

## 参考資料 CFT 造コンクリートの調合選定方法の例及び調合例

「CFT 造技術基準・同解説並びにこの運用及び計算例等解説」編集委員会

### 1. はじめに

本資料は、CFT 造コンクリートの調合選定について、これまでの知見及び実績並びに工学的判断を加え作成した資料である。このため、本資料は建築主事又は確認検査員が調合について判断する際の大まかな目安となる参考資料として位置づけられる。したがって、あくまでも参考資料であり、この資料により、指導が厳しくなっても、また、緩くなっても好ましくない。

この背景と今後の対応について、以下の通り示す。

コンクリートの1回の打設高さは、数メートルから数十メートルになる。鋼管の内ダイヤフラムの形状及び配置が多岐にわたる。コンクリートの調合選定方法及びコンクリートの打設方法が多岐にわたる。これらの条件が複合する全ての場合に対して、調合を定めることは、現段階では難しい。

「 」で示す事項に加え、コンクリートの調合設計が同じ場合であっても、地域によっては骨材の品質や生コン工場の品質管理方法などが異なり、これによりコンクリートの品質も異なることが想定される。これらの事項を全て包括するような施工実験の実施は、現実的ではなく、未だ全てが確認されていないのが現状である。

新都市ハウジング協会「CFT 造技術指針・同解説」(以下、新都市 CFT 指針という)による調合方法は、施工計画の審査を付加することで、特殊な場合を除き包括されてきたと認識しているが、コンクリートの打設方法及び構造詳細(主にダイヤフラム廻り)に応じて、緩和の方向で検討されて良い場合もある。

また、建物の規模・用途に応じて、施工品質の精度を確保する考え方もある。

今後、建築行政会議等で、修正されて行くことが望まれる。

### 2. 調合選定方法の例

CFT 造コンクリートの調合設計において特に留意を要する規定(H14 国交告第 464 号及び平 13 国交告第 1024 号)を表 1 に示す。これらの規定を適用除外とするためのコンクリート調合選定方法の例を表 2 に示す。なお、これらの調合はいずれも H14 国交告第 464 号第 2 第 1 項及び第 3 の規定も満たすものである。

**表1 CFT 造コンクリートの調合設計において特に留意を要する規定**

(平成 14 年国土交通省告示第 464 号及び平 13 年国土交通省告示第 1024 号)

告示第 464 号第 4 第一号	打込み高さ 8m を超える場合のコンクリートが密実に、かつすき間なく充填されるための要件
告示第 464 号第 4 第二号	水抜き孔の設置を告示の規定によらない場合の「高い流動性を有するコンクリートの使用その他の有効な打継ぎ部分に空隙等の構造耐力上支障のある欠陥が生じないための措置」の要件
告示第 464 号第 9 第二号	内ダイヤフラム等にする場合に使用する「高い流動性を有するコンクリート」又はただし書きにおけるこれと同等以上に有効なコンクリートが密実に、かつ、すき間なく充填されるための措置の要件
告示第 1024 号第十イ表	鋼管への充填の状況を考慮した強度試験によりコンクリート強度を確認する場合、若しくはこれによらず落とし込み充填工法又は圧入工法によった場合の要件

従来は、原則として新都市 CFT 指針(表 3 参照)によっていたが、表 2 は、表 1 に掲げる規定に応じて、それぞれに要求される性能を鑑み、従来の調合選定条件を一律に規定することなく、緩和できると考えられるものを例示しているので参考にされたい。

なお、ここに示したのは一例であり、それぞれの規定を満足していることが確かめられた場合は、その調合方法によってもよい。

ただし、以下の事項に留意することが必要である。

コンクリートが均質・密実に、かつ、隙間なく充填されること及びコンクリートが必要な強度となることを保証できる調合選定方法とする必要がある。特に、過大なブリーディングの影響による、打設方向上部におけるコンクリート強度の低下及び沈降には十分注意する必要がある。

ブリーディング抑制の一般的な手段として、セメント量を多く(水セメント比又は水結合材比を小さく)する調合選定が行われている。

打設高さが 4m 程度では、JASS5 に準拠した調合で良いと考えられるが、打設高さが 8m に近づくに従い、ブリーディング量を順次少なくしていくことが必要である。

1 回に打ち込む高さを 8m 以下とし、これを繰り返すことによって高層(例えば 31m 以上)建物を施工できる。この場合、1 回に打ち込む高さが 8m であっても調合の選定を安易に行えば上下方向に強度差が生じ、特に下層階において、構造性能上好ましくないことになる可能性がある。

このため、「表3 調合例」に示す(社)新都市ハウジング協会が行ってきた CFT 構造施工計画審査における調合例を見てもわかるように、水セメント比は設計基準強度が小さい場合であっても 40%以下とする例が多い。従って、前述の危惧を避けるため 1 回に打ち込む高さが 8m 以下であっても、ブリーディングによる高さ方向の強度差が生じない水セメント比を選定する必要がある。

鋼管の内側にダイアフラムがある場合は、ダイアフラム下部の空隙の発生及びコンクリートの強度低下が報告されている文献もあり、落とし込み工法(鋼管内部からの締め固めを併用する場合)による場合を除き、高い流動性を有するコンクリートの調合を選定する又は新都市 CFT 指針に準拠して調合を選定することが望ましい。

表2 設計・施工の諸条件に対応したコンクリート調合の選定例

相互拘束効果	打込み高さ	落とし込み工法		圧入工法	
		外ダイアフラム	内ダイアフラム 通しダイアフラム	外ダイアフラム	内ダイアフラム 通しダイアフラム
考慮なし	8m以下	A	A	A	B
	8m以下の繰り返しによる高層建物下層階	B	B	B	B
	8m超え	C	D	C	E
考慮する	8m以下	B	B	E	E
	8m以下の繰り返しによる高層建物下層階	D	E		
	8m超え	D	E		

注) 記号はそれぞれ次のコンクリートの調合方法を示す。本表は例示であり、それぞれの条件において所定の性能を有することが確かめられたコンクリートの調合である場合は、その調合によってもよい。

A : a.の普通コンクリートあるいは b.の高強度コンクリートを選定することも可能である。

B : c.の高い流動性を有するコンクリート又は d.の新都市 CFT 指針とする。

C : b.の高強度コンクリート又は d.の新都市 CFT 指針とする。

D : b.の高強度コンクリートかつ d.の新都市 CFT 指針を満足する必要がある。

E : c.の高い流動性を有するコンクリートかつ d.の新都市 CFT 指針を満足する必要がある。

a. JASS 5 普通コンクリート：

スランプ（最大値は 21cm）で規定されるコンクリートであり、設計基準強度の最大値は  $36\text{N/mm}^2$  である。

普通コンクリートの場合は、充填性確保のためバイブレーターによる締め固めが必要となる。また、JASS5 では調合上の単位水量は  $185\text{kg/m}^3$  まで認められており、充填後のブリーディングによる未充填部の発生に留意する必要がある。

b. JASS 5 高強度コンクリート：

設計基準強度が  $36\text{N/mm}^2$  を超えるコンクリートである。ワーカビリティは、設計基準強度が  $36\text{N/mm}^2$  を超え  $50\text{N/mm}^2$  未満の場合は、スランプ 21cm 以下、設計基準強度が  $50\text{N/mm}^2$  以上  $60\text{N/mm}^2$  以下の場合は、スランプ 23cm 以下又はスランプフロー 50cm 以下が標準である。

高強度コンクリートの場合は、スランプ管理となる場合、普通コンクリートと同様にバイブレーターによる締め固めが必要になる。スランプフロー管理となる高強度コンクリートを圧入施工に用いる場合は、鋼管内部での閉塞の可能性が考えられることから圧入高さをあまり高くしないことが望まれる。高強度コンクリートは、圧入工法よりも落とし込み充填工法に適していると言える。

c. 高い流動性を有するコンクリート（= JASS 5 高流動コンクリートなど）：

設計基準強度に関する規定はないが、標準養生したコンクリートの材齢 28 日における強度は  $25\text{N/mm}^2$  以上となっている。ワーカビリティは、スランプフローで表し 50cm 以上 70cm 以下である。また、特に材料分離抵抗性の確保を規定している。

高流動コンクリートの場合は、その高い流動性と優れた材料分離抵抗性を合わせ持つことから、鋼管内部を密実に隙間なく充填するのに適したコンクリートであり、落とし込み充填工法、圧入工法のどちらにも適用できる。また、設計基準強度が大きい場合は、高強度・高流動コンクリートとして適用することも可能である。

d. 新都市 CFT 指針（表 - 2 参照）：

新都市 CFT 指針では、ワーカビリティの選択において上記 3 種類のコンクリートを使い分けることができる。ただし、充填コンクリートとして、鋼管内部を密実に隙間なく充填するために極めて重要な性能であるブリーディング量、沈降量の規定を設けている。

コンクリート種類としては、高い流動性を有するコンクリート（= 高流動コンクリート）とすることが圧倒的である。新都市 CFT 指針による場合は、充填性の確保において最も信頼性におけるコンクリートと言える。

なお、落とし込み充填工法でバイブレーターを使用して締固める場合、バイブレータ

ーによってコンクリートは液状化することから、この場合は、結果的に高い流動性を有するコンクリートとして位置づけられる。ただし、材料分離抵抗性とブリーディングに留意する必要がある。

また、現場において化学混和剤（主に、流動化剤、高性能 AE 減水剤）を添加し、流動性を確保する方法もあるが、この場合は、材料分離抵抗性に留意する必要がある。

### 3. 調合例

(社)新都市ハウジング協会では旧建築基準法第 38 条に基づき実施してきた CFT 構造施工計画審査における調合例を表 3 に示す。

表3 調合例

施工方法	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )	呼び強度 (N/mm <sup>2</sup> )	スラフ厚 (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (S/a) (%)	単位水量 (kg/m <sup>3</sup> )	単位セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	セメント種類
落とし込み	27	30	55	3.0	42.0	50.3	165	393	BB
	33	36	55	3.0	41.0	50.1	165	402	BB
	36	39	55	3.0	39.0	49.5	165	423	BB
	42	48	55	3.0	35.0	48.3	165	471	BB
	36	39	60	3.0	36.6	52.5	165	450	BB
	36	39	55	2.0	40.0	49.0	165	413	M
圧入	36	46	60	3.0	37.8	49.4	170	450	BB
	42	55	65	3.0	36.0	53.4	175	486	BB
	45	58	60	4.0	34.0	49.9	165	486	N
	48	58	65	2.0	32.5	50.6	170	523	BB
	60	75	65	2.0	30.0	51.9	165	550	L

- 注) ・水セメント比は、設計基準強度が小さい場合でも 40%以下とする例が多い。  
 ・セメント記号は下記の通りである。  
     N：普通ポルトランドセメント                      BB：高炉セメント B 種  
     M：中庸熱ポルトランドセメント                  L：低熱ポルトランドセメント  
 ・混和剤は、上記の調合例では全てで高性能 AE 減水剤を使用。使用量は、外気温（コンクリート温度）、骨材品質（粒度分布）などによって異なるため具体的な数値は省略した。  
 ・単位水量は、設計基準強度に係わらず 165～175kg/m<sup>3</sup>とする例が多い。  
 ・骨材量は、比重などによって異なるため省略した。  
 ・細骨材率は、50%前後とする例が多い。