

舞鶴地域のレディーミクストコンクリートの 圧縮強度に関する調査報告

—レディーミクストコンクリートの品質に関する研究（その2）—

京都職業能力開発短期大学校 齊藤 彰

Investigation of compressive strength of ready-mixed concrete in Maizuru area
—Study on quality of ready-mixed concrete in Maizuru area (part 2)—

Akira SAITO

要約

舞鶴地域の建築物の躯体工事に最も多く使用されている^{(1),(2)}、「呼び強度」210・スランブ15 cm、「呼び強度」210・スランブ18 cmのレディーミクストコンクリートの標準養生された供試体の4週圧縮強度の試験値から、圧縮強度に関する品質管理の状況を調査し（平成4年2月～平成5年9月）、主として次のようなことを明らかにしている。

1) 標準養生された供試体の4週圧縮強度の試験値は、すべて 3σ の管理限界内に収まっている、2) 「呼び強度」210・スランブ15 cmのコンクリートの*i*回目と(*i*+1)回目との試験値の差(*R*_s)はやや大きい、3) 1回の測定値の最大と最小の差(*R*_m)の範囲は正常である、4) 「呼び強度」210・スランブ18 cmのコンクリートについては、スランブ15 cmに比べ、良好な管理状態を示している。

I はじめに

近年、レディーミクストコンクリート工場（以下生コン工場という）の生産設備や製品管理の方法も近代化され、安定した品質のコンクリートが供給されていることから、建築施工業者等の生コン工場に対する信頼度は高く、建築工事に使用されるコンクリートのほとんどは生コン工場で生産されるレディーミクストコンクリート（以下生コンという）となっていて、平成2年度の資料によると、わが国の生コンの生産量⁽³⁾は建築・土木用あわせて、197,997千m³(前年比103.0%)となっている。

一方、建築技術者が、工事に供用されているコンクリートの実態を直接調査する機会は少なく、また施工段階で、コンクリートの品質管理を直接行う機会も少なくなってきたように思われる。

こうした実情を踏まえて、今回は舞鶴生コン協同組合や舞鶴の生コン会社の協力を得、前報⁽²⁾に引き続いて、舞鶴地域の建物の躯体工事に多用されている生コンの圧縮強度について、JIS Z 9023「X管理図」等を

用いて考察した結果を報告する。

II コンクリートの品質検査

コンクリートの品質管理とは、設計図書などの要求に適した品質のコンクリートを合理的かつ経済的に作り出すための手段であって、品質管理を行うことにより次にあげるようなメリットが得られる。

- ① 品質が向上し、信頼性が増す。
- ② 品質が均一化される。
- ③ 無駄な作業がなくなり、原価が下がる。
- ④ 問題点や改善の方法が発見できる。

図1は、設計図書の検討と確認から、構造体の完成にいたるまでの品質管理の概念をフローチャート⁽⁴⁾の形で示したものである。

ここに見られるように、コンクリートの品質管理の範囲は広く、材料管理、配合管理、計量管理、練り混ぜ管理、運搬管理、品質保証検査、圧送、打込み、養生、脱型と、各工程全般にわたっているが、生コン工場における品質管理の中心は、圧縮強度、スランブ、空気量および塩化物量などに代表される品質保証検査

であり、中でも構造体に大きな影響を与える圧縮強度が重要視されている。

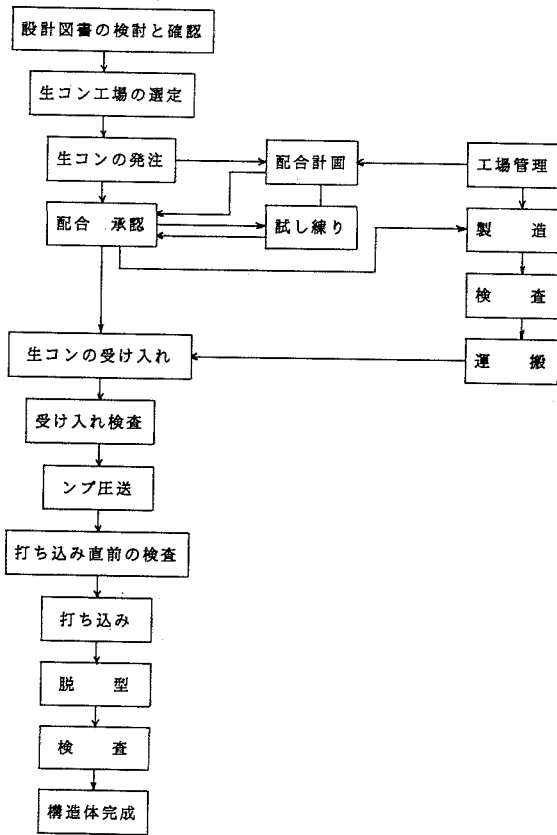


図1 コンクリートの品質管理のフローチャート

$$F = F_N + \sqrt{3} \sigma \dots\dots\dots(1)$$

$$F = 0.85F_N + 3 \sigma \dots\dots\dots(2)$$

F : 調査強度 (kgf/cm²)、F_N : 呼び強度の値、σ : 標準偏差 (kgf/cm²)

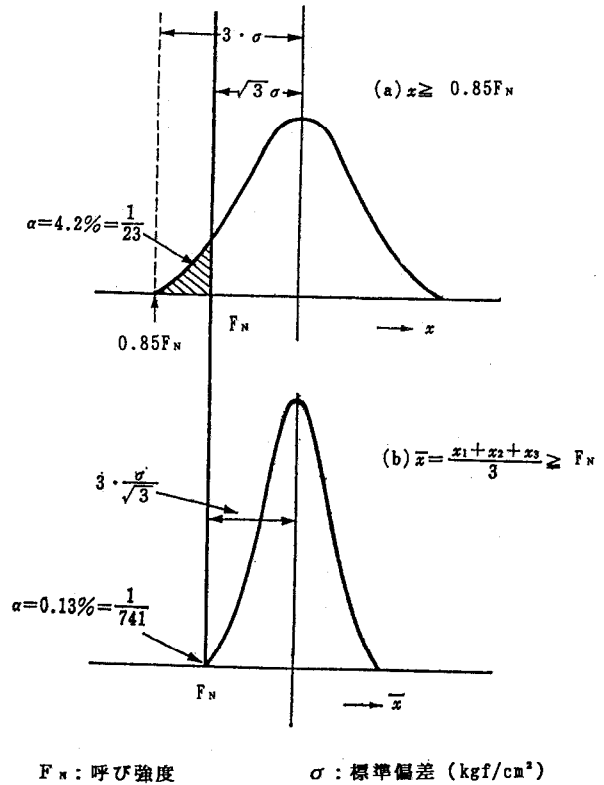


図2 生コンの強度合否判定図

III 圧縮強度の検査

圧縮強度は、硬化したコンクリートの性質のうちで最も重要視されるものであって、品質保証されるコンクリート圧縮強度の試験値について、JIS A 5308では次のように規定している。

- ① 1回の試験結果は、購入者が指定した呼び強度の85%以上でなければならない。
- ② 3回の試験結果の平均値は購入者が指定した呼び強度の値以上でなければならない。
- ③ 当事者間の協議により検査ロットの大きさを定め、上記①、②に適合すれば合格とする。
- ④ 検査ロットの試験回数は、原則として150 m³につき1回の割合とする。
- ⑤ 1回の試験結果は、任意の1運搬車から採取した試料で作った3個の供試体の平均値で表す。

①、②の判定を下式⁽⁵⁾の調査強度判定式によって示すと以下ようになる(図2参照)。

IV 管理図法について

製造工程における品質管理の手段として、管理図法が広く使用されており、生コン工場で常時生産されるコンクリートに対しては、一般にJIS Z 9023「X管理図」が用いられている。

本調査の分析には、コンクリート150 m³ごとに1生コン車から3本ずつ供試体を採取し、その平均値で管理する場合に適用する「X-Rs-Rm管理図」⁽⁶⁾を用いた。ただし、使用した記号は下記による。

- ① x₁₁、x₁₂、x₁₃ : 1回の測定値 (kgf/cm²)
- ② x_i = (x_{i1} + x_{i2} + x_{i3}) / 3 : 1回の試験値(3本の平均値) (kgf/cm²)
- ③ R_m : 1回の測定値の最大と最小の差 (x_{imax} - x_{imin}) (kgf/cm²)
- ④ R_s (移動範囲) : i回目と(i+1)回目の試験値の差 (x_{i+1} - x_i) (kgf/cm²)

- ⑤ UCL : 3 σ の上方管理限界
- ⑥ LCL : 3 σ の下方管理限界

生コンのスランブ別「X-Rs-Rm 管理図」を作成し、この管理図から、生コン会社のコンクリートの圧縮強度に対する品質管理状態を調べた。

V 調査方法および調査結果

(1) 調査方法

舞鶴の生コン会社3社に保管されている標準養生供試体の、スランブ15 cm(標本数39)、スランブ18 cm(標本数31)の4週圧縮強度の試験値(平成4年2月~平成5年9月)をもとにして、建物の構造躯体に多用されている「呼び強度」210・スランブ15 cm および18 cm

(2) 調査結果

舞鶴の生コン会社から出荷された過去2年間のコンクリートの、「呼び強度」210・スランブ15 cm および18 cm の生コンについての「X-Rs-Rm 管理図」はいずれも大差のない結果を示したが、スランブ15 cm の結果はやや変動が大きかった。結果を図3~8に示す。

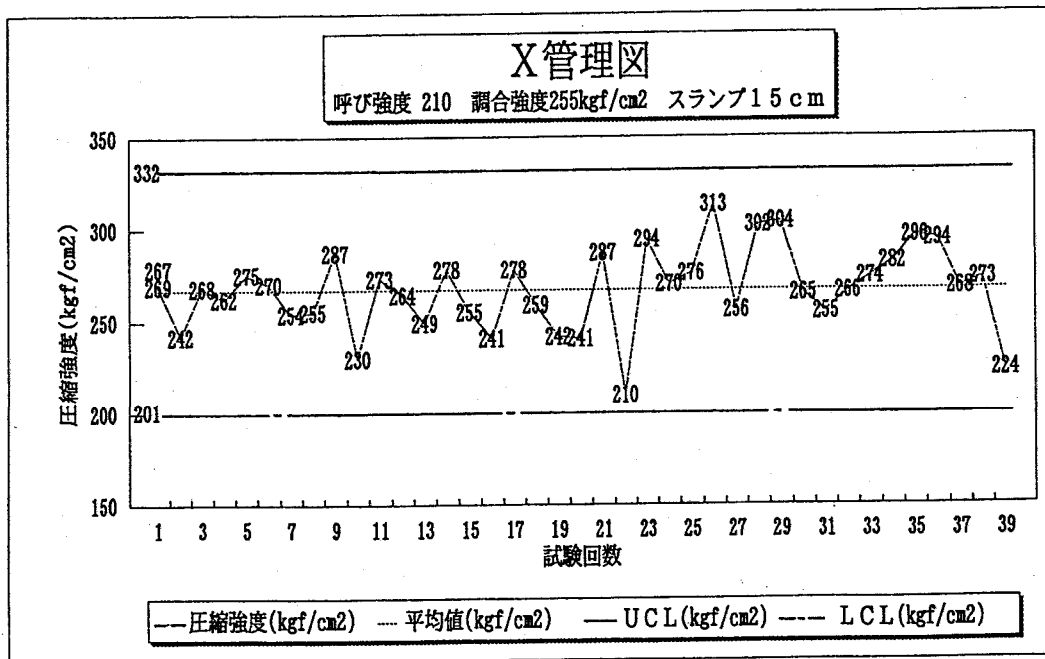


図3 呼び強度210・スランブ15 cm に対するX管理図

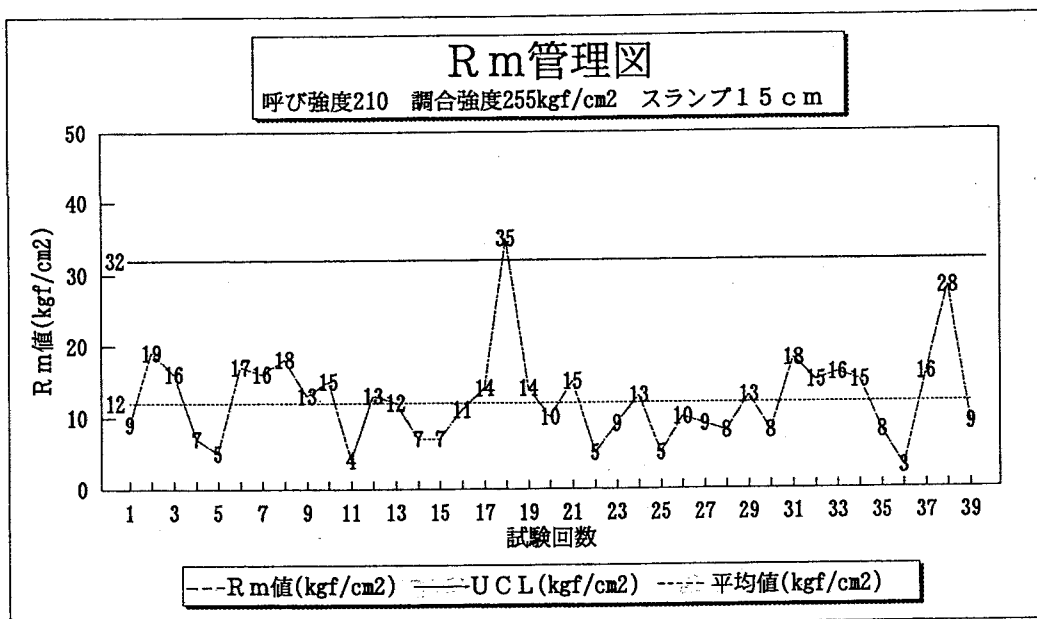


図4 呼び強度210・スランブ15 cm に対するRm 管理図

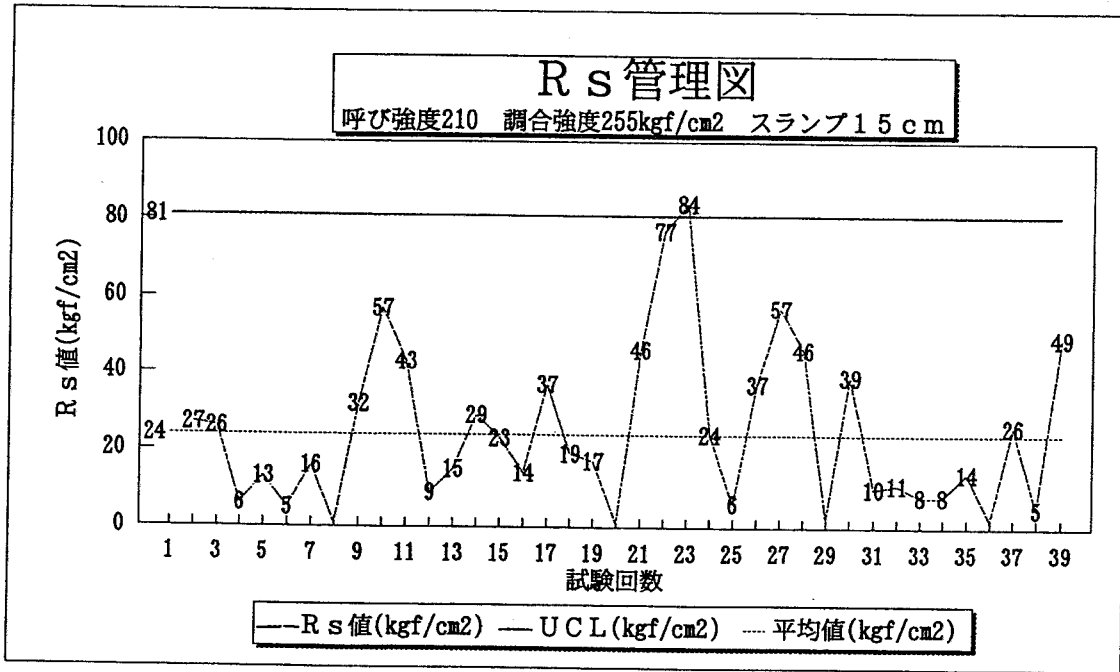


図5 呼び強度210・スランブ15 cm に対する R s 管理図

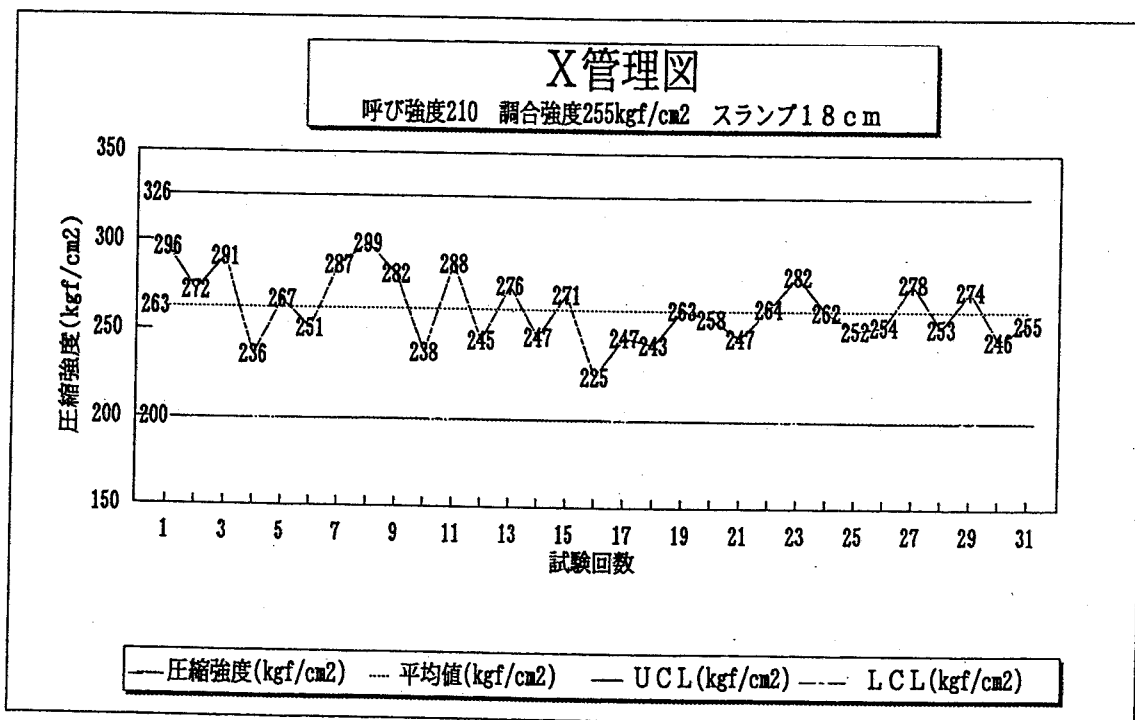


図6 呼び強度210・スランブ18 cm に対する X 管理図

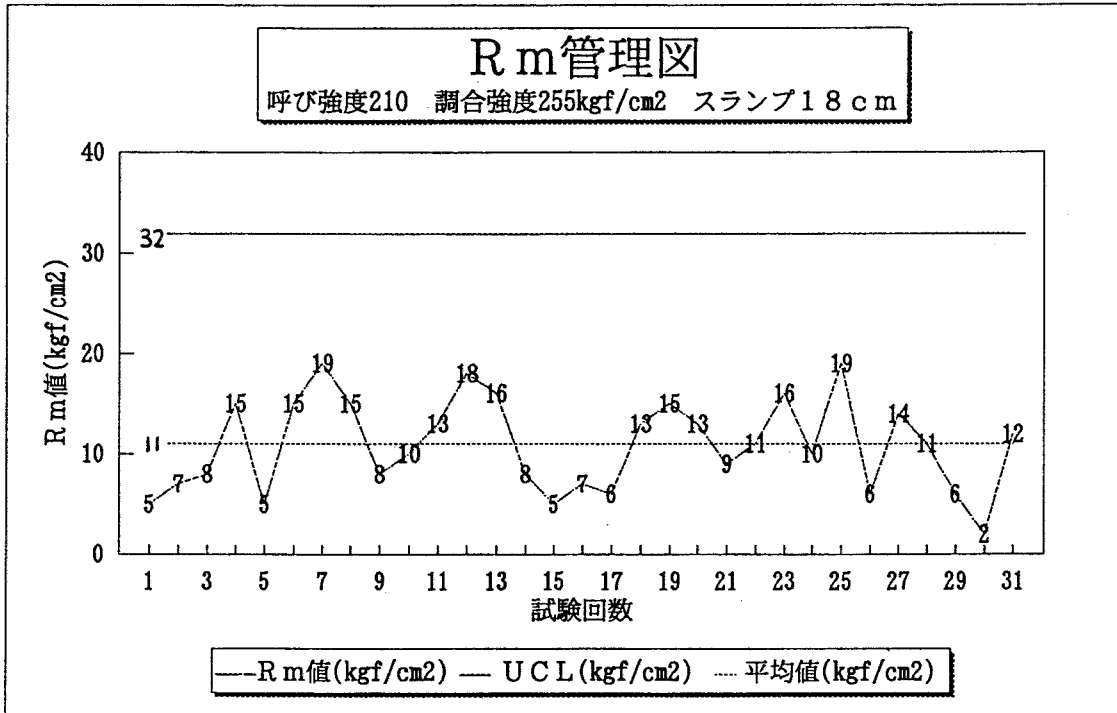


図7 呼び強度210・スランブ18cm に対する Rm 管理図

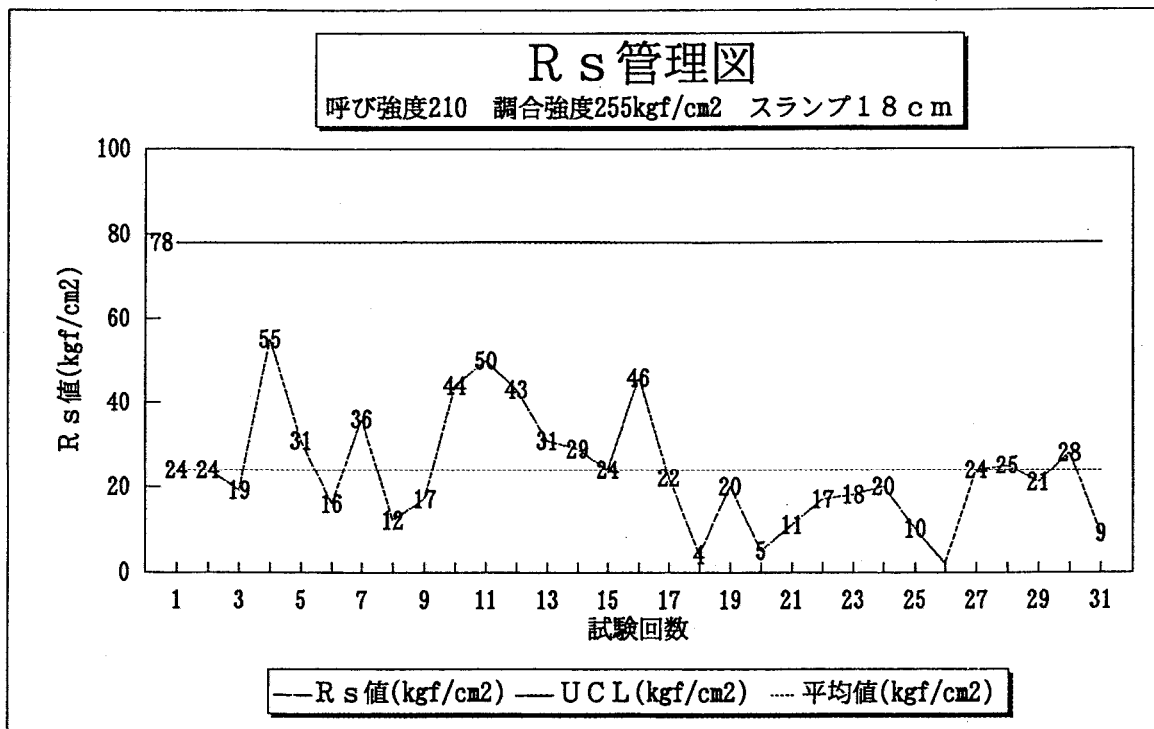


図8 呼び強度210・スランブ18cm に対する Rs 管理図

VI 考察

図3～5は「呼び強度」210・スランブ15 cmの「X-Rs-Rm 管理図」を示した。

図3のX管理図を見ると試験値の平均値は267 kgf/cm²であり、「呼び強度」210を圧縮強度で57 kgf/cm²、調合強度255 kgf/cm²を12 kgf/cm²上回っている。

図3では、各々の試験値は3σの上方管理限界線(UCL=332 kgf/cm²)、3σの下方管理限界線(LCL=201 kgf/cm²)の範囲内であり、圧縮強度はおおむね良好な管理状態におかれていると考えられる。

またRm、Rsの管理図から、1回の測定値の差が少し気にかかる(図4、図5)。骨材等の管理(含水率、比重の検査等)に、より一層気をつければ、Rsの測定値の差は、もう少し小さくなるのではないと思われる。

また、スランブ18 cmについては、スランブ15 cmより良好な管理状態を示している(図6～8)。

VII おわりに

今回調査した、舞鶴の生コン会社のコンクリートの品質管理状態はおおむね良好であった。強いていえば、スランブ15 cmのRsの測定値に多少の差が見られた。その原因としては、

- ① 3社のデータを合算して「Rs 管理図」を描いたため、1社のデータで「Rs 管理図」を作成するよりも、変動範囲が大きくなった。
- ② 骨材の管理(特に含水率)に問題がある。
- ③ データ数が必ずしも十分でない。

等が考えられる。

舞鶴では建築の躯体に使用されるコンクリートの数量が少ないため、まとまった数のデータを得るためには、調査対象年数を長期に設定(2～3年間)せざるを得ない事情がある。このことによって生じるRs値のバラツキも考慮に入れておかねばならないだろう。また、コンクリートの圧縮強度は、水セメント比が大きな要因をしめることは、一般的に知られていることである。生コン工場において、骨材の品質管理が十分でない場合も考えられ、これが水セメント比に影響を及ぼし、Rs値のバラツキが生じた可能性もある。

なお、全国生コンクリート協同組合では、平成7年4月1日からSI単位系を採用することによって、「呼び強度」が変更になっているが、この調査は平成7年4月1日以前の生コンについて行っているため、「呼び強度」および「圧縮強度」の表記については、従来ど

おり工学単位系を使用している。

本調査研究に際しては、平成6年3月本校卒業の田原茂樹(K・K佐光組)および江邊俊彰(デザオ建設K・K)両氏の献身的な協力を得、本校の角屋陸校長には、貴重な助言と暖かい激励をいただいた。また、データの提供については、舞鶴生コン協同組合の絶大な協力を得た。ここに付記して、深く感謝の意を表する次第である。

[参考文献]

- (1) 齊藤 彰：舞鶴地区のレディーミクストコンクリートに関する一考察、京都職業能力開発短期大学校紀要第8号、1994年3月、pp 7-14
- (2) 齊藤 彰：舞鶴周辺の建物の躯体工事に使用されたコンクリートに関する調査報告、職業能力開発報文誌第7巻第1号、1995年、pp 103-107
- (3) 全国生コンクリート工業連合会：生コン、1991年7月号、p 69
- (4) 建設業協会：コンクリートの品質管理、鹿島出版会、1979年6月、pp 75-91
- (5) 日本建築学会：コンクリートの品質管理指針・同解説、1991年10月、p 73
- (6) 加賀秀治：コンクリートの品質管理、井上書院、1980年6月、pp 118-120