

寒冷地のPFI実施のためのコンクリート構造物の施工や維持管理上のリスクの考察

北見工業大学土木開発工学科 正員 桜井宏 岡田包儀 長屋綾将 廣畑玄樹

1. はじめに

1.1 背景 近年、公共の財政が逼迫し、財政負担の軽減のために、公共事業のコストの見直しが行われている。その対策の一つとして、民間の資金、経営、技術力を導入するPFI事業が推進され、そのリスクの評価や低減する手法や技術の早急な検討が必要である。

1.2 目的 本研究は寒冷地のPFI実施のためのコンクリートの施工や維持管理上のリスクを考察する。

2 研究方法

2.1 検討項目 検討の項目としてPFI事業実施の際の法規、財政、技術、災害等の各観点から事業リスクを調査、技術上のリスクを抽出するため、既往のコンクリート構造物の施工条件やひび割れの有無等の品質データベースを作成し、リスクの要因を分散分析や重回帰分析で抽出、施工品質上のリスクを低減のため、FEM温度応力連成解析による初期ひび割れ抑制のシミュレーション、寒冷地の構造物の維持管理時期を推定するため暴露実験データによる信頼性解等より、今後必要な検討の枠組みの考察をする。

2.2 データベース作成とリスク要因抽出法 PFI事業実施の際に想定されるリスクを抽出するため、法規、技術、財政の各々の調査、検討を行なう。また技術的なリスクの検討のため既往の施工されたコンクリート構造物のデータを数値化し入力し、重回帰分析等を行い検討する。さらに近年風水害や地震等の自然災害における土木構造物の被害が頻出しているため、これらの事例を現地調査や資料より抽出する。

2.3 FEM解析方法 リスク要因抽出結果より主なリスク要因となる施工条件を変更しFEM解析を行ないリスクの低減を試みる。

2.4 暴露実験データによるコンクリート表面劣化の信頼性解析方法

解析に使用したデータは、普通ポルトランドセメント、高炉セメントB種、フライアッシュセメントA、B、C種を使用し、水セメント比や養生日数を要因とした21基の暴露供試体の27年間のオホーツク海岸に暴露した実験による、剥離深さと剥離面積を測定し、単位面積当たりの剥離体積(剥離度)を算定し、これらの暴露実験データより統計解析システムSAS.LIFEREGにより信頼性解析を行う。

3.検討結果と考察

3.検討結果

3.1 PFIの事業リスク要因抽出結果

法規、財政、技術、災害等の観点の内、法規と財政的な面では、リスクやその分担が不明確な点がある。特に最近、国、自治体などによる公共の事業主体が構造改革等の推進で民営化への移行や合併等が発生したり、地域の人口減少による事業経営の困難等の社会経済情勢上のリスクが存在する。これらを想定した事業継続についても契約上、検討する必要がある。また、Tableのように、最近災害が多発傾向で、かつ記録を上回る災害も多発し設計条件を上回る外力が発生し、施設が被害を受けた地震(震度7)等や風水害等に関する例をTableに示す。最近、大地震や異常気象による記録を上回る自然災害等が頻発する傾向があり、PFI事業の負うリスクとしては大きく、事業継続が困難となる場

合が想定される．それを回避するために，発注者と事業者間で，契約段階で自然災害におけるリスクを負担する範囲と分担を明確にしておく必要がある．設計条件で想定した以上の災害が起こった場合のリスクで公共で負うべき水準等の検討が必要と思われる．

3.2 品質リスク要因抽出結果 データベースの重回帰分析等の結果，施工時の条件と品質の解析の結果，ひびわれが発生する風速と養生の要因が抽出された．

3.3 FEM 解析結果 前述の品質リスク抽出結果より，実際の施工時の風速値や養生期間とひびわれ抑制効果（ひびわれ指数が 1.5 以上になる）FEM 解析によって求め、比較検討を行なった結果を以下に示す．

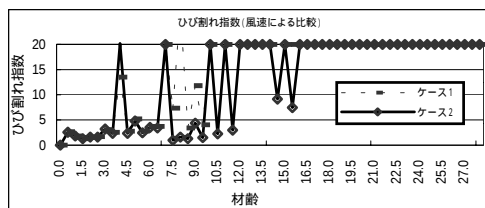


図1 FEM解析による施工条件の変化(風速ケース2:大)とひびわれ指数の関係

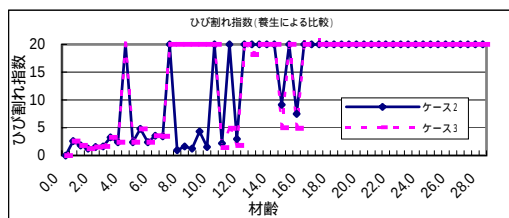


図2 FEM解析による施工条件の変化(養生日数ケース3:大)とひびわれ指数の関係

3.4 曝露実験データの信頼性解析結果

図は曝露実験データの表面剥離の劣化に対する信頼性解析結果で，経過年数と表面剥離の発生に対する信頼性の変化の関係を示し W/C が小で信頼度が増す．施設の劣化に対する信頼性の変化を経年的に定量的に判断できる．実験及び測定データ等の集積すると信頼性解析が適用でき，リスクの定量化が可能である．運営する施設の各種部位部材の各年の性能や経年変化(劣化)が推定でき，耐用年数や適切な補修等の維持管理上の目安を得られ，効率で安全性の高い維持管理が可能となる．

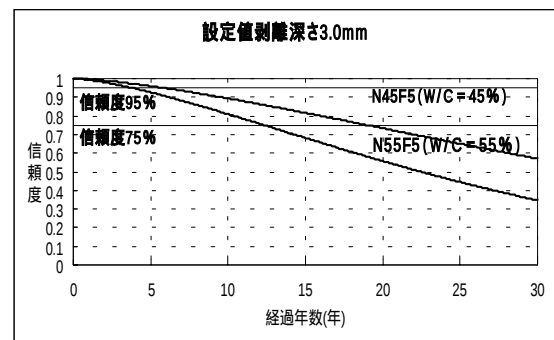


図3 曝露実験データによる表面剥離の劣化に対する信頼性解析結果

4. まとめ 以下の結果を得た．公共の事業主体の変化，人口減少による事業の経営困難や，記録を上回る災害リスク際の検討 施工技術データのデータベース化によるリスク要因の抽出，リスク回避のための FEM 等による事前評価，劣化データの信頼性解析等による維持管理への活用 の検討等が今後重要である．

地震リスク	場所	被害状況	ほぼ健全	損傷	機能喪失	原因
国道17号和南津トンネル	新潟県川口町	覆工コンクリートの崩落、剥離			○	新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査、日経コンストラクション
新幹線魚野川橋梁	新潟県川口町	コンクリート剥離鉄筋降伏		○		新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査、日経コンストラクション
新幹線東大新江高架橋	新潟県長岡市南部	コンクリート剥離鉄筋降伏		○		新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査、日経コンストラクション
国道17号JR上越線隣接部	新潟県川口町天納	地すべりによる崩壊			○	新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査、技術士会緊急提言
荒谷トンネル		側壁の損壊			○	新潟県中越地震(震度7) 技術士会緊急提言
山辺橋(鋼アーチ橋)	新潟県小千谷市R-117	地盤沈下による崩壊			○	新潟県中越地震(震度7) 技術士会緊急提言
県道岩石崩落	新潟県長岡市妙見区	岩石崩落(親子3人遭難の内男児救出)			○	新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査、技術士会緊急提言
国道17号	新潟県川口町牛ヶ島	地すべりによる崩壊			○	新潟県中越地震(震度7) 技術士会緊急提言
斜面(アンテナ設置)	越後川口駅裏側	斜面の崩落			○	新潟県中越地震(震度7) 技術士会緊急提言
国道229号大森大橋	北海道神恵内村	橋げた落下			○	台風18号 日経コンストラクション
高架橋(JR越美北線)	福井県	流出			○	新潟県福井豪雨 日経コンストラクション
新幹線トンネル	新潟県魚沼トンネル	覆工コンクリートの剥落			○	新潟県中越地震(震度7) 日経コンストラクション
新幹線高架橋(第一和南津)	新潟県	橋脚のせん断破壊			○	新潟県中越地震(震度7) 日経コンストラクション
関越自動車道陸橋(魚野川付近)	新潟県川口町	桁間の上部コンクリート一部破壊	○			新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査
柏崎原子力発電所	新潟県柏崎市	被害報告無し定常運転	○			新潟県中越地震(震度6) 研究室現地調査(海岸側より視察)
国道17号和南津橋梁	新潟県川口町	鋼主桁端部破損橋脚の一部ひびわれ		○		新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査
JR上越線橋梁(魚野川)	新潟県川口町	枕木を留めているボルトが落下	○			新潟県中越地震(震度7) 研究室現地調査