

クリンカアッシュを大量に使ったプレキャストコンクリートの配合設計に関する実験的研究

エネルギア・エコ・マテリア 正会員 ○高橋 和之 齊藤 直 池田 陵志

1. はじめに

これまで、石炭火力発電所から発生するクリンカアッシュをコンクリート用の細骨材代替として有効利用する研究が行われており、フライアッシュを混合活用することにより大量に使用できることが明らかとなっている¹⁾²⁾。しかし、クリンカアッシュを活用したコンクリートの配合選定の観点からは、結合材水比やクリンカアッシュ混入量等の硬化性状に及ぼす影響について不明確な点が多くあった。

本稿では、資源有効利用および環境負荷の低減のため、クリンカアッシュを大量に使ったコンクリートの配合選定手法について検討した結果を報告する。

2. 配合条件

試験に用いた材料の一覧を表-1に示す。

既往の研究結果²⁾を基に、クリンカアッシュの実績率相当を配合した基本配合（表-2）を基準として、試験配合の選定を行った。

コンクリートの配合設計のための変動要素である①水セメント比、②水フライアッシュ比、③クリンカアッシュ混入量の影響を把握することを目的として、単位粗骨材量を一定として試験配合を選定した。（表-3）

練り混ぜは、1.0m³ 練り強制2軸ミキサの実機プラントにより行った。

表-3 コンクリートの試験配合

配合 No	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		水	セメント	フライアッシュ原粉	クリンカアッシュ	粗骨材	混和剤
1	78	238	304	233	905	160	5.85
2	78	248	317	223	886	160	5.89
3	80	250	313	230	878	162	5.92
4	70	250	357	200	878	162	6.07
5	60	250	417	158	878	162	6.27
6	50	250	500	100	878	162	6.54
7	90	250	278	230	898	162	5.54
8	90	280	311	217	835	162	5.76
9	90	265	294	271	807	162	5.65
10	90	265	294	180	885	162	4.74
11	105	265	252	233	865	162	4.85
12	105	265	252	154	932	162	4.06
13	90	250	278	170	931	162	4.48
14	90	265	294	180	885	162	4.74
15	90	280	311	191	838	162	5.02
16	90	280	311	290	754	162	6.01
17	90	280	311	390	667	162	7.01
18	90	250	278	50	1,034	162	3.28
19	105	265	252	233	865	162	4.85
20	105	280	267	246	818	162	5.13
21	105	250	238	100	1,015	162	3.38
22	105	265	252	100	978	162	3.52
23	90	265	294	271	807	162	5.65
24	90	280	311	390	667	162	7.01
25	90	280	311	191	838	162	5.02
26	105	265	252	233	865	162	4.85
27	150	300	200	550	670	-	7.50
28	150	300	200	550	870	-	7.50
29	150	300	200	550	1,000	-	7.50
30	150	300	200	550	870	-	7.50
31	100	275	275	270	800	162	-
32	100	275	275	270	800	162	-
33	100	275	275	270	800	162	5.45
34	100	275	275	270	800	162	5.45
35	120	275	229	302	800	162	-
36	120	275	229	302	800	162	5.31
37	120	275	229	302	800	162	5.31
38	80	275	344	222	800	162	-
39	80	275	344	222	800	162	-
40	80	275	344	222	800	162	5.66
41	80	275	344	222	800	162	5.66
42	90	265	294	221	850	162	5.15

表-1 試験に用いた材料

材 料	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント 密度：3.16g/cm ³
フライアッシュ原粉	密度：2.19g/cm ³
クリンカアッシュ	密度：2.19g/cm ³ 吸水率：11.12%
細骨材	密度：2.73g/cm ³
混和剤	普通減水剤

表-2 コンクリートの基本配合

配合 No	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		水	セメント	フライアッシュ原粉	クリンカアッシュ	粗骨材	混和剤
0	78	248	317	223	886	160	5.89

キーワード：クリンカアッシュ、有効利用、強度、配合

連絡先 (株)エネルギア・エコ・マテリア 〒730-0042 広島市中区国泰寺町 1-3-22

TEL:082-523-3510

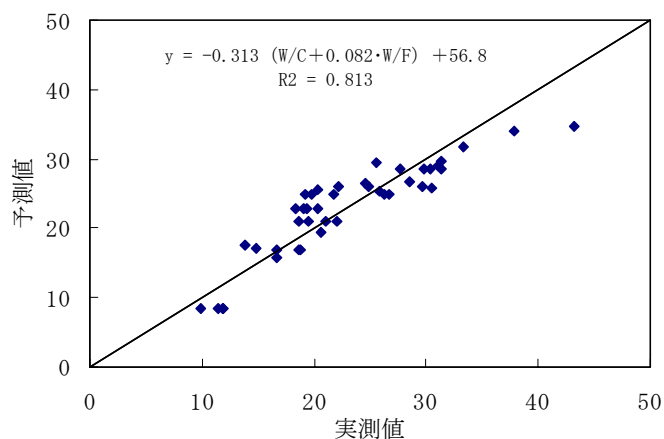
FAX:082-523-3511

3. 試験結果

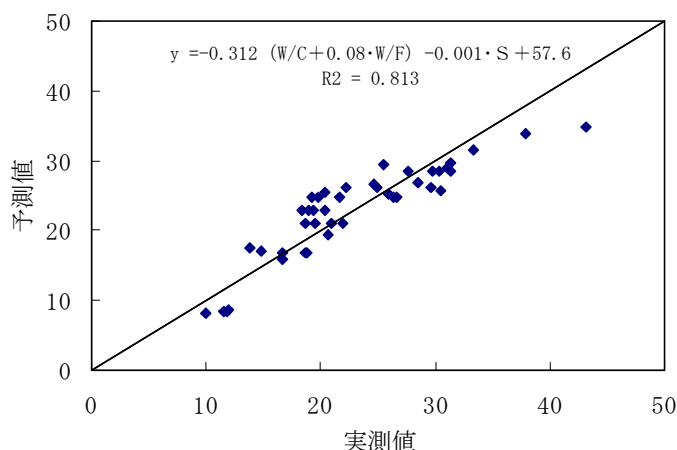
水セメント比、水フライアッシュ比およびクリンカアッシュ混入量の圧縮強度に及ぼす影響評価を行うため、試験結果による重相関解析を行った。

圧縮強度（28日材齢）で重相関関係を求めた結果を図－1～2に示す。

図－1は水セメント比および水フライアッシュ比をパラメータとした検討結果、図－2はこれらのパラメータに加えてクリンカアッシュ混入量をパラメータとした検討結果である。（式(1)参照）



図－1 フライアッシュがコンクリート強度に寄与する関係



図－2 フライアッシュとクリンカアッシュがコンクリート強度に寄与する関係

検討の結果、次の事象を考察することができる。

- ①フライアッシュ原粉は、その8%がセメントと同様の硬化作用に寄与する結合材と考えることができる。
- ②良質な骨材であれば、混入量の増加につれ圧縮強度の増大が望めるが、図－1と図－2を比較してわかるとおりクリンカアッシュ混入量が圧縮強度に関係する割合が小さい。
- ③今回の検討結果においては、クリンカアッシュ混入量の影響は少なく、下式(1)に示すようにフライアッシュ原粉のセメント換算係数を用いて配合設計を行える可能性がある。

$$\sigma_{28} = a (W/C + k W/F) + b \cdot S + c \cdots (1)$$

ここに、 σ_{28} ：コンクリートの28日材齢強度（N/mm²）

C, F, W, S：セメント，フライアッシュ原粉，水，クリンカアッシュの単位量（kg/m³）

k：フライアッシュ原粉のセメント換算係数

a, b, c：定数

4. まとめ

クリンカアッシュのようなポーラスな骨材をコンクリートに大量活用する場合、緻密な組織構成を形成することが有効である¹⁾。今回の結果においては、水結合材比 $W/(C + kF)$ を用いることで、配合設計を行える可能性があることがわかった。

この結果を用いて、現在クリンカアッシュを大量活用したプレキャストコンクリート製品（組立魚礁、境界ブロック等）を製造している。今後はフライアッシュ原粉が結合材として有効に機能する条件を明確にし、クリンカアッシュの大量活用を図ったコンクリートの配合設計を確立していきたい。

参考文献

- 1) 佐々木他「クリンカアッシュのコンクリート二次製品用骨材としての適用性検討」
コンクリート工学年次論文集 Vol122, 2000
- 2) 池田他「クリンカアッシュと石炭灰原粉を骨材として用いたコンクリートの特性」
土木学会第55回年次学術講演会 V-216, 2000.9