

論文の内容の要旨

論文題目 初期欠陥を未然に防ぐためのコンクリートの
施工性能評価手法の開発

氏 名 坂 井 吾 郎

本論文では、近年のコンクリート構造物の施工において頻発しているジャンカやコールドジョイントなどの初期欠陥を未然に防ぐための具体的な方法として、設計・施工計画段階で事前にコンクリートの施工性能を評価し、施工の可否を照査するための手法について検討を行った。

「第1章 序論」では、コンクリート施工の現状と問題点の整理を行い、近年のコンクリート構造物構築における施工条件が、耐震基準類の見直しによる高密度配筋化や景観設計による断面形状の複雑化、ポンプ圧送の長距離化など、コンクリートの打込みが困難になる方向に変化していることと、土木工事におけるコンクリートのワーカビリティが対象構造物の構造条件・施工条件あるいは使用材料の条件に因らず固定的に捉えられていることを挙げ、この施工条件とコンクリートの施工性能の乖離が初期欠陥の多発の一因と考えられることを述べた。また、これまでに行われてきた初期欠陥を防ぐための取組みについて整理し、現状の問題点を解決して耐久性の高いコンクリート構造物を実現するためには、フレッシュコンクリートの施工性能を定量的に評価する手法が必要であることを示し、これを本研究の目的として設定した。

「第2章 施工性能の評価指標に関する考察」では、施工性能の指標としてのスランプについて考察するとともに、材料分離抵抗性の指標として単位粉体量を導入することについて検討を行った結果、以下のような結論を得た。

- (1) 施工性能の指標としてスランプを捉えた場合、経時的变化や運搬過程による変化があること、お

- (2) スランプが同一であってもコンクリートの施工性能が同じであるとはいえず、スランプのみを指標として施工性能を評価することには限界があり、材料分離抵抗性の指標となるものの導入が必要である。
- (3) 通常のスランプレベルのコンクリートであっても、自己充填コンクリートの場合と同様に単位粉体量（単位セメント量）を材料分離抵抗性の指標とすることが可能であり、流動性・変形性の指標であるスランプとの組合せによってコンクリートの施工性能を表現できる。

「第3章 施工性能評価手法」では、本研究で提案する施工性能評価手法の概要について述べ、その具体的な構築方法に関する考察を行った、その結果、以下の結論を得るとともに、提案する施工性能評価手法の根幹となる不具合発生の有無を分ける境界線（図1）の設定を行った。

- (1) 実施工データの分析により、変形性・流動性の指標であるスランプと材料分離抵抗性の指標である単位セメント量に関係において施工の可否を判別することができる境界線を見出すことができる。
- (2) 未充填部の発生に関する実施工データを分析した結果、施工の可否を表す境界線は鉄筋の最小あき間隔ごとに存在することが判明した。
- (3) 未充填部の発生に関する境界線は部材の種類ごとに存在し、特に鋼材の配置方向とコンクリートの打込み方向の関係および部材の高さに起因する締固め作業高さの影響を受ける。
- (4) 未充填部の発生に関する境界線には、材料分離抵抗性の不足を意味する下限側の線とともに、単位粉体量の増加に伴うコンクリートの粘性の増大に起因した振動締固め性の不足を意味する上限側の線を設定する必要がある。

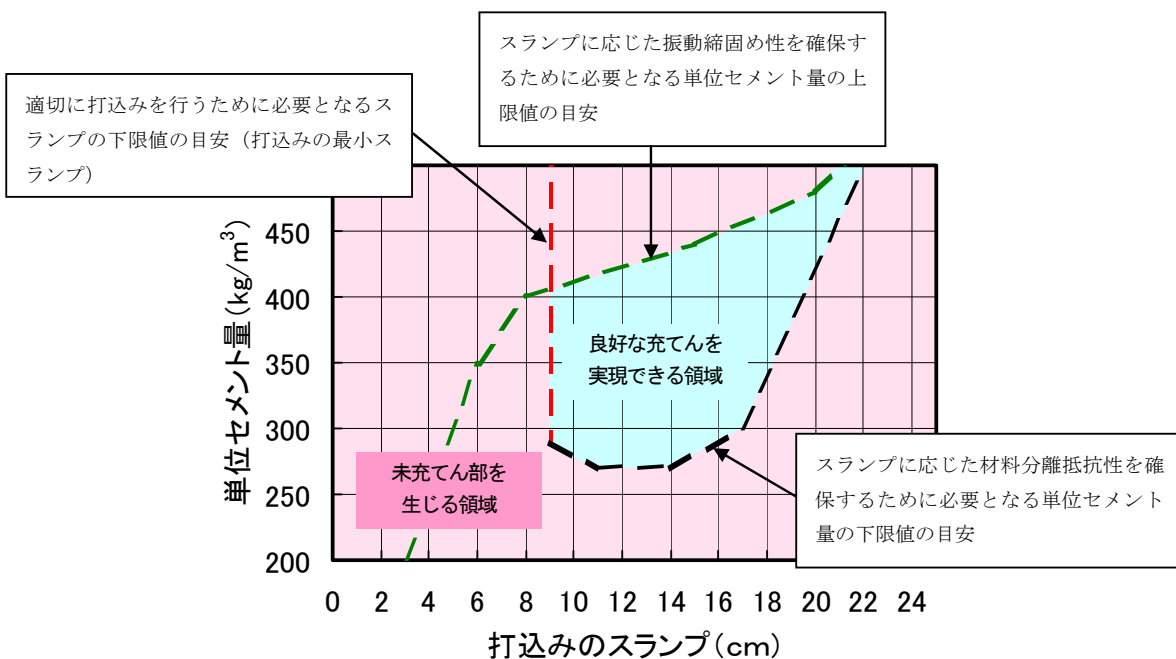


図1 打込み性能に関する境界線

「第4章 不具合発生確率の算出方法と評価結果の検証」では、第3章で示した施工条件とコンクリートの施工性能の関係を表す境界線をもとに不具合が発生する確率を求める方法(図2)について述べるとともに、実際に作成したPC用評価ソフトウェア(図3)の詳細について説明を加えた。また、PC用評価ソフトウェアを用いて事例に基づく評価結果の検証を行った結果、以下の結論を得た。

- (1) 施工の可否を表す境界線をもとに、スランプのばらつきを確率密度関数と考えることで不具合の発生する確率を算出することができる。
- (2) 単位セメント量に対して細骨材微粒分や水セメント比などの材料分離抵抗性に関わると考えられる配合因子の影響を考慮した「補正セメント量」の導入により、不具合発生確率の算定精度を向上させることができるものと考えられる。
- (3) 評価結果の検証を行った結果、実現象に対する評価結果(確率)は妥当と考えられるものが得られ、本研究で提案する評価手法の有効性が確認された。特に、評価結果が単なる配合の良否ではなく、不具合の可能性までを論じることのできる結果として表されており、本手法のコンセプトである「不具合の可能性を発生確率として算出することにより定量的に評価する」ことの具現化が確認できた。

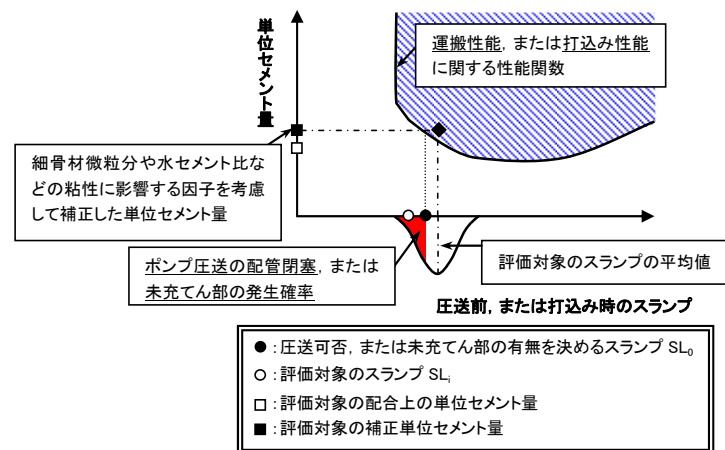


図2 不具合の発生確率算出方法

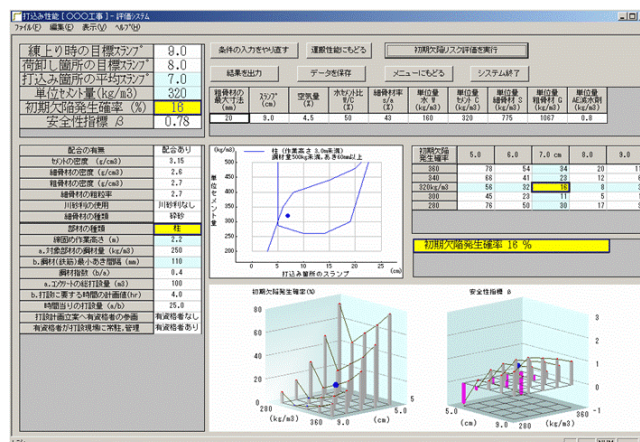


図3 PC用評価ソフトウェアの評価結果の出力画面例

「第5章 リスク評価」では、初期欠陥の発生をリスクとして捉えることの意義について述べるとともに、不具合の発生確率から初期欠陥の発生が構造物の寿命や耐久性に及ぼすリスクを算出する方法を示し、以下の結論を得た。

- (1) コンクリート施工におけるリスクは、施工条件と配合（施工性能）の組合せによって算出できる不具合の発生確率と短期・長期的損失（コスト）の積によって表すことができるものと考えられる。
- (2) リスク評価を行うことによって、コンクリート材料費や施工費と構造物の維持管理費それぞれの増減を比較することができ、合理的な選択を行うことが可能となる。

「第6章 結論」では、第1章から第5章で述べた考察の結果を取りまとめるとともに、今後の課題として、より正しい評価を行うためには、今回設定した施工性能判定のための境界線が今後の施工データの蓄積により更新されていかなければならないことや、現状の評価システムで考慮している以外の使用材料・配合や施工条件に関する要素をどのように取り扱うべきかさらに検討していく必要があることなどを述べた。