H20年度 JCI四国支部 コンクリート教育助成 報告

平成21年5月22日

高強度・高流動コンクリートコンペ

高松工業高等専門学校

建設環境工学科

水越 睦視

◆ 対象学年

本科 建設環境工学科 3年生、43名（男子35名、女子8名）

◆ 対象科目

材料工学（水曜日、5，6時限目）---- 講義

実験実習Ⅲ（水曜日、7，8時限目）---- 実験

◆ 実施時期

平成20年10月8日～12月24日

◆ 実験実習Ⅲ 年間予定

回数	月/日	Aグループ（1～4）	Bグループ（5～8）	時限
1	4/9	・ 実験実習のガイダンス（内容、目的、年間計画）		8
2	4/16	・ 実験実習のガイダンス（主な試験機器の見学・概略説明、混和剤効果の体験）		7,8
3	4/23	・セメントの強さ試験（フロー測定、供試体作成）		7,8
		普通ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント	
4	4/30	・7日強度（1,2班） ・骨材の密度・吸水率（3,4班）	・7日強度（5,6班） ・骨材の密度・吸水率（7,8班）	7,8
5	5/7	・骨材の採取方法・粒度分布		7,8
6	5/14	・骨材の単位容積質量、実績率、表面水率		7,8
7	5/21	・28日強度（3,4班） ・骨材の密度・吸水率（1,2班）	・28日強度（7,8班） ・骨材の密度・吸水率（5,6班）	7,8
8	5/28	・データ整理（曲げ・圧縮強度と材齢、積算温度の関係）		7,8
9	6/18	・コンクリート試験の説明（スランプ、空気量） ・配合設計：W/C=40％（1,2班）、W/C=47％（3,4班） W/C=55％（5,6班）、W/C=65％（7,8班）		7,8
10	6/25	・暫定配合の試験（練混ぜ、スランプ試験、空気量試験） ・試験結果まとめ → 配合修正		7,8
11	7/2	・修正配合の試験（練混ぜ、スランプ試験、空気量試験）		7,8
12	7/9	・供試体採取（各班3本=各配合6本）→ 試験結果まとめ		7,8
13	7/16	・7日強度（圧縮・静弾性係数、割裂）→ 示方配合の決定		7,8
14	9/3	・現場見学会（建設工事現場）		5,6 7,8
15	9/10(学試)	・Ec測定（1～4班）、SFRC曲げ供試体作製（5～8班）		8
16	9/17	・Ec測定（5～8班）、SFRC曲げ供試体作製（1～4班）		7,8
17	10/8	・高強度・高流動コンクリートコンペ説明		7,8
18	10/22	・高強度コン予備配合試験（Lフロー測定、供試体作製）		7,8,9
19	10/29	・ 工場見学（川田工業KK）		5,6 7,8
20	11/5	・高強度コン予備試験用供試体の圧縮強度試験（材齢14日）		7,8
21	11/12	・高強度コン本配合試験 （Lフロー測定、供試体作製）		7,8,9
22	11/19	・鉄筋の引張試験		7,8
23	11/26	・高強度コン本番用供試体の 圧縮強度試験（材齢14日）		7,8
24	12/10	・高強度コンクリートコンペ発表準備		7,8
25	12/17	・高強度コンクリートコンペ発表会		7,8
26	12/24	・高強度コンクリートコンペ発表会		7,8

2008/10/8

高強度・高流動コンクリートコンペ ～参考配合と試験結果～

建設工学専攻 2年 大西孝則

瀬戸亮太

松本陽介

専攻科生によるコンペの説明

目次

1. コンペの概要
2. コンペの手順
3. 高流動コンクリートの特徴
4. 高強度コンクリートの特徴
5. 配合と試験結果
6. まとめ

1.コンペの概要

概要

- ３年生8班＋専攻科生１班，計9班で強度と流動性について競う

目的

- 授業で学習した内容を実践で確認，応用する
- 施工の難しさ，チームワークの重要性を体験
- プレゼンテーション能力の向上

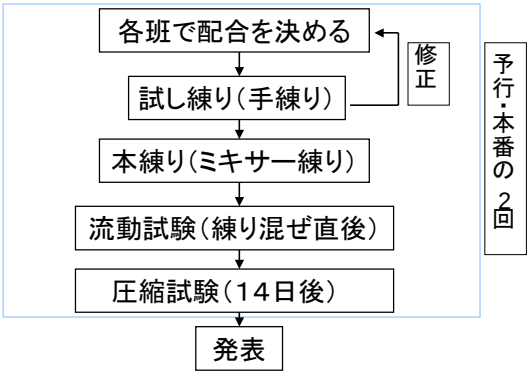
1.コンペの概要

評価項目

- 圧縮強度・・・材齢14日の圧縮強度
- 流動距離・・・L型フロー試験器による流動距離
  （ただし、材料分離した時は記録なし）
- 発表・・・・・・・配合の決め方，結果の考察

評価項目	圧縮強度	流動距離	評価項目	圧縮強度	流動距離
順位	得点	得点	5位	5	5
1位	10	10	6位	4	4
2位	8	8	7位	3	3
3位	7	7	8位	2	2
4位	6	6	9位	1	1

2.コンペの手順



◆ 使用材料

（１）セメント：普通ポルトランドセメント（密度3.15g/cm³）

（２）混和材：シリカフューム（密度2.20g/cm³）

（３）細骨材：山砂（表乾密度2.54g/cm³、吸水率qs ＝ 2.40（%）

（４）粗骨材：砕石 G大（20～15mm）：G小（15～5mm）＝ 6：4 混合
Gmax20mm、表乾密度2.60g/cm³、吸水率qs ＝ 1.45（%）

（５）混和剤：高性能AE減水剤①（原液）：減水効果＞保持効果
高性能AE減水剤②（原液）：減水効果＜保持効果
AE剤（100倍希釈液）：空気を連行するための助剤として使用
消泡剤（100倍希釈液）：空気を消すための助剤として使用

（６）水：上水道水

◆ 配合条件

（１）コンクリートの練混ぜ量は、試し練り（手練り）は10リットル、本練り（ミキサー練り）は20リットルとする。

（２）本練り時に、粗骨材は500kg/m³以上使用する。

（３）本練り時に使用できるセメント量は15kg以下とする。

（４）本練り時に使用できるシリカフュームは1.4kg以下とする。

（５）細骨材は絶対乾燥状態とする。

（６）粗骨材は絶対乾燥状態とし、G大とG小を 6：4 混合して使用する。

（７）高性能AE減水剤は①あるいは②のどちらかを使用すること。ただし、①、②とも使用量は粉体（セメントおよびシリカフューム）量の0.5～2.5%までの範囲とする。

（８）空気量の調整は、AE剤あるいは消泡剤にて行う。使用方法は以下の値を参考にすること。
- AE剤（100倍希釈液）：粉体量の0.3%混入すると、約1%空気量が増える。
- 消泡剤（100倍希釈液）：粉体量の0.3%混入すると、約1%空気量が減る。

◆ 圧縮強度用供試体の作製および養生方法

（１）φ100×200mmの円柱供試体を3本作製する。

（２）作製方法は自由とする。

（３）締固め器具として、突き棒、木づち、棒状バイブレータ（内部振動型）、型枠バイブレータ（外部振動型）を用意する。

（４）供試体の養生は、20℃水中養生あるいは気中養生とする。

◆ 配合設計上の注意事項

（１）骨材は絶対乾燥状態で使用するので、水量補正（+補正）を必ず行う。

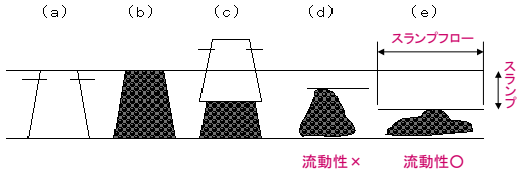
（２）空気量は圧縮強度と密接に関係するので、空気量を確認し調整する。

（３）高性能AE減水剤は適切な練混ぜ時間を設定することにより効果が発揮される。

（４）材料分離を生じない配合にする。

3.高流動コンクリートの特徴

- 締め固めの必要がなく型枠の隅々まで充填し、所要の品質が得られ、耐久性も良好である。
- 表面の仕上がりがよい。(ジャンカ、豆板が発生しない)
- 将来の施工の自動化などの技術へ対応できる可能性を持つ。



3.高流動コンクリートの特徴

高流動コンクリートのスランプフロー試験

普通コンクリート

高流動コンクリート

3.高流動コンクリートの特徴

ポイント

- 粘り強く，じわじわと広がっていく（材料分離しない）

1）粉体（セメント，混和材）量が多い．
2）水−粉体比（W/P）が小さい．
3）高粉末度（細かい）の粉体を利用するケースが多い．
4）適切な高性能AE減水剤を使用する．

注）シリカフューム，AE剤を多く使うと空気量が多くなり、強度低下につながる

4.高強度コンクリートの特徴

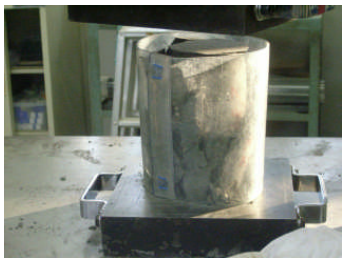
- 実強度50N/mm^{2}を超えるコンクリート
- 高層ビルや長スパン構造物に使用，耐久性が高い
- 脆性的な破壊，爆裂音が発生する

設計基準強度　※材齢28日

普通　：36　[N/mm^2]
高強度　：39～60 [N/mm^2]
超高強度　：60～　[N/mm^2]

4.高強度コンクリートの特徴

高強度コンクリートの圧縮試験



4.高強度コンクリートの特徴

ポイント

- 普通コンクリートの倍近い強度発現

1）水−セメント比（W/C）が小さいこと．
2）空隙が少なく緻密なコンクリートであること．
3）水和反応が十分起こっていること．
4）施工が丁寧であること．

注）水量，空気量を小さくすると流動性の低下につながる

5.配合と試験結果

配合設計

1バッチ20L

W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①	消泡剤
3.30	10.28	0.72	15.46	9.50	6.34	220g	なし

W/C＝30[%]　air=4.5[%]　s/a=50[%]　単位（kg）

練り混ぜ条件

施工日　：2008年9月2日
気温　：30.2℃
練り混ぜ：2軸ミキサー

養生条件

養生期間　：14日間
・気中養生　：6日間
・水中養生　：8日間

5.配合と試験結果

空気量・スランプフロー試験

空気量　：4.5[%]
（通常3～6[%]）
スランプ フロー：65-66[cm]
（高流動60[cm]程度）

圧縮試験　※材令14日

圧縮強度[N/mm2]			
No. 1	No. 2	No. 3	平均
73.1	78.2	73.7	75.0

6.まとめ

高強度・高流動コンクリート実現に向けて

- 適切な配合設計
- 施工の手際のよさ
- 適切な養生方法
- 高強度と高流動のバランス　etc…

○ 図書館等で意欲的に調べ，協力しあうことが優勝への最大のカギとなる！！！

2008/12/24

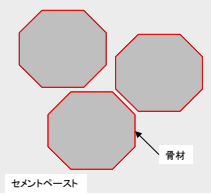
高強度・高流動コンクリートコンペ
～予備試験・本試験の結果と考察～

建設工学専攻　2年　大西孝則
瀬戸亮太
松本陽介

1.予備試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

1.　セメント量を制限量まで使用



コンクリートの主成分

セメント量増加

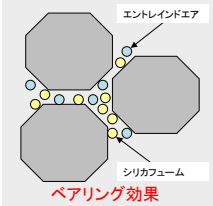
- 骨材とセメントペーストの境界面を少なくする
- セメントの水和反応により強度を確保

※通常、コスト、発熱量、自己収縮を考え
セメント量を500kg程度とし、
骨材で体積をかせぐ

1.予備試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

2.　シリカフュームと高性能AE減水剤の使用



ベアリング効果

シリカフューム

- ベアリング効果による高流動化
- 間隙を充填することにより強度を増加

高性能AE減水剤

- ベアリング効果により高流動化
- 水セメント比の低減により強度を増加

1.予備試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

2.　シリカフュームと高性能AE減水剤の使用

高性能AE減水剤量の決定

5分ほど練り混ぜると十分な流動性を発揮

手練り		機械練り
添加量 2.0%	⇒	添加量 1.8%

2.予備試験の結果

空気量	フロー値	圧縮強度				順位	
[%]	[cm]	[N/mm2]				圧縮強度	流動性
		No. 1	No. 2	No. 3	平均		
4.0	84	76.7	87.6	85.6	83.3	2位	3位タイ

1.　流動性に関する結果と考察

L型フロー試験（途中経過）

L型フロー試験の印象

- 材料分離なし
- 粘り強く流動

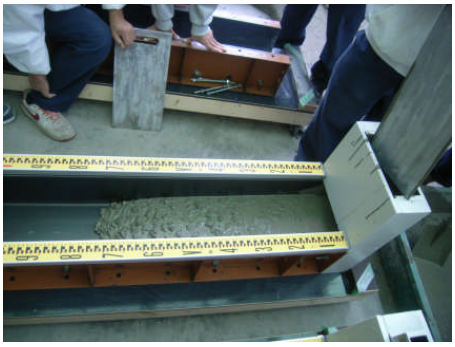
掻き混ぜたときの印象

- 粘り強い

数分経過後の印象

- 材料分離なし

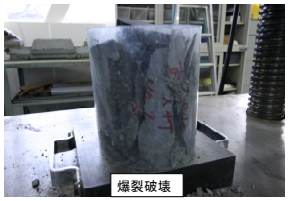
L形フロー試験器（3セット製作）

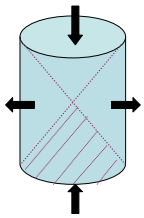


2.予備試験の結果

空気量	フロー値	圧縮強度				順位	
[%]	[cm]	[N/mm2]				圧縮強度	流動性
		No. 1	No. 2	No. 3	平均		
4.0	84	76.7	87.6	85.6	83.3	2位	3位タイ

2. 強度に関する結果と考察

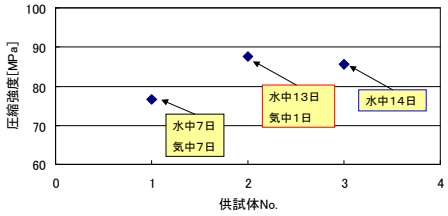




2.予備試験の結果

空気量	フロー値	圧縮強度				順位	
[%]	[cm]	[N/mm2]				圧縮強度	流動性
		No. 1	No. 2	No. 3	平均		
4.0	84	76.7	87.6	85.6	83.3	2位	3位タイ

2. 強度に関する結果と考察



予備試験の結果

予備試験の結果

	流動距離	流動性の	空気量	圧縮強度(N/mm^2)				強度の
	(cm)	順位	(%)	No.1	No.2	No.3	平均	順位
1班	77	6	1.6	55.7	57.6	55.6	56.3	8
2班	84	3	2.0	65.8	62.1	50.8	59.6	6
3班	95	1	1.7	51.1	47.7	50.7	49.8	9
4班	20	9	–	72.5	62.7	–	67.6	4
5班	89	2	1.2	74.4	72.1	65.8	70.7	3
6班	56	7	4.7	61.3	61.0	57.2	59.8	5
7班	32	8	7.5	55.0	61.1	58.8	58.3	7
8班	79	5	2.5	82.7	89.9	86.0	86.2	1
専攻科	84	3	4.0	76.7	87.6	85.6	83.3	2

本試験の練混ぜ状況

ミキサへの材料投入

練混ぜ状況

実験風景

3.本試験の配合

予備試験

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

配合変更無し！

本試験

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

3.本試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

2. 強度の向上

⇨施工方法，養生方法の工夫

流動試験から供試体まで常に混ぜ続ける

3.本試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

1. 流動性の向上

気温によりコンクリートの流動性が変化

気温が高い ⇨ コンクリート硬化速度が速い ⇨ 早期に流動性が低下

予備 20.9℃ ⇨ 本試験 16.9℃

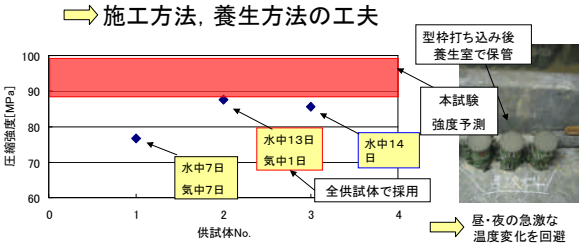
高性能AE減水剤が同量でも，流動性は本試験のほうが高いと予想！

3.本試験の配合

示方配合1000L（骨材は表乾状態，高性能AE減水剤はセメント量に対する割合で表示）							
W	C	SF	S	G(大)	G(小)	AE①[%]	消泡剤
201	750	52	625	385	255	1.8	なし
W/B＝25[%]		air=4.5[%]		s/a=50[%]			単位（kg）

2. 強度の向上

⇨施工方法，養生方法の工夫

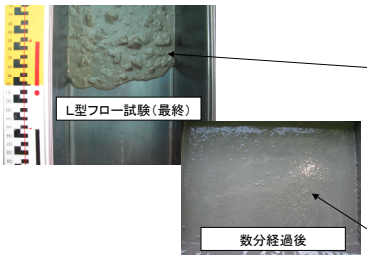


⇨昼・夜の急激な温度変化を回避

4.本試験の結果

空気量	フロー値	圧縮強度				順位	
[%]	[cm]	[N/mm2]				圧縮強度	流動性
		No. 1	No. 2	No. 3	平均		
6.0	100	86.9	96.8	78.5	87.4	2位	1位

1. 流動性に関する結果と考察



L型フロー試験の印象
- 材料分離なし
- なめらかに流動

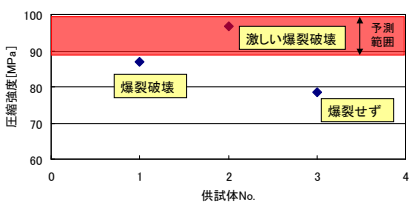
掻き混ぜたときの印象
- フワフワと軽い感じ

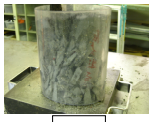
数分経過後の印象
- 骨材の沈降が早い
- 気泡多数混入

4.本試験の結果

空気量	フロー値	圧縮強度				順位	
[%]	[cm]	[N/mm2]				圧縮強度	流動性
		No. 1	No. 2	No. 3	平均		
6.0	100	86.9	96.8	78.5	87.4	2位	1位

2. 強度に関する結果と考察



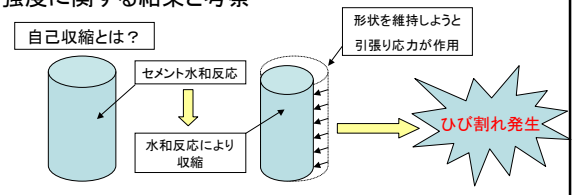


No. 2

No. 3

4.本試験の結果

2.　強度に関する結果と考察



自己収縮の原因

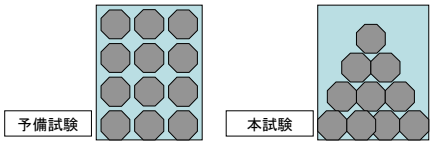
- 水結合材比が小さいこと（水量が少ない，もしくはセメント量が多い）
- シリカフュームの混入により更に収縮は増大する
- 硬化初期の温度履歴（内部の温度変化，外部の温度変化）

4.本試験の結果

2.　強度に関する結果と考察

本試験でのひび割れの原因

- 時間経過後の骨材の沈降具合による違い



5.まとめ

- セメント量を多く使用し、SFや高性能AE減水剤を添加することで
  高強度・高流動コンクリートを作成することができた
- 圧縮試験１日前に気中にさらすことにより、強度を高くすることができた

実験に参加させていただき、たいへん勉強になりました

ありがとうございました<(_ _)>

建設工学専攻2年生一同

本試験の配合

本試験の配合

流	W/B	s/a			単位量(kg/m³)					B×(%)	流動距離	空気量
No.	(%)	(%)	W	C	シリカフューム	S粗	G大	G小	高性能AE減水剤		(cm)	(%)
1	29.5	49	155	476	50	835	523	349	9.5	1.8	84	7.5
2	25.0	45	150	561	39	720	540	360	15.0	2.5	66	3.8
3	33.6	50	189	533	30	767	475	317	9.0	1.6	25	3.9
4	30.0	50	165	495	55	772	474	316	8.3	1.5	38	7.0
5	28.5	45	170	567	30	692	519	346	10.0	1.7	84	2.0
6	33.1	45	195	550	40	715	541	361	10.7	1.8	86	4.0
7	27.1	42	158	524	58	734	614	409	5.0	0.9	16	4.0
8	28.9	50	165	530	41	777	482	321	14.3	2.5	85	3.5
専攻科	26.8	50	212	750	42	625	384	255	13.5	1.7	100	6.0

圧縮強度試験の状況

本試験の結果

班 No.	W/B (%)	空気量 (%)	流動距離 (cm)	流動性の順位	圧縮強度(N/mm²) No.1	No.2	No.3	平均	強度の順位	発表の順位
1	29.5	7.5	84	4	59.9	61.8	61.1	60.9	8	8
2	25.0	3.8	66	6	93.1	91.2	96.7	93.7	1	4
3	33.6	3.9	25	8	62.3	65.7	68.1	65.3	7	3
4	30.0	7.0	38	7	–	75.8	79.6	77.7	4	2
5	28.5	2.0	84	4	75.1	74.7	70.9	73.5	5	6
6	33.1	4.0	86	2	73.9	66.5	74.4	71.6	6	5
7	27.1	4.0	16	9	52.5	63.9	55.1	57.1	9	7
8	28.9	3.5	85	3	83.9	78.2	77.5	79.9	3	9
専攻科	26.8	6.0	100	1	86.9	96.8	78.5	87.4	2	1

本試験の結果（最終）

	流動性の順位	得点	強度の順位	得点	発表の順位	得点	総得点	総合順位
1班	4	6	8	2	8	2	10	8
2班	6	4	1	10	4	6	20	2
3班	8	2	7	3	3	7	12	7
4班	7	3	4	6	2	8	17	3
5班	4	6	5	5	6	4	15	5
6班	2	8	6	4	5	5	17	3
7班	9	1	9	1	7	3	5	9
8班	3	7	3	7	9	1	15	5
専攻科	1	10	2	8	1	10	28	1