

V-281

スランプ変動に及ぼす粗骨材の実積率の影響と碎石の生産時における 品質実態調査の一例

西日本工業大学 正会員 沼田晋一
東京大学 正会員 小沢一雅

1. はしがき

均等質のコンクリートを得ることは、構造物の安全度、経済性のみならず、構造物の複雑化等と施工の機械化・能率化及び熟練作業者の不足などから、最近特に重要視されている。安定した一定のスランプを得るには、骨材の表面水を含む計量水量を一定にし、骨材を一定範囲の粒度にすることが必要である。このため、細骨材については、粒度の範囲を満足するものを一定範囲の粗粒率におさめることが一般に行われるが、粗骨材については細骨材の粗粒率に相当する指標はまだ検討されていない。本研究は、配合割合の決定に用いられる単位粗骨材容積と細骨材率から求まる所要水量の式を用いて、粗骨材の実積率による所要水量の変動を解析し、細骨材の粗粒率の許容変動範囲が所要水量に及ぼす影響に見合うだけの粗骨材の実積率の変動範囲を求め、これを許容範囲と考えたものである。また、碎石工場の生産品の日内変動を調査した。

2. 粗骨材の実積率変動による所要水量の変化の解析的検討

コンクリートの配合を絶対容積(ℓ / m^3)で表し、空気量を $v_a(\%)$ 、単位粗骨材容積を $b/b_0(\%)$ 、粗骨材の実積率を $G_c(\%)$ で示すと、所定のスランプに対応する所要水量は次式で示される¹⁾。

$$w(\ell / m^3) = \frac{1}{1+c/w} \left[(1000-10v_a) - \frac{10(b/b_0)G_c}{100-s/a} \right] \quad (1)$$

いま、式(1)にて実積率が $\Delta G_c(\%)$ だけ変化した場合、所要水量が Δw と細骨材率が $\Delta(s/a)$ だけ変化するとすれば、次式を得る(ただし c/w 一定)。

$$\frac{\Delta w}{w} = - \frac{10(b/b_0) \left[1 + \frac{G_c}{100-s/a} \cdot \frac{\Delta(s/a)}{\Delta G_c} \right] \Delta G_c}{(100-s/a)(1000-10v_a) - 10(b/b_0)G_c} \quad (2)$$

$\Delta(s/a)/\Delta G_c (= \kappa)$ あるいは $\Delta w/\Delta G_c (= \lambda)$ の値は、既往の研究²⁾³⁾や示方書の碎石の代わりに砂利を用いる場合の配合割合の補正方法から、推定して求めることが出来る。これらの資料から求められる値は、 $\kappa = -(0.4 \sim 0.9)$ 、 $\lambda = -(1.4 \sim 3.3)$ 程度である。なお、JASS 5では、式(2)の代わりに半経験的に求めた簡略式が採用されている。式(2)は粗骨材の実積率が変化した場合の補正である。しかし粗骨材の実積率が変動する場合は、配合割合は変わらないので、スランプが変動することになる。いま、粗骨材の最大寸法20mmについて示方書のAE減水剤使用の概略値($w = 165 \text{ kg}/m^3$ 、 $v_a = 6.0\%$ 、 $s/a = 45\%$ 、 $b/b_0 = 62\%$)に対して、 $G_c = 60.3\%$ 、 $\kappa = -0.60$ あるいは $\lambda = -2.45$ として、式(2)を計算すると次のようになる。

$$\Delta w/w = -0.015 \Delta G_c \quad (3)$$

$\Delta G_c = +1\%$ の補正に伴う細骨材率の変化は、 $\Delta(s/a) = \kappa$ すなわち $s/a = 44.4\%$ となる。米国コンクリートマニュアルによると、『 $+1\% s/a$ の場合、 $+1\% w$ の補正を要する』とある。従って、配合割合を変えないで粗骨材の実積率のみが変動した場合は、次の式(4)の単位水量に相当するだけスランプが変動する。

$$\Delta w/w = -(0.015 + 0.006) \Delta G_c = -0.021 \Delta G_c \quad (4)$$

一方、細骨材の粗粒率が $FM = \pm 0.20$ 変化した場合の単位水量の変化は、 $\Delta w/w \leq 0.018$ 、スランプ換算1.5cm以下と推定されているので⁴⁾、これに見合う粗骨材の実積率の許容変動範囲は、 $\Delta G_c = \pm 0.86\%$ と

なる。また測定される実積率は、JISの試験方法によると、±0.5%の偏差すなわち実積率に換算すると±0.3%程度以内の誤差がある。しかし、骨材の比重が±0.02程度変動するときは、計算処理上、実積率の変動は0.75%程度と見込まれるので、測定誤差を加味した許容範囲は $\sqrt{(0.86)^2+0.75^2} = 1.14\%$ となる。これを安全側に処理して、ここでは、 $\Delta G_c = \pm 1.0\%$ とする。

3. 一日に生産される砕石2005の実積率の日内変動に関する調査例

本調査は、生コン工場のバッチ毎あるいは生コン車単位でのコンクリートのスランプ変動に対する粗骨材の品質変動の影響を調査するのを目的としたので、生産品の日内変動を把握するため、平成3年12月19日と27日と繰返して、1日の出荷時につき1~2時間間隔で4~5回試料を採取して調査した。試料採取の方法は、作業現場であることを考慮し、出荷のダンプに積入れた製品を荷台の上から表層付近をバケツに25kg程度ずつ採取し、1回の試料を50kg程度とした。ダンプへの製品積載は、骨材ビンからの自由落下であるため、表層付近は粗粒が多いと考えられる。

比重は、生産日時が変わると、0.02程度変動する角閃岩砕石(絶乾比重2.98程度)であったので、実積率を計算する場合は、試料採取日の絶乾比重を用いた。なお、吸水率は0.50%とほぼ一定であった。

表-1 試験結果

4. まとめ

スランプ変動に対する粗骨材の影響は、配合割合の選定論から、実積率を要因とするのが望ましく、次のことが言える。

(1) 実積率の許容変動範囲は±1.0%以内とするのが指標とみなされ、実態調査の結果から、これ以内に収めることは可能とみられる。

(2) しかし、比重のバラツキはスランプ変動に

対してかなりの影響を及ぼすので、このことも考慮しなければならない特殊なケースも存在する。

(3) 調査した砕石2005の粒度は、10mm及び15mmの量が相当にばらつき、FMは±0.20程度の変動を考慮しなければならない。これは、サンプリング誤差を含めてもかなり大きいので、粒群別の単粒度として供給すればこの問題は解決し、プラントでこれらを個別に計量した合成粒度の粗骨材の実積率の変動もさらに小さくなるであろう。本調査に協力頂いた西日本土木(株)及び大分県北生コン協組試験所の方々にお礼申し上げる。

引用文献・資料

- 1) 沼田・小沢：土木学会第46回年次講演会講演概要集 第5部, P586, 平成3年
- 2) 日本コンクリート会議「コンクリート砕石の品質規準作成に関する調査報告書」, p53,p58~59, S.44
- 3) 豊福俊泰：東京大学学位論文, p99, p113, S63.1
- 4) JCIコンクリートの製造システム研究委員会報告書, 平成4年5月

試料番号	採取日時	実積率 (%)	粒形判定実積率 (%)	ふるい通過百分率						粗粒率
				25mm	20	15	10	5	2.5	
1-1	13:30	54.7	55.4	100	96	78	13	1	0	6.90
1-2	14:30	55.7		100	97	86	29	2	0	6.72
1-3	15:30	55.3		100	96	71	16	1	0	6.87
1-4	16:30	55.7		100	96	82	35	3	1	6.65
1-5	17:30	56.0		100	96	76	18	1	0	6.85
1の平均	\bar{x} σ_{n-1}	55.5 0.50	-	100 0	96 0.4	79 5.7	22 9.4	2 0.9	-	6.80 0.11
2-1	10:00	56.1	55.6	100	93	62	20	2	1	6.84
2-2	12:00	56.2		100	97	72	16	2	1	6.84
2-3	13:00	56.1		100	96	86	21	3	1	6.79
2-4	14:00	56.6		100	97	83	26	2	1	6.74
2の平均	\bar{x} σ_{n-1}	56.2 0.23	-	100 0	96 1.9	74 7.4	21 4.1	2 0.5	1 0	6.80 0.05
総平均	$\bar{\bar{x}}$ σ_{n-1}	55.8 0.56	55.5 -	100 0	96 1.2	77 7.4	22 7.1	2 0.8	-	6.80 0.08

注) 試料2からふるい分けた単粒度砕石20~10mm, 10~5mmの実積率は、それぞれ56.2%, 53.1%であった。