

これからの 生コン製造について ～施工者の立場から～

十河 茂幸 | Shigeyuki Sogo

近未来コンクリート研究会 代表
一般社団法人コンクリートメンテナンス協会顧問
元広島工業大学工学部都市デザイン工学科教授
土木学会名誉会員 コンクリート工学会名誉会員

1. はじめに

生コン業界には、逆風が吹いている。首都圏は多忙を極める反面、地方は生産性向上の目的にプレキャスト化が進められ、業界はさらに縮小の憂目に合っている。さらに、新型コロナ騒動の蔓延から、苦境は建設業界全体に波及し、先が読めない状況となってきた。しかし、社会資本整備は災害対策も必要であり、待ったなしの状況で、生コン業界には大きな期待が寄せられていることも事実である。そこで、生コン業界のあり方を施工者の立場から概観してみることにした。

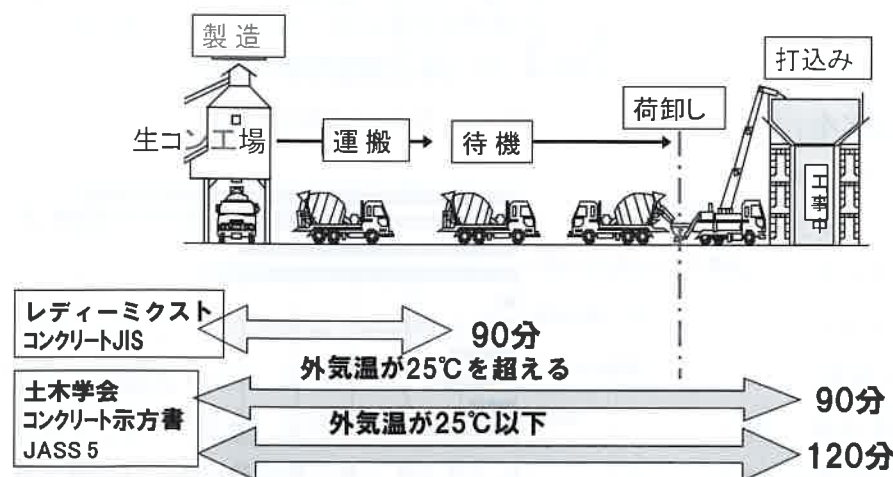
2. 運搬時間について

地方においては、運搬距離が確実に延びる必要性から、運搬の許容時間の余裕が必要な案件が増えている。

また、首都圏では渋滞などの影響から運搬時間の延長が望まれている。運搬時間の制限は、凝結時間とスランプロスの影響緩和の観点から規制が始まり、施工者にとってはコールドジョイントの発生リスクを下げるために必要と考えられ、できるだけ近い生コン工場から供給されることを願うことになる。ところが、運搬時間の制限は原則論であるが、90分以内とされている（図－1）。遅延剤を用いるなどの対策で許容できるが、現実には規準を遵守することになり、原則論はどこかにおかれることになっている。

また、運搬時間を荷卸し地点としたのは、工事現場で待機される時間を製造者の責任にするには問題があるとのことから、実際に生コンを荷卸しする時間から荷卸し地点の到着した時間とするように変更された。

このことは、施工者にとってはリスクが増すことになる。この議論をしないまま運搬時間の定義を変更したことは、施工者にとって納得のいかないことである。さらに、夏期においては、土木学会示方書などでは図－1に示すように打込みまでに時間を90分以内にすることを推奨しているが、協議事項で時間を変更できるものの、あいまいにされている点も問題と言える。



図－1 生コンの運搬時間と打込み終了までの時間制限¹⁾

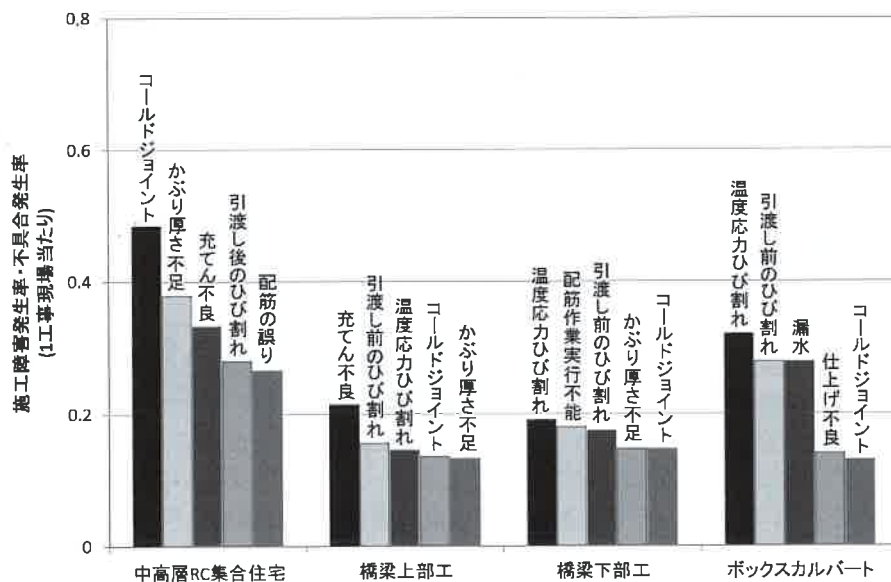


図-2 各種の構造物における不具合の発生確率²⁾

それはさておき、遅延剤を用いることで凝結時間を遅らせることができ、スランプの保持も可能な時代に、時間の制限を設けることにどれだけの意味があるのか検討の余地がある。なお、施工者はコールドジョイントの発生確率が高い（図-2）にもかかわらず、リスクを検討しないまま施工計画を立てていることも問題と言えよう。

3. 残コン問題のその後

建設現場に生コンを供給すると必ず残コンが生じる（図-3）。しかし、その量が多いことを問題視（図-4）したことから、有償化の動きが出て、今では残コンの処理費が施工者の負担となっている場合が多い。このことは残コンを少なくする意識付けとして意義がある。しかし、残コンが減らないのは残コンを少なくすることより、施工性を優先するためであると考えられる。環境上は大きな問題であるが、総論は賛成するものの各論になるとそうはいかないと考えていると言わざるを得ない。残コン問題を議論した際に、様々な提案がなされたものの、未だに解決されないのは、施工性優先で、経済優先の考え方が根底にあると考えられ、由々しき問題である。

残コンは施工者が努力すれば減少できるはずであるが、設計者と発注者の理解がなければ減少しない。たとえば、打ち止める箇所の

自由度（図-5）や、残コンの有効利用の考えが行政側にも必要である。

4. 単位水量の検査の意味

生コンへの加水問題から、単位水量の検査が義務付けられるようになった。途中で加水されると、製造時の計量印字記録が信用できないことになるからであろう。しかし、これにはもっと深い理由があると推察

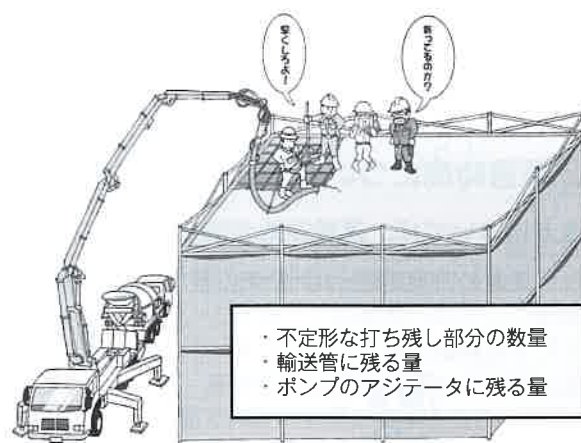


図-3 残コンの発生する要因⁴⁾

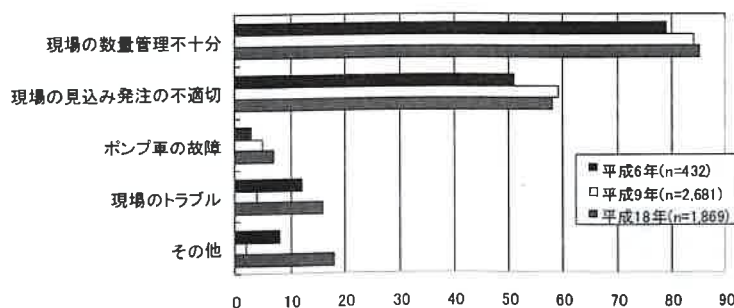


図-4 残コンの発生する要因の意識調査結果³⁾

される。建設計画時に提出された生コンの配合計画は温度の影響が考慮されていないし、材料の変動も考慮されていない。そのため、実際に供給される生コンの配合とは異なることになる。生コンの配合は、設計基準強度、施工性能を示すスランプ、耐凍害性の保証となる空気量などが求められ、単位水量や単位セメント量は要求性能に入らないのが一般的である。そのため、施工前に提出された配合計画書（元は配合報告書と呼ばれていた）の示す数値は大きな意味を持たないことになっていた。ところが、性能規定化が進むと水セメント比の規制値が示され、正確な単位水量と単位セメント量が必要となる。そのため、配合計画書だけでは施工者の要求に応えられなくなり、納入書に計量値から逆算される単位水量や単位セメント量の記入が求められるようになった。したがって、単位水量の測定は、発注者から検査の対象とされるようになった。

加水問題がなければ、計量印字記録から逆算することで施工者の要求に応えられるため、性善説で考えて、単位水量の検査はやめて、正確な配合が示された納入書となることを願うばかりである。なお、施工時の不具合の内、初期ひび割れの多くは配合計画に影響される。そのため、強度が出るからと言ってむやみに単位セメント量を増加させると、温度ひび割れが生じ、施工者はその対応に追われることになる。後述するが、単位セメント量を低減することは温度ひび割れの発生リスクを減じることになり、単位水量の低減は乾燥収縮ひび割れの低減につながり、配合計画を吟味することは施工者のリスクを減じることになる。その意味で、単位水量の検査を義務付けることが行われているが、性善説に立てば、計量印字記録から算出することが望まれ、精度の悪い単位水量検査はやめて、書類で検査を行うべきと考える次第である。

5. 生コン製造のあり方

そもそも、配合計画通りに製造できない点に課題が残されている。もちろん、材料の変動はあるとしても、変動係数は現状で扱われている値よりもっと小さいはずである。過剰に強度を確保することだけに注力するため、安全側の設計になり、施工者にとっては単位セメント量が増加し、土木構造物では温度ひび割れ

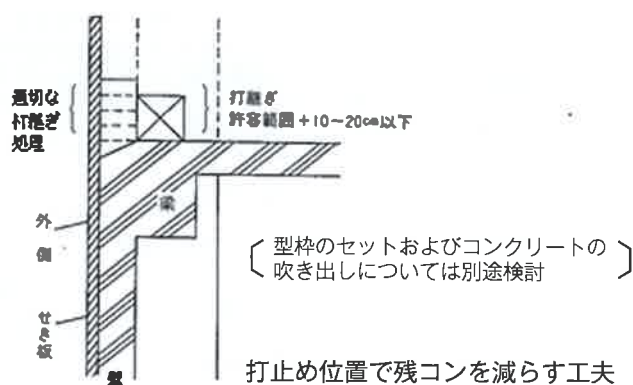


図-5 残コンを減らす工夫の一例⁴⁾

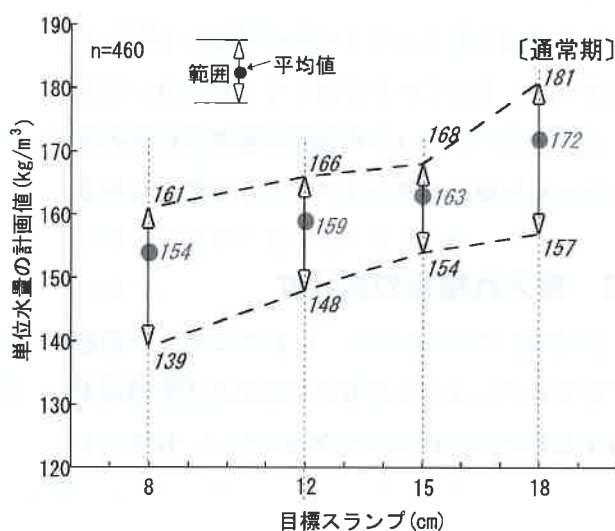


図-6 目標スランプと計画単位水量⁵⁾

のリスクが増加することになる。また、建築物では施工性能の余裕を持たせるため、単位水量が増加し、乾燥収縮ひび割れのリスクを増すことになる。正確な配合計画を示すことは、施工者にはこれらのリスクを減じることができる可能性を示すことになるが、施工者側もこれらのリスクに無頓着であるのも事実である。設計、製造、施工が分業化したことによる大きな課題と言えよう。

現状の製造現場では、変動係数を減じる努力があまり行われていない。現実には使用できる骨材により単位水量が定まり（図-6）、単位水量を減じる努力が行われているとは言えない。コストを優先し、本来耐久性が要求されるコンクリートに求められる性能をないがしろにされていると言えよう。

ダム現場では、骨材の整粒が行われている。これは単位水量が減少でき、その結果として単位セメント量が低減でき、温度ひび割れの抑制が期待できるからである。品質を考慮すれば当然のことであるが、経費

表－１ 受注者の生コンの検査のあり方の提案

検査項目	検査方法	検査頻度	検査場所	検査者
圧縮強度	供試体強度	50～150㎡に1回	工場	強度試験時の立会
スランプ 材料分離抵抗性	目視 打設可否の判断	全量 (施工不可時)	荷卸し時	購入者の目視判断 (検査で判定)
空気量	エアメーター下限の確認	凍害地域のみ 50～150㎡に1回	荷卸し時	購入者 測定は購入者
温度	温度計	温度条件設定時 50～150㎡に1回	荷卸し時	購入者
単位水量	印字記録から逆算	全量	工場	納入書の確認

を掛けないとすればこの整粒は行われない。生コンの単価を性能に応じようとすれば可能と思われるが、設計者と施工者がこれを評価しなければ良い品質の生コンはできない。生コンの価値が耐久性にあるとすれば単位水量を減じる努力をするべきと考えられる。

6. 受入れ検査のあり方

JIS製品でありながら、いまだに受入れ検査が現場で行われているのは再考の余地があると言えよう。検査が書類で行われる時代を迎えたい。目標とする性能に中心値で管理が行われるため、本来は下限が問題となる空気量を上限を超えたからと廃棄することが生じる。また、スランプは施工性能を決めるため、本来は全量で確認すべきであるが、規定通りの頻度で測定して施工が行われる。全量を目視で確認し、施工に適していると判断されると施工するべきであり、異常があると認められると試験をして正常な管理状態に戻すべきである。重要なことは、決められた検査に合格することではなく、ちゃんと施工できることである。また、施工性能は、スランプだけでなく、粘性も重要であるが測定方法がないことから検査を行わない。スランプの評価方法を見直すといよい。

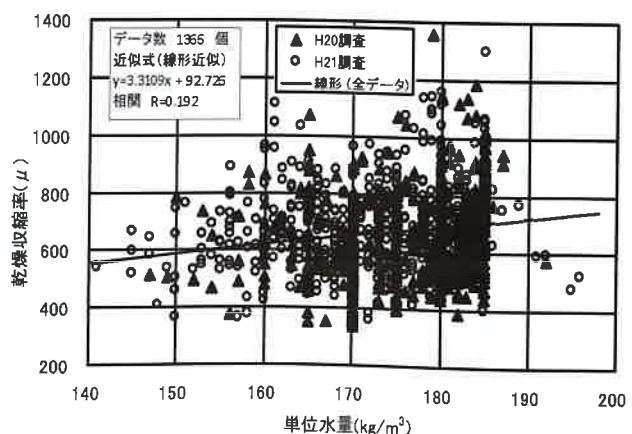
強度に関しては、荷卸し地点で行う検査と、製造者の管理で行う検査があり、供試体の扱いで微妙に異なる結果となることに問題点を見出している。これも安全側の管理をしてしまうことに影響していると言えよう。本来の検査のあり方を追求したいものである。表－１に検査方法のあり方を示す。

7. 不具合を防止するために

不具合の中で最も発生確率の高いものは初期ひび

割れである。初期ひび割れの主要因は乾燥収縮ひび割れと水和熱に起因する温度ひび割れである。乾燥収縮ひび割れは、脱枠後の乾燥に伴って生じるひび割れで、壁状構造物では壁厚が小さい場合に生じやすい。つまり建築の壁状構造物に生じる場合が多い。これに対しては単位水量を減じる対策がとられることが多いが、図－７に示すように乾燥収縮率と単位水量の関係は、使用材料が異なると一定の関係が認められないため、単位水量を減じることより乾燥収縮率の小さいコンクリートの採用が必要となる。単位水量の低減は必要であるが、不具合を無くすことの十分条件にはならないことに配慮が必要である。

壁厚が大きい場合は、簡単には乾燥しない一方で水和熱が蓄積されるため、温度ひび割れが生じやすくなる。水和熱に起因する温度応力の低減には単位セメント量を低減する必要があるが、単位水量をそのままにして単位セメント量を減じると水セメント比が大きくなり、強度への影響だけでなく耐久性が劣ることになる。したがって、水セメント比を変更しないで単位

図－７ 単位水量と乾燥収縮率⁶⁾

セメント量を減じる対策が必要となり、結果として単位水量を減じる対策が必要となる。つまり、初期ひび割れの抑制には、薄い部材には乾燥収縮率を小さくする対策と、部材厚さが大きい場合には単位セメント量を低減する対策が必要とされる。

また、不具合の中には、製造段階で生じるものもある。図-8に示すような沈みひび割れは、梁下で一旦打ち止めて沈降が収まって打ち重ねをすることで対応できるものと、上面にできる沈みひび割れのように適切なこて押さえて修復できるものがある。しかし、施工計画で対応できるものと施工計画では対応できないものがある。型枠に生じる写真-1に示すひび割れも沈みひび割れとして知られているが、このひび割れは、打ち上がり速度を小さくすることで対応できるものではなく、製造時にブリーディングの発生を抑制しなければならない。

不具合の多くは施工段階でできるものもあるが、製造時に対策を講じないと抑制できないものが多い。

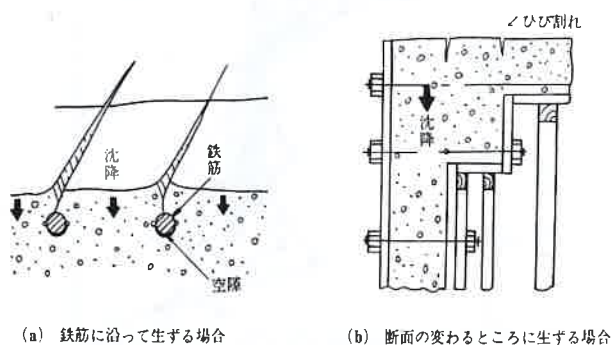


図-8 沈みひび割れの施工時の抑制対策⁷⁾



写真-1 型枠に生じた沈みひび割れ⁸⁾

使用材料の選定と配合計画の検討は、施工時に生じる不具合を減じる重要な役割を担うことに留意し、設計者、施工者と製造者の協議を必要とする行為であると認識して欲しい。

8. あとがき

レディーミクストコンクリートがその役割を果たして社会に貢献していることは大変評価される。しかし、一度決められた規則を順守することで、不合理な面もある。規則は実状に合わせて適切に変えるべきであろう。今回、変えるべき提案をしたが、異論もあると考えられ、適切にご判断をお願いしたい。

なお、耐久性が要求されるコンクリートの製造に係わることであるから、生コンが荷卸し地点までの保証にとどまらず、完成後までを保証できる仕組みとされることを期待してやまない。

参考文献

- 1) 十河茂幸・竹田宣典：コンクリートの施工のコツがわかる本、セメントジャーナル、2006.2
- 2) 日本コンクリート工学協会編：コンクリート施工におけるリスク要因の発生確率調査研究委員会報告書、2008年1月
- 3) 全国生コンクリート工業組合連合会編：生コンクリートスラッジの実態に関する調査報告書Ⅱ
- 4) 日本コンクリート工学協会編：残コン・戻コンの発生抑制及び有効利用に関する技術兼用委員会報告書、2012年1月
- 5) 日本コンクリート工学協会編：フレッシュコンクリートの単位水量迅速測定および管理システム調査研究委員会報告書、2004.6
- 6) 日本コンクリート工学協会編：コンクリートの収縮問題検討委員会報告書、2010年
- 7) 全国土木施工管理技士会連合会編：良いコンクリートをつつための要点、平成26年4月
- 8) 十河茂幸ほか：コンクリート名人養成講座、日経BP社、2008年10月