

コンクリートの品質向上に向けて

松岡 一成

近畿地方整備局 福井河川国道事務所 九頭竜川出張所 (〒910-0039福井市三ツ屋町10-9-2)

コンクリート品質については、材料・配合・打設・養生によって決まる。材料・配合については、基準により決められており、現場練りでなければプラントによりある程度画一的な管理が出来る。しかしながら打設・養生については現場の環境等に大きく影響を受け、特に作業・監督する者の経験等に影響を受けるところがあり画一的で合理的な管理は難しいのが現状である。

今回、コンクリート打設状況および出来映えの合理的な確認手法として、「施工状況把握チェックシート」¹⁾及び「表層目視評価法」²⁾を用いた品質管理を実施したので、その効果等について報告する。

キーワード コンクリートの品質、耐久性、表層目視評価法、施工状況把握チェックシート

1. コンクリートの品質

土木構造物は長期間に渡ってインフラとして生活・経済等を支えるものである。また工場で生産される通常の商品に比べて、その品質管理は材料・施工・環境条件等に大きく影響される。その建設には発注者・設計者・施工者・材料供給者等の多くの関係者が存在することもその特徴である。

土木構造物の代表格である、コンクリートについて、その品質管理については、所定の強度をクリアすることに重点を置かれた品質管理となっている。強度の品質管理は数値化されたものであり、またテストピースによって直接確認するもので判断も明確にできる。

一方、耐久性の品質管理については、材料等の塩化物量等、経年劣化の原因となる因子それぞれについて安全率内に収まっているか数式を使って間接的に確認するのに加え、「的確な施工・養生の確認」やクラック等の「完成物の表面の確認」等の初期欠陥に関するチェックがある。これは数値化されていないことでチェック者の経験に寄るところが大きく画一的・合理的な管理をするには課題がある状態である。

2. 本論の目的

コンクリートの耐久性に影響のある初期欠陥の対策として、混和剤や新材料・新工法のようにお金を掛けるのではなく、従来の施工管理を工夫することで効果が期待される、「表層目視評価法」(以下、目視評価法)及び、施工状況把握チェックシート(以下、チェックシート)を実際に実施してみて各手法について画一的評価が可能で合理的であるかを確認するとともに、その利点、課題

を抽出することを目的とする。

3. 施工状況把握チェックシート・表層目視評価法

チェックシートは、コンクリート標準示方書(施工編)の中から打設時に最低限チェックすべき項目をまとめたもので、○(的確に実施されている)、×(実施されていない)で判断する。

目視評価法は、脱型直後のコンクリート表面状況を、(表-1)のような表を使って1点~4点で評価し初期欠陥を判断するものである。ただし、評価が1点でも従来の基準で「良」とされる範囲である。

チェックシート及び目視評価法は、単独でも効果があるとされるが、組み合わせて以下のようなPDCAサイクルに乗せて、継続的な品質向上を図ろうとするものである。

打設時チェックシートにより現場で実際に打設状況等を把握(DO)し、その後、目視評価法により表層のクラック等を確認して品質を確かめ(CHECK)、次に悪かった箇所の原因を検討(ACTION)し、次の打設計画を改良(PLAN)。その後、同様のサイクルを繰り返す。

4. 施工状況把握チェックシートの実施及び結果

今回は、福井県の九頭竜川水系の馬渡川排水樋門改築工事の樋門本体の打設をフィールドとして試行的にチェックシートを使った品質管理に取り組んだ。

チェックシートについては、本体打設が完了直前に実施したということもあり、実施者は主任監督員1名。1回のみの実施となった。ただし、チェックシートの内容は打設する関係者に事前に示して、チェックする内容をオ

表-1 目視評価法に使う評価基準

評価基準	一般的に「良」とされる範囲				不適合
	4点	3点	2点	1点	
(1) 沈みひび割れ					構造物のコンクリート部分に補修を要するもの
(2) 表面露筋					
(3) 打重り痕					
(4) 配筋継ぎ目のノコ割れ					
(5) 砂すじ					

表-2 施工状況把握チェックシート

事務所名		福井河川国道事務所		工事名		馬渡川排水樋門改築工事	
構造物名		樋門		部位		函渠部 3R	
受注者		[非公開]		確認者		松岡	
配合		24-8-25BB		確認日時		12月22日 8:00~13:00	
打込開始時刻		予定 AM6:30	実績 AM6:45	打込開始時気温		5℃~12℃天候 晴れ	
打込終了時刻		予定 PM4:00	実績 PM4:45	打込量(m3)		308m3	
施工段階	チェック項目			記述	確認		
準備	運搬装置・打込設備は汚れていないか。			—	未確認		
	型枠面は濡らせているか。			目視	○		
	型枠内部に、木屑や結束線の異物はないか。			目視	○		
	かぶり内に結束線はないか。			目視	○		
打込	硬化したコンクリートの表面のレイタンス等は取り除き、ぬらしているか。			目視	○		
	コンクリート打込作業員※に余裕を持たせているか。			14人	○		
	予備のバイブレータを準備しているか。			目視	○		
	発電機のトラブルがないよう、事前にチェックをしているか。			点検表	○		
締固め	縦向きで打込から打ち終わるまでの時間は適切であるか。			最大時間26分	○		
	ポンプや配管内部の潤滑性を確保するため、先送りモルタルの圧送等の処置を施しているか。			伝票は確認	未確認		
	鉄筋や型枠は乱れていないか。			目視	○		
	横移動が不要となる適切な位置に、コンクリートを垂直に降ろしているか。			目視	○		
養生	コンクリートは、打込が完了するまで連続して打ち込んでいるか。			目視	○		
	コンクリートの表面が水平になるように打ち込んでいるか。			目視	○		
	一層の高さは、50cm以下としているか。			目視	○		
	2層以上に打込む場合は、上層のコンクリートの打込みは、下層コンクリートが固まり始める前に行っているか。			伝票時間	○		
要改善事項	ポンプ配管等の吐出口から打込み面までの高さは、1.5m以下としているか。			目視	○		
	表面にブリーディング水がある場合には、これを取り除いてからコンクリートを打ち込んでいるか。			目視	○		
	バイブレータを下層のコンクリートに10cm程度挿入しているか。			目視(目印)	○		
	バイブレータを鉛直に挿入し、挿入間隔は50cm以下としているか。			目視(目印)	○		
養生	締固め作業中に、バイブレータを鉄筋等に接触させていないか。			打合せで周知徹底	△		
	バイブレータでコンクリートを横移動させていないか。			目視	○		
	バイブレータは穴が残らないように徐々に引き抜いているか。			目視	○		
	硬化を始めるまでに乾燥するおそれがある場合は、シートなどで日よけや風よけを設けているか。冬期は温度が下がらないようにヒーター等備えているか。			目視	○		
要改善事項	湿潤状態を保つ期間は適切であるか。			14日間	○		
	型枠および支保工の取り外しは、コンクリートが必要な強度に達した後であるか。			報告	○		
要改善事項		バイブレータが鉄筋等に接触させない工夫があれば対策できないか。(回答) 事前打合せで周知徹底する。					

オープンとし打設状況を確認しながらどのような工夫をしたか確認をおこなった。

結果、チェックシートの実施では、事前に示してチェック項目を示していたこともあり各項目概ねクリアする結果となった。(表-2参照)ただし、実施する中でチェック方法について色々な議論があった。例えば、チェック項目の中で「鉄筋にバイブレータを接触させていないか」との箇所、施工者としては打設時にバイブレータの手元とスイッチ担当者を置き事前に打設の打合せをして対応していたが、チェック実施者としては実際に当たっているかが確認出来ないというものであった。協議の結果、バイブレータの移動時に電源を切ることは事前打ち合わせで徹底しており締固め中に鉄筋に接触することがあっても、直ぐに放す等、作業員の意識の中に鉄筋に触れることは品質に悪影響を与えるという認識があれば足りるということでお互い納得した。(図-2)

チェックシートにおいては実施者が一人であり1回だけの試行であるので画一的及び合理的という判断は出来ない。しかし一回の実施で、施工者(受注者)においてはチェック項目が明確化したことによって、より効率的に対応検討が出来、監督者(発注者)においても施工者の工夫が明確に確認出来る。また上記でも記述しているように、チェックシートが「何処をどのようにチェックするか」という具体的な記述がなく曖昧なことで施工者・監督者双方での技術的なやりとりのフィールドが出来、「ものづくりの共同関係」を醸成し、チェックと結果(目視評価法)の関係性を認識することで確実な技術の積み上げが出来ると考える。

課題としては、監督者(発注者)はコンクリート打設中絶えず張り付き、養生中もチェックしなければならず時間が掛かるということ。

5. 目視評価法の実施及び結果

目視評価法については、同様に福井県、九頭竜川水系の馬渡川排水樋門改築工事において、チェックシートを実施しなかった箇所(①単純函渠部)と、前述のチェックシートを実施した箇所(②単純函渠)実施出来なかったが、②の後に実施した箇所(③門扉部分の2箇所)を比較するという方法とした。実施者は、学識経験者(目視評価法の考案メンバー)1名、発注者9名、受注者18名の合計28名で実施した。



図-1 目視評価法の実施状況

目視評価法の実施状況を図-1, 結果を表-3に示す。

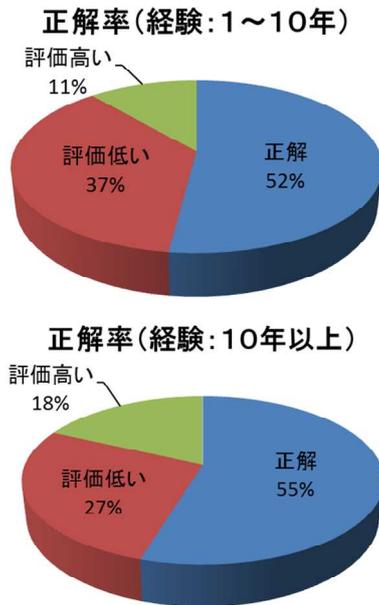
表-3より学識経験者及び評価者平均どちらにおいてもチェックシートを実施し無かった箇所①より実施した箇所②の方が品質向上したことが解る。また、その後コンクリートを打設した箇所③についても高い品質が維持されていることが解る。

表-3 目視評価法の結果 (評価者平均) ※4点満点

	ひび割れ	表面気泡	打重ね線	ノロ漏れ	砂すじ
①	(3.5)	(3.5)	(3.0)	(3.0)	(4.0)
チェック無	3.6	3.1	3.1	3.0	3.8
②	(4.0)	(4.0)	(4.0)	(3.5)	(4.0)
チェック有	3.9	3.5	3.5	3.2	4.0
③	(4.0)	(4.0)	(3.0)	(3.0)	(4.0)
チェック無	3.9	3.7	3.4	3.3	3.8

※()書きは、学識経験者の数値

実施者のコンクリートに携わった経験の差が評価にどれほど影響するか確認したのが図-2である。



※学識経験者の評価を正解として換算

図-2 評価者の経験年数による正解率

図より、正解率は10年以上の経験がある方がやや上昇しているが、経験年数と正解率に関連性は明確には確認出来なかった。ただし、経験年数が少ない方が評価として低く評価する傾向があることが解った。これは、経験の低い方は全体で評価せず、1箇所でも悪い箇所があれば評価を下げる傾向があることが影響しているように考える。

次に、目視評価法の実施回数により各項目の正解率は推移を表したのが表-4である。

表より、正解率が向上している「ひび割れ」「表面気泡」と、「打重ね線」「型枠継ぎ目からのノロ漏れ」「砂すじ」のように向上しない項目があることがわかる。

表-4 各項目の正解率の推移

	ひび割れ	表面気泡	打重ね線	ノロ漏れ	砂すじ
1回目	20.0%	3.3%	70.0%	66.7%	76.7%
2回目	80.0%	40.0%	40.0%	26.7%	93.3%
3回目	90.0%	60.0%	33.3%	40.0%	66.7%

※学識経験者の値を正として評価

これについては、目視評価法を今後取り入れる場合において、実施者へのトレーニング方法等について検討する必要があると考える。

最後に評価者にアンケートに協力してもらいその「解り易さ」、「品質向上期待度」、「必要性」について回答してもらった。

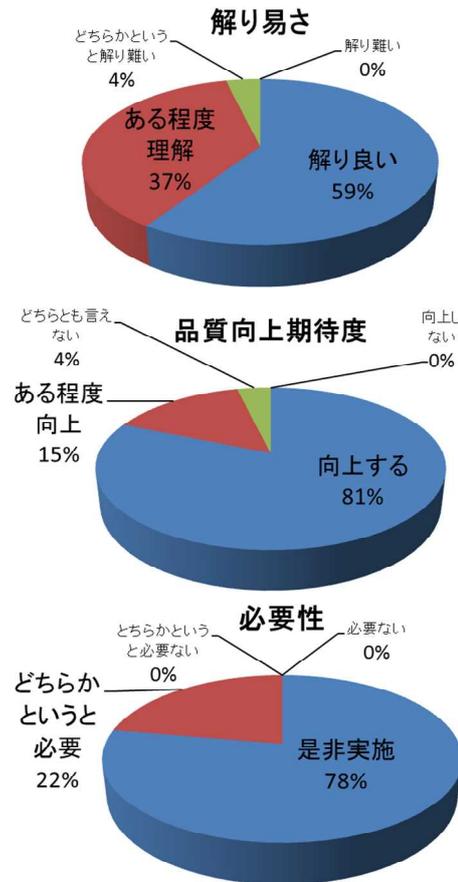


図-3 アンケート結果

図-3より、目視評価法は分かり易く(解り易い、ある程度理解併せて96%)、品質向上に寄与(向上する、ある程度向上する併せて96%)、その必要性については評価者全て(是非実施、どちらかというと必要併せて100%)が必要と回答している。このことから、今後導入に向けて検討することは有意なものと考えている。ただし、必要性の中で「どちらかというと必要」と答えた理由の中で、「必要性は解るが人員が足りないのでは?」という意見もあり導入に向けてはしっかりした人員確保も必要と考える。

以上のことから目視評価法において画一的な評価につ

いては、同じ表を使って実施するので実施方法は画一的ではあるが、その評価については「ひび割れ」、「表面気泡」のように数回で評価が安定するものと、「打重ね線」等のように同じように評価を続けても“ズレ”が生じる項目に分かれる、これは評価するには知識と経験の一定の蓄積が必要な部分もあり、その導入には実施者のトレーニング方法等に検討が必要。合理的であるかについては、実施者ほとんどの方が分かり易く、品質向上に寄与すると感じていることから合理的な評価法であると考え。

6. まとめ

今回は、チェックシートを実施した箇所と未実施の箇所について目視評価法を使って比較することを行ったが、この手法は、PDCAサイクルに乗せて繰り返し実施することで品質向上を目指すものである。このため今回の内容で、真に画一的及び合理的であるかの判断は難しい。ただし、1回のチェックシート、目視評価法の実施で確実にコンクリートの品質は向上しており、これを繰り返すことで更に品質が向上することは想像できることから、この手法の効果は確認できた。

課題としては、チェックシートも目視評価法については、それなりの人員が必要となるということである。特にチェックシートについては、コンクリート打設及び養生中は張り付いている必要があり、その時間の確保が今の状況で監督者に出来るかという疑問がある。この点については品質向上には、混和剤、新材料、新工法等のように一定コストを掛けるか、今回の取組のように手間を掛けるかしか方法がないということの社会的理解が必要と考える。

近年、日本の土木業界においては高齢化が著しく技術の伝承が叫ばれている。また、高度経済成長期より50年程度が経ち、コンクリート建造物の寿命も同時に向かえている状況である。このような中、品質向上のための技術の継承をより効果的に進める今回、試行したチェックシートならびに目視評価法については、品質向上とともに技術の伝承・蓄積にもつながる、現在の社会的要求にまさに合致した取組と考える。特にチェックシートについては、特別な準備は何も必要なく思い立ったら直ぐに実施でき、その効果についてはコンクリートの品質に直結するだけではなく、発注者と受注者がともに物作りの担い手であり、共同者という関係づくりに寄与出来る取組と考える。

今後は、この取組を近畿の中で浸透させようと考えている。そのためにはコンクリート打設現場が必要であり今回の研究発表も機会の一つとして広く募集するものである。

謝辞：横浜国立大学大学院 准教授 細田 暁先生にはチェックシート及び目視評価法の利用方法、実地のご教授等、多岐にわたるご協力をいただきました、この場をかりて謝意を表す。

参考文献

- 1) 細田 暁, 二宮 純, 森岡 弘道, 阿波 稔, 田村 隆弘: 施行状況把握チェックシートによるコンクリート建造物の品質確保と協働関係の構築, コンクリートテクノ, Vol.34, No.5, pp.63-82, 2015
- 2) 坂田 昇, 渡邊 賢三, 細田 暁: 目視調査に基づくコンクリート建造物の表層品質評価手法の実績と調査結果を反映した表層品質向上技術, コンクリート工学, Vol.52, No.11, pp.999-1006, 2014