

## 炭酸カルシウム微粉末を用いた高流動コンクリートの配合選定方法の比較

鹿島建設(株)	正会員	○林 大介
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<sup>1)</sup>し、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（以降、指針）に掲載されるほど、一般的な技術となっている。ここでは、筆者らが開発した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>2)3)4)5)</sup>について、高流動コンクリートの配合設計・施工指針に従って配合選定した場合と簡易な方法<sup>6)</sup>で配合選定した場合について比較する。

## 2. 併用系高流動コンクリートの配合選定

## 2.1 高流動コンクリートの指針に従った場合

併用系高流動コンクリートの配合設計は、図-1（指針の解説図 5.1.1）に示すように、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。指針に従って 5.3.1～5.3.9 までの多くのプロセスを経て選定すると指針の解説表 5.4.2 で用いられている材料条件においては表-1 に示すような併用系高流動コンクリートの配合となる。配合条件設定では、自己充填性のランク 2 を対象とし、スランプフロー 650mm、V 漏斗流下時間 10 秒を目標値の目安から設定した。単位粗骨材量は、標準値の範囲から 330 l/m<sup>3</sup>とした。また、指針の解説図 5.3.3 から V 漏斗の流下時間を満たしかつ耐久性を考慮して、単位水量を 175kg/m<sup>3</sup>、水粉体容積比は 95%とし、単位粉体容積は 184 l/m<sup>3</sup>とした。水結合材比は、一般的な RC 構造物に求められる W/C 50～55%の

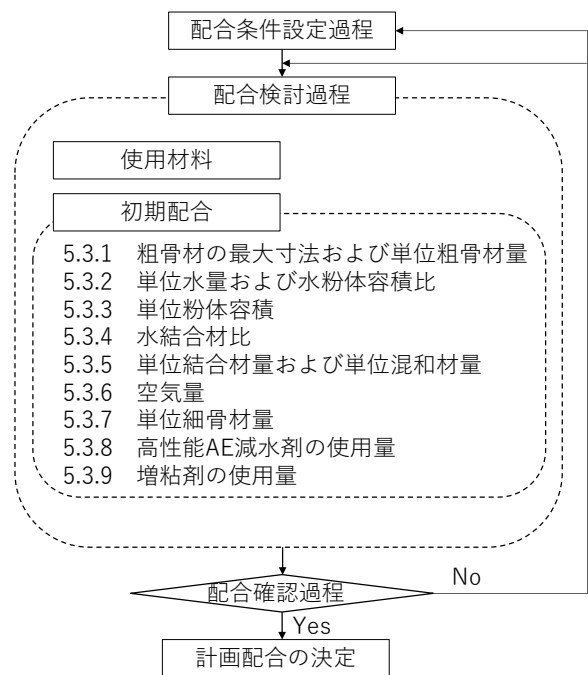


図-1 併用系高流動コンクリートの指針における配合設計フロー

表-1 指針に従って選定した併用系高流動コンクリートの配合

Gmax (mm)	SF (cm)	W/C (%)	W/P (%)	Gvol (L/m <sup>3</sup> )	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					SP (P×%)	VIS (W×%)
					W	C	LP	S	G		
20	65	53.0	32.1	330	175	330	216	687	891	2.2	0.05

W:水道水, C:普通ポルトランドセメント(比重 3.15, 比表面積 3,270cm<sup>2</sup>/g), LP:炭酸カルシウム微粉末(比重 2.70, 比表面積 3110 cm<sup>2</sup>/g), S:山砂(比重 2.59, F.M.2.61), G:石灰砕石(比重 2.70, Gmax20mm, F.M.6.56), SP:高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系化合物)  
VIS:増粘剤(ウェランガム)

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

表-2 簡易な方法で用いるコンクリートの配合<sup>6)</sup>

No.	Gmax (mm)	SL・SF (cm)	W/C (%)	W/P (%)	Gvol (L/m <sup>3</sup> )	単位量 (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

W:水道水, C:普通ポルトランドセメント(比重 3.16, 比表面積 3,790cm<sup>2</sup>/g), LP:炭酸カルシウム微粉末(比重 2.70, 比表面積 3210 cm<sup>2</sup>/g), S:川砂(比重 2.57, F.M.2.62, 吸水率 1.53%), G:碎石(比重 2.65, Gmax20mm, F.M.6.65, 実積率 60.1%), AD:AE 剤(リグニンスルホン酸塩ポリアルカルボン酸塩系化合物), SP:高性能減水剤( $\beta$ -ナフタリンスルホン酸カルシウム+反応性高分子), VIS:増粘剤(ウエランガム)

中心値付近となる 53%とし, 単位結合材量は 330 kg/m<sup>3</sup> (104 l/m<sup>3</sup>) とした. 単位混和材量は, 単位粉体容積から単位結合材容積を差し引いて 80 l/m<sup>3</sup> (216 kg/m<sup>3</sup>) とした. 空気量は標準の 4.5%とし, 単位細骨材量は 1m<sup>3</sup> の容積から空気量を含むすべての材料の容積を差し引いて 266 l/m<sup>3</sup> (684 kg/m<sup>3</sup>) とした. その他使用量は, 指針の解説図 5.3.5 からスランプフロー650mm となる高性能 AE 減水剤の添加率として P×2.2%, 増粘剤は標準値の W×0.05%とした.

## 2.2 簡易な方法による場合

目標スランプ 12cm の通常のコンクリートの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, 簡易に高い流動性と材料分離抵抗性を同時に成立させることができる<sup>6)</sup>. 例えば, 2.1 に示す配合条件設定と同じとした場合, 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 40 l/m<sup>3</sup> ずつの計 80 l/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<sup>3)</sup> 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>(80 l/m<sup>3</sup>)が加わり, 547 kg/m<sup>3</sup> となる. この簡易な方法は, 図-2 に示すような配合設計フローとなる. また, その結果, 単位粗骨材量は 878kg/m<sup>3</sup>(331 l/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 減水剤を適切な添加することで, 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. なお, 表-1 の配合と表-2 の No.2 の配合で高性能 AE 減水剤の添加率が異なるのは, 使用材料が異なるためである.

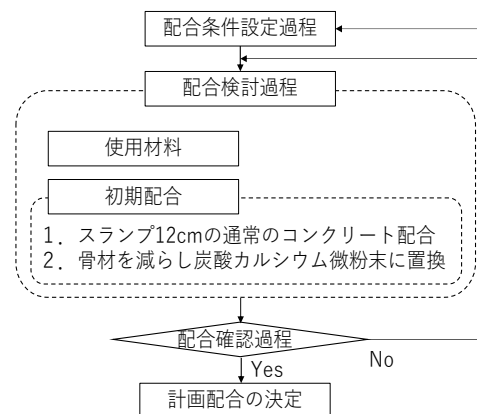


図-2 併用系高流動コンクリートの簡易な方法による配合設計フロー

## 3. 高流動コンクリートの配合の比較

表-1 と既往の文献<sup>3)</sup>にある表-2 の No.2 の配合を比較すると, ほぼ同じ高流動コンクリートの配合であることが確認できる. 配合条件設定が同じであれば, 炭酸カルシウム微粉末を骨材の一部と置き換えることで, 指針に従って選定したものと同程度の配合を簡易に選定することができる. なお, 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することもできる.

## 4. おわりに

通常のコンクリートの配合から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簡易な方法により選定した高流動コンクリートの配合は, 指針に従って選定した配合と同程度になることが示せた.

### 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.
- 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: 増粘剤ウエ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エランガム, その効果に期待, コンクリートテクノ, Vol.27, No.2, 2008.2.
- 松本修治ら: 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, 土木学会学術年次講演会論文, 2022.