

目視調査結果の分析に基づく施工要因がコンクリートの表層品質に及ぼす影響に関する一考察

鹿島技術研究所 正会員 ○小林 聖 正会員 渡邊 賢三 正会員 坂井 吾郎
 鹿島建設(株)東京土木支店 正会員 向原 健 正会員 高野 卓
 鹿島建設(株)土木管理本部 フェロー 坂田 昇

1. はじめに

近年、コンクリートの表層品質の確保および向上が重要視されており、コンクリート構造物を構築する際には図1に示すように、各現場において、技術者が施工計画(Plan)、施工(Do)、評価(Check)、改善(Action)といういわゆるPDCAサイクルを回しながら、構造物の表層品質を確保・向上させていく必要がある。しかしながら、これまでPDCAのうち、評価(Check)の手法が確立されていないため、PDCAサイクルを効率的に回すことができていなかった。そこで、コンクリートの表層品質を7項目(表面の色つや、沈みひび割れ、表面気泡、プラスチック収縮ひび割れ、砂すじ、のろ漏れ、打重ね線)に分類し、目視調査によってそれぞれ5段階(5点、4点、3点、2点、不適合)で評価する「目視評価手法」を提案した¹⁾。これにより、評価(Check)は可能となったが、次の改善(Action)に向けて、何を改善すれば良いのか、あるいはどう施工をすれば表層品質が向上するのかという知見が体系化できていない。そこで、Actionの体系化に向けた初期ステップとして、本報では、ボックスカルバートを構築する現場において目視調査を行うとともに、多数の施工要因に関するデータを取得し、各施工要因が表層品質に及ぼす影響を比較および評価した。

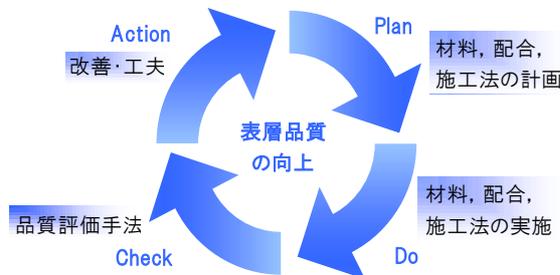


図1 表層品質の向上に関するPDCAサイクル

表1 施工要因の一覧

大分類	小分類
コンクリートの性状	細骨材表面水率、スランプ(出荷時/荷卸し時/ロス)、単位水量、空気量(出荷時/荷卸し時/ロス)、コンクリート温度(出荷時/荷卸し時/上昇量)
打込み	打込み時間、打込み量、打込み開始時刻、打込み終了時刻、打込み速度、型枠存置日数、打重ね時間(平均/最大)、アジテータ車1台あたりの打込み時間(平均/最大)
運搬	運搬時間(平均/最大)、コンクリートの現場待機時間(平均/最大)、練混ぜから打込み開始までの時間(平均/最大)、練混ぜから打込み完了までの時間(平均/最大)
環境	平均気温(打込み中/型枠存置期間/脱型日)、積算温度(打込み中/型枠存置期間/脱型から1日間/脱型から7日間)、変動温度(打込み中/型枠存置期間/脱型から1日間/脱型から7日間)

合計 40 項目

2. 施工要因の取得

評価の対象はボックスカルバート側壁とした。壁の基本形状は厚さ0.8m、高さ5.0m、長さ10.0mであり、コンクリートの打込み箇所は1.5m間隔で7箇所、打上がり高さは1層あたり0.5mで、合計10層で打ち重ねた。配合は30-8-20BB、単位水量150kg/m³、単位セメント量300kg/m³であった。側壁の40ブロックにおいて目視調査を行い、各ブロックに対して施工要因に関するデータを取得した。取得した施工要因の一覧を表1に示す。施工要因は、大分類として、「コンクリートの性状」、「打込み」、「運搬」、「環境」に分類し、さらにそれらをスランプや運搬時間などの小分類に細分化し、合計40項目についてデータを取得した。

3. 目視調査の結果

各施工ブロックの目視調査の例として、ここでは表面の色つやの目視調査の結果を図2に示す。図には1人から5人の評価者の平均点を示している。なお、明確な判断基準により目視調査を行うことで、評価者間の評価点のばらつきはほとんどないことが確認されている¹⁾。したがって、今回の目視調査の結果が変動している理由としては、上述した施工要因の影響が反映されているものと考えられる。

4. 目視評価と施工要因の相関関係の把握

目視調査と施工要因の相関係数を算出し、施工要因の影響の度合いを検証した。例として荷卸し時のコンクリート

キーワード 表層品質, 目視調査, PDCA, 施工要因, 相関係数

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL 042-489-6756

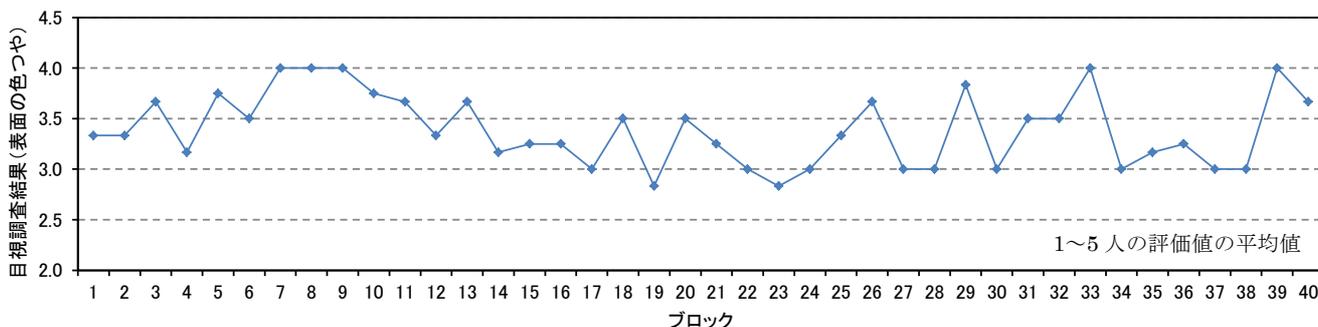


図2 目視調査の結果(表面の色つや)

ート温度と目視調査(打重ね線)の相関関係を図3に示す。図に示すように、荷卸し時のコンクリート温度が高くなるほど、目視調査(打重ね線)の評価点が低下する傾向が確認され、両者の相関係数は(-)0.59であった。ここで、一般的に2つの変数に相関が認められるとされる相関係数0.4以上²⁾となる施工要因に注目した。その他の相関関係にある施工要因の抽出結果を表2に示す。表面の色つやについては、脱型日の平均気温が高く、脱型から1日間の積算温度が大きいほど、表面の色つやの評価点が低くなる、すなわち表面の色つやが悪くなる傾向となった。メカニズムは不明であるが、温度変化により表面の水和物が異なることなどが影響している可能性が考えられる。

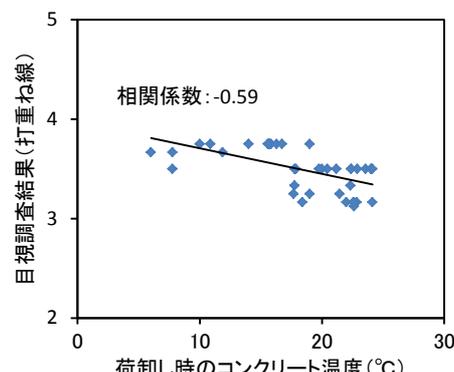


図3 コンクリート温度(荷卸し時)と目視調査結果(打重ね線)の相関関係

表面気泡については、現場待機時間や練混ぜから打込み開始までの時間が長いほど、表面気泡の評価が低くなる(表面気泡が多くなる)結果となった。これは、生コンクリートの現場待機時間が長いことで巻き込みエアが多くなっている可能性が考えられる。砂すじについては、出荷時のスランブとスランブロスが大きいと砂すじの評価が低くなる(砂すじが多くなる)結果となった。これは、スランブやスランブロスが大きいことによりブリーディング量が多くなっていたと考えられ、そのため、砂すじが多くなったものと推察される。のろ漏れについては、相関性の高い施工要因が確認されず、今

表2 相関関係にある施工要因の抽出結果

表層品質項目	施工要因
表面の色つや	脱型日の平均気温が高い
	脱型から1日間の外気温の積算温度が高い
表面気泡	コンクリートの最大現場待機時間が長い
	練混ぜから打込み開始までの最大時間が長い
砂すじ	出荷時のスランブが大きい
	スランブロスが大きい
のろ漏れ	—
打重ね線	出荷時のコンクリート温度が高い
	荷卸し時のコンクリート温度が高い
	打込み中の平均気温が高い
	型枠存置期間中の平均気温が高い
	脱型日の平均気温が高い
	打込み中の積算温度が高い
	脱型から1日間の積算温度が高い
脱型から7日間の積算温度が高い	

今回注目した施工要因とは異なる型枠の設置精度が支配的であると推測される。打重ね線については、コンクリート温度や外気温が高くなるほど、打重ね線の評価が低くなる結果となり、打重ね面が乾燥すると打重ね線が顕著となる一般的な事象と合致するものと考えられた。なお、今回の目視調査で確認されなかった「沈みひび割れ」と「プラスチック収縮ひび割れ」は検討対象から除外した。

5. おわりに

本報では目視調査の結果と1つの施工要因が比例関係にあると仮定し、単回帰分析により相関関係を把握した。その結果、表層品質に影響を与えると考えられる施工要因をいくつか抽出できた。ただし、今回取得した施工要因だけでは説明不可能な現象もある。今後は、新たな施工要因の取得に加えて、既存の施工要因を変更して施工した場合の目視調査の結果と施工要因の相関関係を評価し、新たな知見を模索する。また、実際には複数の施工要因が影響を与えていることも想定されるため、重回帰分析によりデータを処理する予定である。

参考文献

- 1) 渡邊賢三ほか：目視調査に基づくコンクリートの表層品質評価手法と品質向上に資する取組み，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1354-1359，2012
- 2) 向後千春、富永敦子：統計学がわかる、ベレ出版、2009