

## 炭酸カルシウム微粉末を用いた高流動コンクリートの簡易な配合選定に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○松本修治  
 鹿島建設(株) 正会員 渡邊賢三  
 鹿島建設(株) 正会員 坂井吾郎  
 鹿島建設(株) フェロー会員 坂田 昇

## 1. はじめに

締固めを行わない自己充填型の高流動コンクリートは、1986年に当時、東京大学の岡村甫先生が提唱され、ハイパフォーマンスコンクリートと命名された。この技術は、岡村先生が、コンクリートの品質が作業員に寄らずに、打ち込んだコンクリートが常に所定の品質が得られるように考案されたものであるが、当時は時代が追いついておらず、あまり普及しなかった。現在では、土木学会においてコンクリート標準示方書や高流動コンクリートの配合設計・施工指針に掲載されるほど、一般的な技術となっているが、未だに高密度配筋部など、特殊な部位に使われるに留まっているのが実状である。一方で、最近では、省人化、省力化の観点から高流動コンクリートの活用が見直されている。ここでは、炭酸カルシウム微粉末を用いた併用系高流動コンクリートの簡易な配合選定方法について述べる。

## 2. 併用系高流動コンクリートの簡易な配合選定方法

岡村らが提唱し、そのプロトタイプとして、小澤らが示した高流動コンクリートの配合<sup>2)</sup>は、セメントをベースとして、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、膨張材を混入して、単位粉体量を505kg/m<sup>3</sup>と多くして、高性能減水剤を比較的多量に添加することで、流動性と材料分離抵抗性を付与したものである。この粉体には、セメントと同程度の粉末度のものであれば、様々なものを使うことが可能である。そこで、筆者らは、このことを参考にして、セメント以外の粉体すべてに、セメントとほぼ粉末度が同じである炭酸カルシウムの微粉末を用いた高流動コンクリートを考案し<sup>3)</sup>、炭酸カルシウム微粉末を用いた併用系高流動コンクリート<sup>4)5)6)</sup>は、今までに30万m<sup>3</sup>以上の施工実績を有する。高流動コンクリートの配合設計は、土木学会「高流動コンクリートの配合設計・施工指針[2012年版]」の解説図5.1.1に示されているように、配合条件設定過程を経て、配合検討過程において、使用材料を設定し、初期配合として、粗骨材の最大寸法、単位粗骨材量、モルタル配合を設定することになっている。ここで、モルタル配合は、一般に、指針の5.3.2~5.3.9までの多くのプロセスを経て選定される。筆者らは、自己充填ランク1~3の高流動コンクリートの配合を通常コンクリート配合から簡易に選定できる方法を提案する。

ここでは、表-1の材料を用いた表-2のNo.1に示す目

表-1 使用材料

| 使用材料       | 記号  | 摘要  |
|------------|-----|---|
| セメント       | C   | 普通ポルトランドセメント<br>(比重3.16, 比表面積3,790cm <sup>2</sup> /g) |
| 炭酸カルシウム微粉末 | LP  | 石灰石微粉末<br>(比重2.70, 比表面積3210cm <sup>2</sup> /g)        |
| 水          | W   | 水道水   |
| 細骨材        | S   | 川砂<br>(比重2.57, F.M.2.62, 吸水率1.53%)                    |
| 粗骨材        | G   | 碎石(比重2.65, Gmax20mm, F.M.6.65, 実積率60.1%)              |
| AE剤        | AD  | リグニルスルホン酸塩<br>ポリカルボン酸塩系化合物                            |
| 高性能減水剤     | SP  | β-ナフタリンスルホン酸カルシウム+反応性高分子                              |
| 増粘剤        | VIS | ウェランガム  |

表-2 コンクリートの配合

| No. | Gmax (mm) | SL・SF (cm) | W/C (%) | W/P (%) | Gvol (L/m <sup>3</sup> ) | 単体量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |     | AD (C×%) | SP (P×%) | VIS (W×%) |
|-----|-----------|------------|---------|---------|--------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|----------|-----------|
|     |           |            |         |         |                          | W                        | C   | LP  | S   | G   |          |          |           |
| 1   | 20        | 12         | 52.9    | 52.9    | 371                      | 175                      | 331 | -   | 794 | 984 | 1.0      | -        | -         |
| 2   | 20        | 65         | 52.9    | 32.0    | 331                      | 175                      | 331 | 216 | 691 | 878 | -        | 1.5      | 0.05      |

キーワード 高流動コンクリート, 炭酸カルシウム微粉末, 配合選定

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

|           | 水   | セメント | 細骨材                              | 粗骨材                              |
|-----------|-----|------|----------------------------------|----------------------------------|
| 通常のコンクリート | 175 | 331  | 103<br>40L/m <sup>3</sup><br>794 | 106<br>40L/m <sup>3</sup><br>984 |
| 高流動コンクリート | 175 | 331  | 216<br>80L<br>691                | 878                              |

炭酸カルシウム微粉末

図-1 コンクリートの配合の模式図

標スランプ 12cm のコンクリートを対象とした。その配合は、単位水量 175kg/m<sup>3</sup>、単位セメント量 331kg/m<sup>3</sup>、水セメント比 52.9%であり、ごく一般的な通常のコン

クリートである。岡村らが提唱した高流動コンクリートは、粉体系あるいは併用系であり、そのコンセプトは耐久性の観点から単位水量を増やすことなく、かつ粗骨材が分離しないように高い材料分離抵抗性を有して自己充填性を付与するものである。高い充填性を付与するためには、単位粗骨材量をできるだけ少なくすることが効果的であり、また、高い材料分離抵抗性を付与するためには、粉体量を多くして、粘性を上げることが効果的である。そこで、**図-1** に示すように、通常のコンクリートの粗骨材の一部を炭酸カルシウム微粉末とする方法によって、前述を同時に成立させることができる。例えば、**表-2** の No.1 の通常のコンクリートの単位細骨材量 794kg/m<sup>3</sup>(265ℓ/m<sup>3</sup>)、単位粗骨材量 984kg/m<sup>3</sup>(371ℓ/m<sup>3</sup>)のうち、それぞれから 40ℓ/m<sup>3</sup> ずつの計 80ℓ/m<sup>3</sup> 分を炭酸カルシウム微粉末に変えることで、**表-2** の No.2 の配合となり、単位粉体量は、単位セメント量 331 kg/m<sup>3</sup> に、炭酸カルシウム微粉末 216kg/m<sup>3</sup>(80ℓ/m<sup>3</sup>)が加わり、547 kg/m<sup>3</sup> となる。また、その結果、単位粗骨材量は 878kg/m<sup>3</sup>(331ℓ/m<sup>3</sup>)となる。粉体が増えることによって、コンクリートの流動性は大幅に低下するが、高性能 AE 減水剤を添加することで、スランプフロー 65cm 程度にできるため、自己充填性を有するコンクリートが作れる。**表-2** の No.2 の高流動コンクリートは、多くの施工実績がある配合<sup>4)</sup>であり、自己充填性のランク 2 を確保できるものである。単位細骨材量および単位粗骨材量を減らし、その分を炭酸カルシウム微粉末とする方法を用いれば、その増減で、自己充填性のランクを 1~3 の間でコントロールできる。その目安としては、**表-3** に示す自己充填性のランクに応じた単位粉体量、単位粗骨材量であり、その量になるように通常のコンクリートの単位細骨材量および単位粗骨材量を減らしその分だけ炭酸カルシウム微粉末を加えて、高性能 AE 減水剤の添加量を調整することで所定のスランプフローにすれば、簡単に高流動コンクリートの配合を選定できる。ただし、過去の経験から、単位水量 165kg/m<sup>3</sup> 以上の通常のコンクリートの配合を対象とすることが望ましい。また、炭酸カルシウム微粉末<sup>7)</sup>は、高炉スラグ微粉末やフライアッシュを添加した場合の水和熱の増加や、フライアッシュの未燃カーボンによる空気連行剤の効き目を阻害する作用がほとんどない。そのため、この簡易な配合選定方法は、高い自己充填性、品質安定性が求められ、炭酸カルシウム微粉末を多量に使用する併用系高流動コンクリートに有効である。

#### 4. おわりに

通常のコンクリートの配合の細骨材および粗骨材の一部を炭酸カルシウム微粉末に置き換えることで、簡単に高流動コンクリートの配合を選定できることを示した。

#### 参考文献

- 岡村甫：新しいコンクリート材料への期待、セメント・コンクリート、No.475、1986.9
- 小澤一雅ら：ハイパフォーマンスコンクリートーコンクリート構造物の信頼性向上に最も有効な材料ー、土木学会誌、1989.4
- 坂田昇ら：高流動コンクリートの充填性に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.12、No.1、1990
- 坂田昇ら：増粘剤ウェランガムがフレッシュコンクリートの自己充填性に及ぼす影響、土木学会論文集、No.538/V-31、1996.5
- 青柳隆浩ら：高流動コンクリートを用いた MMST 中詰めコンクリートの施工、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、2000
- 坂田昇ら：流動性を安定するウェランガム、その効果に期待、コンクリートテクノ、Vol.27、No.2、2008.2
- 石灰石鉱業協会：石灰石骨材とコンクリート、増補・改訂版、pp.51-55、2012.3