

(V-4) 混和剤によって大径粗骨材コンクリートの強度低下を軽減する実験 (第2報 リフト60cm)

足利工業大学 正会員 青戸 章 ○松村仁夫 正会員 黒井登起雄

1. 実験の目的 粗骨材の最大寸法を大きくすると、上昇するブリージング水が粗骨材の下面に滞留し、その部分が空洞となって、強度を低下させる傾向がある。前報¹⁾ではリフトを30cmとし、混和剤でワーカブルにしてブリージングを少なくすることによって、強度低下をどの程度軽減できるかを究明した。今回はリフトを60cmとし、他の実験要因も取上げて、前報で成績の良かった2種類の混和剤の効果を使用しない場合と比較した。φ15×60cm縦打ち型わくで供試体を作成し、上下に2分割したφ15×30cm供試体で圧縮強度、上下中に3分割したφ15×20cm供試体で動弾性係数を測定した。

2. 実験要因と水準 実験要因とその水準を次のように選んだ。

- A: 粗骨材の最大寸法 A1:15mm A2:40mm
B: スランブ B1: 5cm B2:15cm
C: 水セメント比 C1:45% C2:65%
D: 混和剤の種類 D1:なし D2:減水剤 D3:AE減水剤

圧縮強度の分析には要因E、動弾性係数にはFが追加される。

なお混和剤の添加量は、共にカタログに示された使用量の上限の約70% (セメント100kg あたり 0.3ℓ) の一定量とした。

E: 供試体の上下半 E1:下半 E2:上半

F: 供試体の上中下 F1:下 F2:中 F3:上

3. 使用材料 セメントはC社製の普通ポルトランドセメント、細骨材は鬼怒川産の川砂 (比重2.60, 吸水率1.99%, FM 2.99)、粗骨材は同産の川砂利 (最大寸法15mmは2.58, 1.93%, 6.51, 40mmは2.59, 2.31%, 7.49) (粗骨材の粒度を図1に図示)、

混和剤はN社製のNo.200と No.70を用いた。

4. 実験方法 配合は試し練りにもとづいて決定し、A×B×

C×Dの各水準の組合せで表1に示す24種類とした。100ℓの可傾式ミキサで全材料を投入してから3min 練り混ぜ、その直後にスランブと空気量を測定し (表1に併記)、φ15×60cm縦打ち型わくで圧縮供試体3個と動弾性係数測定用供試体3個、計6個ずつを作成した。コンクリートを1層に詰めてテーブル振動機で15~20s 締固めた。材令2日で脱型、28日まで20±3℃の水中で養生した。材令7日で供試体を2分割、3分割し、動弾性係数は材令28日まで途中材令でも測定し、圧縮強度は28日に測定した。

5. 実験結果 5.1 ブリージング ブリージング時間(min) の分散分析表

(24データ) は省略したが、A, B, D, A×B, A×Dが有意となった。AとBの効果を図2, AとDの効果を図3に示した。A2の方がA1よりブリージング時間が短い、A2の方が元来単位水量が少ない上に、ブリージ

ング水が粗骨材の下面に滞留して上昇できなくなるためと考えられる。A2ではスランブの大小による差はないが、A1ではスランブが大きいと長くなっており、これはA1における単位水量の差が大きく影響したものと考えられる。またD1ではA1とA2の間に大きな差はないが、D2とD3では大きな差があり、これは元来凝結遅延性のある混和剤の添加量がA1の方が多

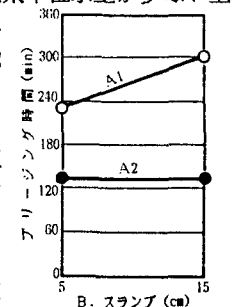


図2 要因A, Bとブリージング時間の関係

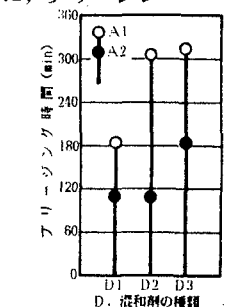


図3 要因A, Dとブリージング時間の関係

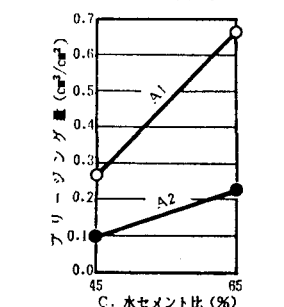


図4 要因A, Cとブリージング量の関係

表1 示方配合と練り混ぜ直後の実測値

配合番号	A 最大寸法 mm	B スランブ cm	C 水セメント比 %	D 混和剤の種類	細骨材率 %	示 方 配 合					実測値	
						単 位 量 (kg/m³)					スランブ cm	空気量 %
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤		
1	15	5	45	なし	51	177	393	820	907	—	4.0	2.2
2	15	5	65	なし	47	187	288	921	867	—	5.2	3.0
3	15	5	45	なし	47	197	438	778	860	—	14.8	3.0
4	15	5	65	なし	51	206	317	884	833	—	16.0	3.7
5	15	5	45	減水剤	49	188	373	751	900	1.119	5.8	4.0
6	15	5	65	減水剤	49	176	271	848	865	0.813	5.7	5.4
7	15	15	45	減水剤	45	173	384	740	887	1.152	14.8	4.1
8	15	15	65	減水剤	49	188	289	826	843	0.867	16.0	3.3
9	15	15	45	AE減水剤	44	164	364	742	926	1.092	5.4	3.7
10	15	15	65	AE減水剤	48	168	258	845	898	0.774	4.7	4.0
11	15	15	45	AE減水剤	44	174	387	723	902	1.181	15.1	4.8
12	15	15	65	AE減水剤	48	184	283	816	866	0.849	15.1	5.2
13	40	5	45	なし	36	172	382	632	1179	—	5.8	1.5
14	40	5	65	なし	39	174	267	736	1158	—	5.8	1.5
15	40	15	45	なし	34	193	429	580	1135	—	15.8	1.3
16	40	15	65	なし	38	179	275	710	1188	—	15.7	0.8
17	40	15	45	減水剤	32	143	319	589	1262	0.957	4.8	1.5
18	40	15	65	減水剤	36	146	225	688	1234	0.675	4.2	1.8
19	40	15	45	減水剤	32	155	344	573	1226	1.032	15.2	1.5
20	40	15	65	減水剤	36	148	228	685	1228	0.684	16.0	1.9
21	40	15	45	AE減水剤	31	142	316	572	1284	0.948	5.2	3.6
22	40	15	65	AE減水剤	35	146	225	669	1252	0.675	5.8	3.7
23	40	15	45	AE減水剤	31	159	353	549	1332	1.059	14.9	1.5
24	40	15	65	AE減水剤	35	159	245	651	1218	0.735	15.7	1.6

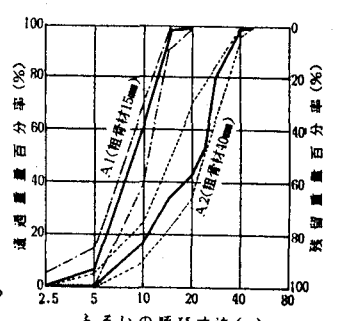


図1 粗骨材の粒度分布

ブリージング量 (cm^3/cm^2)ではA, Cが有意となった。AとCの効果を図4に示した。A2の方がA1よりブリージング量が少ないが、ブリージング時間と同様の理由によるものと考えられる。また、A1, A2共に W/C 65%の方が45%の2倍以上となっており、凝結・水和に余剰の水がブリージング水になることを示しているものと考えられる。ブリージング率(%)は、ブリージング量と全く同様の傾向を示したので、省略した。

5.2 圧縮強度 材令28日の圧縮強度 (kgf/cm^2)の分散分析表を表2に示した。交互作用の分析は1次のみとしたが、その分散が小さいものは省略して誤差分散に含めてある(表3も同様)。

AとBとCの効果を図5に示した。A2の方がA1より強度が低いのは、表2 圧縮強度の分散分析表 粗骨材下面に滞留したブリージング水量がA2の方が多いためと考えられる。

W/C が小さい方が強度が高いのは当然である。またW/C 65%ではスランプの大小による影響は小さいが、45%ではスランプが大きくなると強度が低下することを示しており、これは図4のように65%ではブリージングで失われる水が多いのでスランプ(単位水量)の影響が小さくなるのに対して、45%では失われる水が少ないのでスランプの影響が大きく現れたものと考えられる。

AとDの効果を図6に示した。A1でD2とD3の強度がD1より若干低いが、連行空気量の多少によるものと考えられる。しかしA2では逆にD2とD3の方がD1より強度が高くなっており、混和剤でワーカブルにしたことによって粗骨材の最大寸法が大きい場合の強度低下を軽減することができたものと考えられる。

A1に対するA2の強度比は、平均してD1が77, D2が88, D3が90%である。

AとEの効果を図7に示した。A1, A2共に上半の方が強度が低い、その差はA2では小さくA1では大きい。これは図6のように、A1ではブリージング水の上昇が多くて、上半の単位水量とW/C が大きくなって強度低下が大きくなるのに対して、A2では粗骨材下面にブリージング水が滞留してその上昇が少なくなるので、上半の強度低下が軽減されたものと考えられる。下半に対する図5 要因A, B, 上半の強度比は、A1が93, A2が99%である。Cと圧縮強度の関係

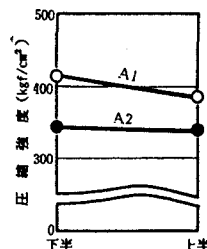
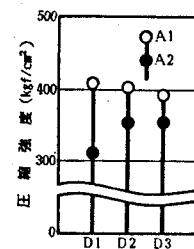
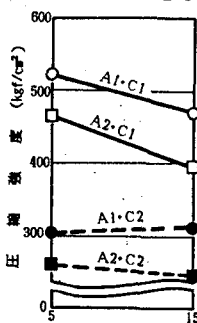


図5 要因A, B, 上半の強度比は、A1が93, A2が99%である。Cと圧縮強度の関係

図7 要因A, Eと圧縮強度の関係

5.3 動弾性係数 前報では $\phi 15 \times 30 \text{cm}$ に作成して上中下に3分割した $\phi 15 \times 10 \text{cm}$ 供試体で動弾性係数を測定したが、高さが直径より小さい供試体では1次共鳴振動数が必ずしも明瞭に測定できなかった。今回は $\phi 15 \times 60 \text{cm}$ に作成して3分割した $\phi 15 \times 20 \text{cm}$ 供試体で測定したので明瞭に測定できた。材令28日の動弾性係数 ($10^4 \text{ kgf}/\text{cm}^2$)の分散分析表を表3に、AとCの効果を図8に示した。A2の動弾性係数がA1より僅かに大きく、図5~7の強度の大小とは全く逆となっている。これは、A2の方が動弾性係数の大きい粗骨材の単位量が多いので、この単位粗骨材量の影響の方が強度の影響より大きく作用したものと考えられる。しかしW/Cの大小による差は明瞭に示している。

表3 動弾性係数の分散分析表

要因	DF	SS	MS	F
A	1	94.34	94.34	54.02****
B	1	0.03	0.03	0.02
C	1	855.18	855.18	489.65****
D	2	49.94	24.97	14.30****
E	2	6.00	3.00	1.72
A×C	1	3.91	3.91	2.24
C×D	2	16.39	8.19	4.69**
誤差	205	358.01	1.74	—
計	215	1383.82	—	—

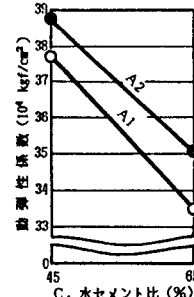


図8 要因A, Cと動弾性係数の関係

している。単位粗骨材量が同程度であれば、W/C による強度の差を動弾性係数で推定できることを示すものと考えられる。全般的に見ると、表2と表3を比較してもわかるように、動弾性係数は強度の僅かな差(たとえば供試体の上下の強度の僅かな差、等)を鋭敏に反映するものではないが、その適用限界をわきまえて利用すれば、強度の時系列的な変化を非破壊的に判断する場合等には適しているように考えられる。

文献 1) 青戸、松村、黒井：混和剤によって大径粗骨材コンクリートの強度低下を軽減する実験、土木学会 関東支部第18回技術研究発表会講演概要集、March 1989, p.202~203