

## コンクリートのスランプと最適配合の構成関係について

西日本工業大学 正会員 沼田晋一

同 上 学生員○早川正敏

同 上 鈴木義行

### 1. はしがき

コンクリート施工方法の発展により、RCCP、締固め不要コンクリートなどのように、多様なワーカビリティのコンクリートが要求されて、これらコンクリートの配合割合の選定方法は、それぞれ独自の手法が提案されている。一方土木学会RC示方書では、スランプ8cm程度のものに対して、また舗装コンクリートでは、スランプ2.5cm程度のものに対して、配合割合の標準が示されていて、その前後のスランプに対する補正方法が記述されている。この研究は、スランプ試験が適用される範囲内で、スランプが大幅に変化した場合の配合割合の変化挙動を調べ、単位水量 $W$ 、細骨材率 $s/a$ あるいは単位粗骨材容積 $b/b_0$ などの配合選定インデックスを考察し、多様な所要スランプのコンクリートに対する参考資料を提供するものである。

### 2. 使用材料及び実験方法

試し練りは、2切の可傾式ミキサで、1バッチ30ℓのコンクリートを造って行った。練りまぜ作業は、粗骨材1/2、細骨材1/2、セメント全量、細骨材1/2、粗骨材1/2の順序でミキサに投入し、30秒空練りを行い、次いで水1/2を投入して予備練り30秒、その後水の残量を投入して本練りを2分30秒実施した。細骨材は、あらかじめ表乾状態にして貯蔵したものを使用した。練上がったコンクリートは、直ちにスランプ、空気量（圧力法）、単位容積重量及び温度を測定した。また、スランプ測定時に、材料分離の傾向、コテ仕上げ性状などワーカビリティについて調査した。

配合選定の要領は、まずスランプ8cmのコンクリートの選定作業から開始し、土木学会の参考配合表に準拠して、単位水量・細骨材率などを推定し、単位水量一定として細骨材率 $s/a$ あるいは単位粗骨材容積 $b/b_0$ を6水準ほど変えたコンクリートを造り、スランプが最大となる付近でワーカビリティのよいものを選んだ。選定された第1次の配合は、スランプが所定の値と一致しないのが一般であるので、次いでこの配合の単位水量を計画した所定のスランプの範囲内になるよう、単位水量を補正して再度試し練りを行って、スランプ8cmのときの最適配合を求めた。次にその他の所要スランプに対しては、Popovicsの公式を用いて、順次単位水量の補正を行って、上記と同様の要領で配合を選定し、最適配合を求めた。

なお、水セメント比及び空気量はそれぞれ50%、 $4 \pm 1\%$ について試験を実施した。

Popovicsの所要水量の公式<sup>1)</sup>：

$$W_2 = W_1 \left( \frac{S_{L2}}{S_{L1}} \right)^n \quad \text{-----} \quad (1)$$

$n$  : コンステツシ-機器定数(約1/10)  
 $W_2$  : スランプ $S_{L2}$ に対応する単位水量  
 $W_1$  : スランプ $S_{L1}$ のときの単位水量

表-1 使用材料及品質

|        |                |                                         |
|--------|----------------|-----------------------------------------|
| セメント : | 普通セメント(麻生社)    | 比重3.14, 粉末度3350cm <sup>2</sup> /g       |
| 細骨材 :  | 北九州沖の海砂        | 比重2.54, 吸水率1.14%, FM2.71, 0.017% Cℓ     |
| 粗骨材 :  | 砕石2005(門司産硬砂岩) | 比重2.71, 吸水率0.49%, 実積率58.3%, FM6.62      |
| 混和剤 :  | AE減水剤(WRA)     | デュボールEX20(オキシカルボン酸系); 補助AE剤 AE-200(AEA) |

### 3. 試験結果

得られた最適配合の試験結果を表-2に示す。

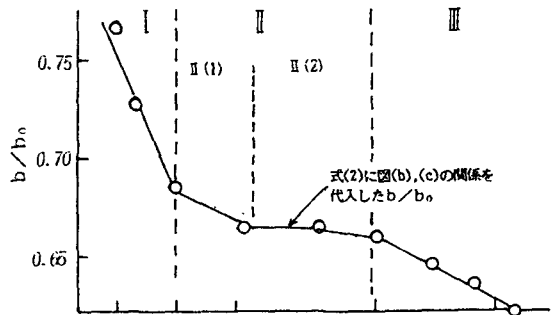
スランプ5cm以下の場合、スランプ最大の細骨材率が最適配合となった。また、スランプ24cmのコンクリートは、使用した材料の範囲では、造ることができなかった。

表-2 決定した最適配合の一覧

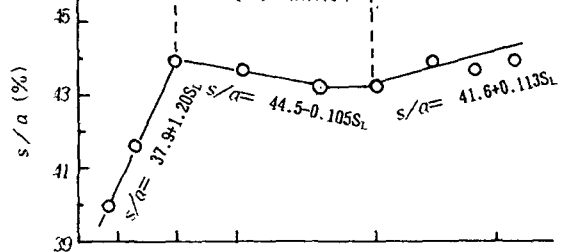
| スラブの<br>範囲<br>(cm) | 空気量<br>の範囲<br>(%) | 水セメント<br>比<br>W/C<br>(%) | 細骨材率<br>$s/a$<br>(%) | 単位粗骨<br>材容積<br>$b/b_0$ | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | 混和剤* |     | 測定結果        |            |            |
|--------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|-----|-----|------|------|-----|-------------|------------|------------|
|                    |                   |                          |                      |                        | W                        | C   | S   | G    |      |     | スラブ<br>(cm) | 空気量<br>(%) | 温度<br>(°C) |
|                    |                   |                          |                      |                        |                          |     |     |      | WRA  | AEA |             |            |            |
| 1.5                | 4±1               | 50                       | 39.5                 | 0.786                  | 135                      | 270 | 742 | 1211 | 24.3 | 0.4 | 1.6         | 4.1        | 15         |
| 2.5                |                   |                          | 41.6                 | 0.727                  | 143                      | 286 | 767 | 1149 | 25.8 | 0.3 | 2.8         | 4.3        | 16         |
| 5.0                |                   |                          | 43.9                 | 0.686                  | 151                      | 302 | 795 | 1084 | 27.0 | 0.3 | 4.9         | 3.3        | 17         |
| 8.0                |                   |                          | 43.8                 | 0.665                  | 165                      | 330 | 767 | 1051 | 29.7 | 0.4 | 8.3         | 3.7        | 17         |
| 12.0±1             |                   |                          | 43.2                 | 0.665                  | 169                      | 338 | 749 | 1051 | 30.3 | 0.4 | 12.2        | 4.3        | 16         |
| 15.0               |                   |                          | 43.2                 | 0.660                  | 172                      | 344 | 744 | 1043 | 31.0 | 0.4 | 15.1        | 3.7        | 22         |
| 18.0               |                   |                          | 43.9                 | 0.646                  | 176                      | 352 | 749 | 1022 | 31.8 | 0.4 | 17.9        | 3.8        | 18         |
| 21.0               |                   |                          | 43.7                 | 0.636                  | 184                      | 368 | 732 | 1005 | 33.0 | 0.4 | 20.0        | 3.6        | 19         |
| 22.0               |                   |                          | 44.1                 | 0.623                  | 190                      | 380 | 726 | 984  | 34.2 | 0.5 | 22.0        | 4.3        | 18         |

\*) 原液の量をcc/m<sup>3</sup>で示す

(a) 単位粗骨材容積



(b) 細骨材率



(c) 単位水量

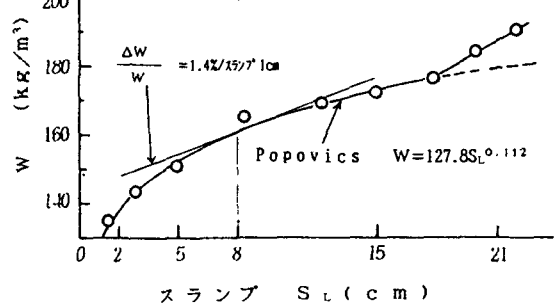


図-1 スラブと配合指標の関係

## 4. 結果の考察及びまとめ

試験結果から、スラブの変化が配合割合の指標である単位水量 $W$ 、細骨材率 $s/a$ 及び単位粗骨材容積 $b/b_0$ にどのように関係するか、図-1に示す。

図-1(b)には、スラブ $S_L$ と $s/a$ の間に4つの直線関係があるとして、式(2)<sup>2)</sup>にこの関係を図-1(c)の単位水量 $W$ の関係式を代入して、図-1(a)の $b/b_0$ の関係直線を求めた。

この結果には、空気量のばらつきが直線関係にいく分か影響している。

$$b/b_0 = (1 - s/a) \{1 - w(1 + c/w)\} / G_c \quad (2)$$

図示のように、スラブと配合割合の構成特性は、領域Ⅰ、Ⅱ及びⅢの3つに区分できる。また、領域Ⅱは(1)と(2)に分けられる。

領域Ⅰは所謂『硬練りコンクリート』、領域Ⅱは『プラスチックコンクリート』、領域Ⅲは『軟練りコンクリート』である。領域Ⅱ(1)は、領域Ⅰの単位水量などの急激な変化領域に対応した遷移区間であろう。しかし、単位粗骨材容積 $b/b_0$ 一定の法則は領域Ⅱでは、成立するとみなしてよい。RC示方書に示される細骨材率 $s/a$ 一定の補正則は、この領域で厳密には成立しないが、配合補正には近似的に妥当である。

スラブ5cm程度以下の領域Ⅰでは、いずれの指標も急変している。

スラブ15cm程度以上の領域Ⅲでは、JASS 5に示される構成関係が認められる。

Popovicsの所要水量公式は、スラブ18cm程度以下で有効である。これ以上のスラブの領域Ⅲでは、粗骨材がモルタル成分から分離する傾向が強いため、この公式が成立しないとみられる。

参考資料 1) S.Popovics : Betonstein-Zeitung, S.684~692, Heft12, 1966

2) 沼田晋一, 徳光善治 : 第4回コンクリート工学年次講演会講演論文集, pp113~116, 1982