

委員会報告

「コンクリートの製造システム研究委員会報告」

委員長 岡村 甫 (東京大学土木工学科)

幹事 小沢一雅 (東京大学土木工学科)

1. はじめに

近年の各種混和材料のめざましい開発およびコンクリートに要求される性能の高度化に伴い、コンクリートの多様化が進んでいる一方で、実際にコンクリートを供給する一般のコンクリート製造プラント（生コン工場）やその品質管理システムは、これら新しいコンクリートに対応できる状態ではないのが現状である。生コン工場における管理が強度とスランプが中心では、コンクリート構造物の信頼性と耐久性を高めるためには不十分である。一方、コンクリート製造プラントメーカーでは、砂の表面水管理や練混ぜ方法を工夫した新しい機械を徐々に世の中に出しつつある。したがって、これらを上手く組み合わせることで、コンクリート用の新しい製造システムを開発できる可能性が高いのである。

本研究委員会では、まず生コン工場の製造・品質管理の現状について検討し、コンクリートの信頼性向上を主眼として見据えた上で、コンクリートの新しい製造・品質管理システムの開発研究を行うことを目的とした。すなわち、コンクリート製造における材料管理システム、計量・練混ぜシステムおよび品質管理システムに対して、ハードおよびソフトの両面から調査・研究を行い、コンクリートの品質確保に向けてのトータルシステムを開発することを目標としたのである。

コンクリートを安定して製造・供給するためのシステムを骨材供給システムや運搬中の練混ぜシステムの導入も含めて考えるとともに、品質管理を行うためには不可欠なコンクリートに要求される性能についても議論を行った。ここでいう品質管理は、材料管理および工程管理を意味し、これらを人手をかけずに機械で管理することが将来の姿と言える。これらを審議するにあたっては、現状のシステムにとらわれず、将来のあるべき姿を念頭において議論を進めてきた。コンクリートは安価で耐久であるという特徴を持っているが、その管理が難しいというのも建設現場からの意見である。必要な管理とは何かを明確にし、これをハードとソフトの両面から、なるべく人手をかけずに管理し、供給するシステムを構築することを目標に、意見交換を行ってきたのである。これを通じて、コンクリート業界の近代化に貢献できるものと期待している。

ここでは、本研究委員会でも得られた成果を簡単に纏めてみる。

2. コンクリートの製造管理方法

いわゆる高級コンクリートを安定して製造・供給するためには、材料の受入れから計量、練混ぜ、排出に至るまでの一連の製造システムにおける変動を制御する必要がある。ここでは、主に材料の変動および練混ぜの変動に対する管理方法について検討を行った。

2. 1 材料の管理方法

材料の品質変動には、セメント、混和材、混和剤、細・粗骨材の品質変動がある。これらのうち、セメント、混和材および混和剤は、いずれも品質管理の行き届いた工場製品であり、その品質規格も定められている。したがって、これらの品質管理は基本的に製造者責任とし、納入品の

品質確認は、試験成績表によるものとする。ただし、品質規格の作成においては、品質の平均値だけでなく、要求される管理レベルに応じて、ばらつき（標準偏差等）についての規定を含める必要があるばかりでなく、使用材料の組合せ方（例えば、セメントと混和剤の組合せ）によって、品質が大きく異なる場合もあるので、注意を要する。

2. 2 骨材の管理方法

現在、生コン工場で受け入れられる骨材は製品の域にまでは至っておらず、原石に近い形で搬入される。したがって、使用する前に、骨材の品質を一定に制御する必要があり、ここでは、これを生コン工場内で行うか、或いは、中間に骨材処理工場を設けて一定の品質の骨材を受け入れることを提案している。

品質の安定したコンクリートを製造する上での骨材管理のポイントは、①細骨材の表面水率を一定にすること、②骨材の粒度の変動を小さくすること、③粗骨材中の石粉の量を管理すること、④細骨材中の泥分の量を管理すること、そして⑤粗骨材の表面水率を安定化させること、等である。細骨材の表面水率を連続して測定する水分計の開発が行われ、多くの工場で製造工程に組み込まれているが、現状では、これをオンラインで配合修正に結び付けられるレベルのものは無い。したがって、都市部で毎日相当量のコンクリートを供給する工場では、遠心力等により機械的に強制脱水し、表面水率を一定に制御する方法が最も信頼性が高いと判断している。粒度を管理する方法としては、種類別および単粒度毎に骨材を貯蔵し、使用することで充分対応できると考えている。さらに、骨材処理工場の導入により、粒度や実績率等の悪い骨材を改良して、利用することも可能となる。

2. 3 練混ぜ時の管理方法

練混ぜは、コンクリートの品質にばらつきがないよう充分に行う必要がある。一般に、JIS A 1119に規定される粗骨材量の差やモルタルの差が小さくても、スランプや強度のばらつきは、定常状態にはなっていない。したがって、練混ぜ時間を短く抑えるためには、効率良く練混ぜを行うことが必要である。また、練混ぜ時に、ミキサのトルクや消費電力を測定することで、コンクリートの状態を検知することが可能である。特に、骨材の表面水率の変動によるコンクリート中の水分量を練混ぜ時に検知し、同時にその変動を調整することも可能となる。これらのことから、練混ぜを2段階で行い（練混ぜ時間を考えれば、2段階式）、上段で硬練りのモルタルを練混ぜ、下段で粗骨材、混和剤および調節水を添加する方法で、品質一定の製造の信頼性が高まると考えられる。

さらに、練混ぜられたコンクリート中の骨材の表面水率を常に正確に知ることができれば、計量時の印字記録の信頼性も高まり、これによりコンクリートの品質保証を行い、強度試験等の管理試験を減らすことも可能となるのである。使用材料の特性と正確な計量値および練混ぜの条件が分かれば、コンクリートの品質がどのようなものであるかを把握することができるはずであり、生コン工場で、コンクリートの品質に関して定期的な管理試験を行っておくことで、納入毎に試験を行うことなく、コンクリートの品質保証を可能にできるものと期待される。

3. 製造管理システムの提案

コンクリートの製造管理システムは、上述の各種の製造管理方法を組み合わせることで、要求されるレベルに品質を安定化させることが可能である。例えば、初期の材料の品質管理レベルが低い場合には、後工程である製造段階での管理レベル或いは品質保証のための試験レベルを高め

ることにより、品質の安定化を図ることが必要になる。これらの組合せの例を図1および図2に示す。

(a)コンクリートの製造管理システム (A)

本システムは、骨材の表面水や粒度などの管理を充分に行うことにより材料の品質変動を最小に抑えるため、骨材の表面水の測定を計量時に行うことなく設定配合どおりに、所要の品質のコンクリートの製造を可能とするものである。ただし、最終段階で、練混ぜ時のトルク等によるコンシステンシーの管理を行い、混和剤-2による微調整が可能となるよう設計している。コンクリートの品質保証は、印字記録により行う。

(b)コンクリートの製造管理システム (B)

本システムは、工場での骨材の表面水等の管理に特別な注意を払わないものである。したがって、骨材の表面水の大幅な変動に対して全バッチの表面水測定を行い、さらに2段練りミキサを使用することにより、水量およびコンシステンシーの管理を行うことで、品質の安定化を図ろうとするものである。

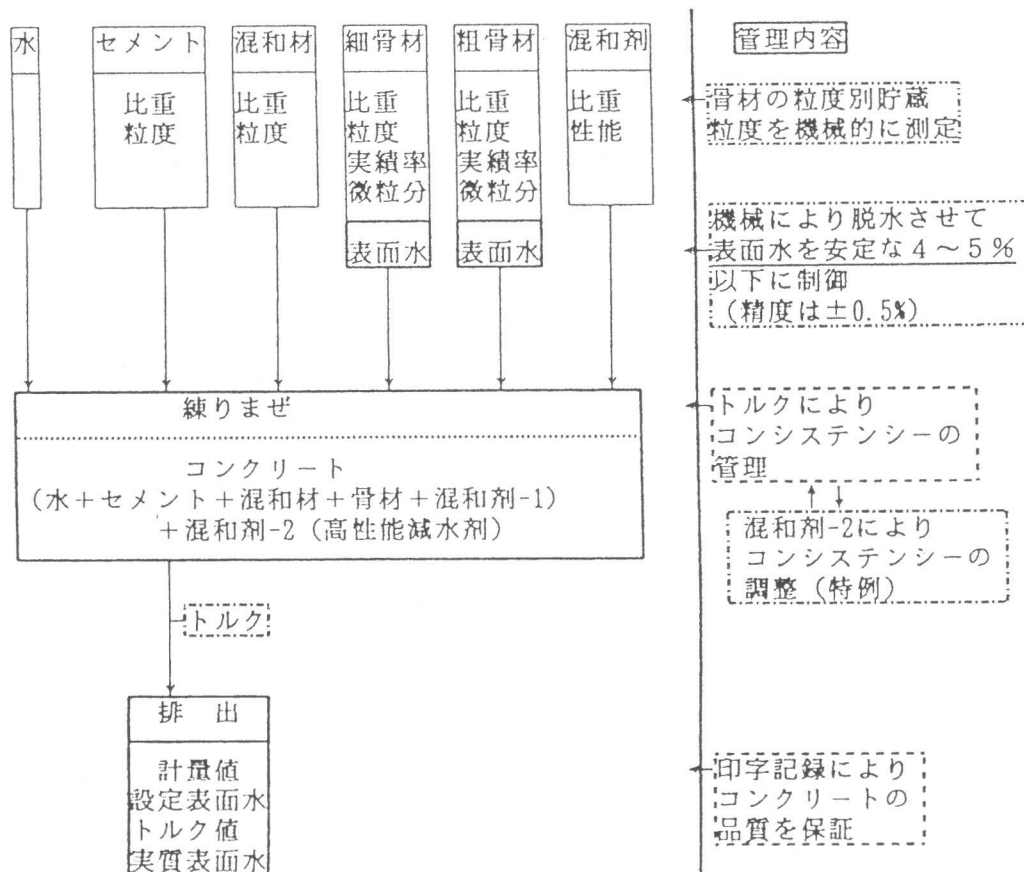


図1 コンクリートの製造管理システム (A)

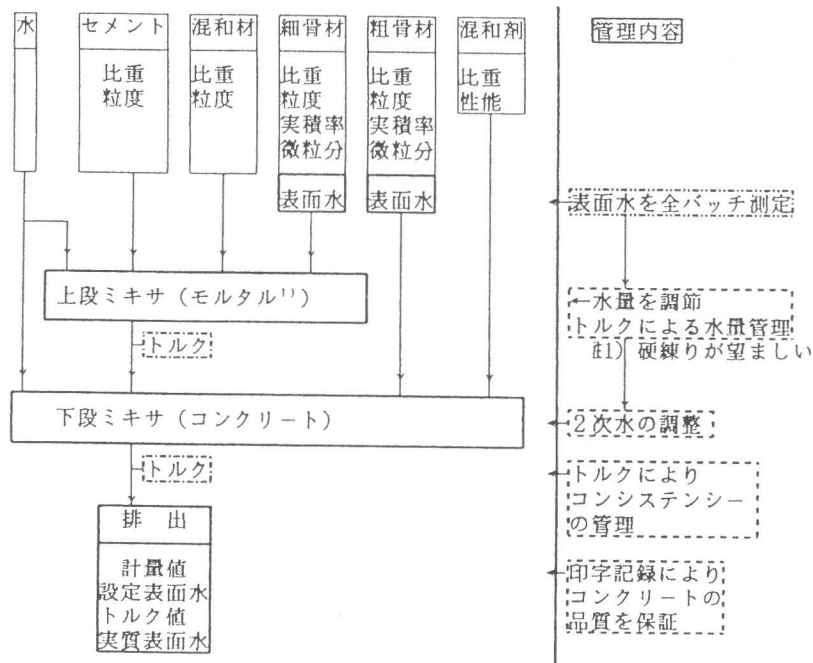


図2 コンクリートの製造管理システム (B)

4. 運搬中の練混ぜを含めた製造システム

我が国の生コンは、セントラルミキシング方式（工場で練りあげ、運搬中や荷卸し地点では練混ぜない）をとっている。しかし、一般に生コンのコンシステンシー（スランプ等）は、時間とともに変化するものである。そこで、コンクリートの製造を生コン工場内だけでなく、現場到着後の荷卸しまでの運搬途中の練混ぜを含めた製造システムの可能性について調査検討を行った。

その結果、水と混和剤を分離したドライバッチで運ぶ方法により、細骨材の表面水を小さく制御できれば、運搬時間もある程度延長できる可能性があるが、実用化にあたっては、特に運搬車の開発が必要であることが明らかとなった。このシステムについては、今後の研究開発が待たれるところである。

5. おわりに

本委員会では、材料供給者から発注者およびコンクリート製造プラントメーカーの方々までの幅広い人々との意見交換を行うことができ、非常に有意義な議論を進めることができた。研究成果の詳細については、中間報告および最終報告書を参照頂きたい。最後に、各委員の方々、特に各WGの取りまとめをして頂いた沼田委員、松岡委員、小林委員および辻委員に厚く御礼申し上げるとともに、この成果が今後有効に生かされることを希望して、むすびとしたい。

〔参考文献〕

- (1) コンクリートの製造システム研究委員会中間報告, 日本コンクリート工学協会, コンクリートの製造システム研究委員会, 1991.5
- (2) コンクリートの製造システム研究委員会最終報告, 日本コンクリート工学協会, コンクリートの製造システム研究委員会, 1992.5