大きい

セグメントの幅が広く、シールドのテールの長さが短いことから、組立てたセグメントは次のリングの掘進完了時には 3 分の 2 程度が地山側に出ており、セグメントに作用する水圧等の外力が通常より大きかったことが考えられる。また、テール部においてテールブラシやテールグリス圧の作用点や、テールとセグメントが競った場合のテールからの競り荷重の作用点がセグメントの切羽側となることから、テールブラシやテールグリス圧の影響や競り荷重による影響が通常より大きくなったことが考えられる。

6) テールシールに裏込め注入材が固着

85R 付近の施工時に裏込め注入材がテール内へ漏出していたこと、テールブラシの付着物の分析結果から、切羽に向かって 4 時と 10 時の方向で裏込め注入材が検出されていることから、テールシールに裏込め注入材が侵入していたことが確認された。このため、裏込め注入材が固着したことで部分的にテールシールの拘束圧が高くなっていた可能性がある。

7) シールドの制御が難しい

施工関係者へのヒアリングにおいて、裏込め注入は、掘進リングから 3 リング後方で実施していたことが確認されていることから、シールドのすぐ後方では裏込め注入材の充填が十分に なされていない状況にあったことが考えられる。このため、シールドの制御が難しい状態であったことが考えられる。

8) シールドの組立時の姿勢変化

セグメントの分割数が少ないため、セグメント組立時に一度に開放するジャッキの範囲が大きくなることから、セグメント組立時のシールドの姿勢変化が大きかったことが考えられる。

事故の要因からメカニズムの推測

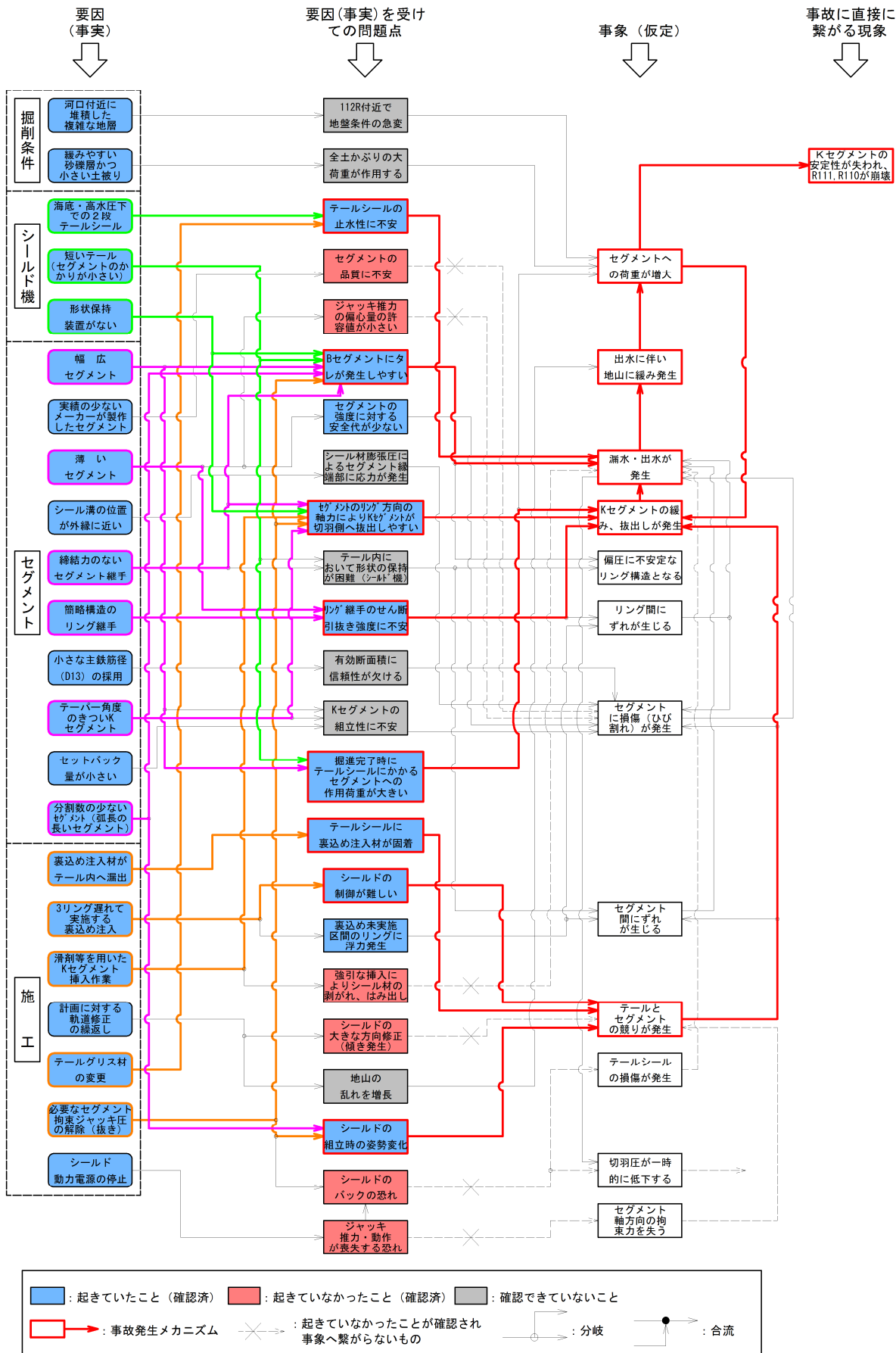


図 3.9.1 事故の要因からメカニズムの推測