

VII-32

フライアッシュの固化処理

東北学院大学工学部 学生会員 野口 裕文
正会員 新田 謙

《実験目的》

現在、石炭火力発電所などで、石炭灰の発生量が年間、約 800 万トンを超えており、今後も石炭消費量の増大が見込まれていることから、石炭灰発生量の増大も確実である。現在、その一部が有効利用されているが、その他は、灰捨て場に埋め立て処分されている。しかし、今後は大規模な灰捨て場の確保が困難となってきたことと、地球規模の環境を考えた資源化という面で有効利用拡大が極めて重要と考えられている。

そこで、石炭灰であるフライアッシュにセメントを加えて固化処理し、何かに再利用ができないかと考えた。供試体の製造としては、一定のフライアッシュの量に、セメントの量（2～40%）を配合し、さらに含水比を 30%～50%の 5 種類を室内空気養生期間 3 日後、7 日後に分けて作成していくわけであるが、経済的に比較的安いコストで作るために少ないセメントの量で高い強度を得る配合を探ることを目的として、数多くの供試体を作成した。試験方法は、一軸圧縮試験機による圧縮試験を行い、セメントと含水比の異なる配合の中で、どの配合で作成した時に最も高い強度を得ることができるかを実験目的とする。

《試験手順》

供試体の作成には、フライアッシュ 500 g とそれに対して、各セメント量、2%～40%を混合し、必要とされる含水比、30%～50%に応じた水を入れ、供試体をそれぞれ、3 日間、7 日間に分けて室内空気養生させる。その後円柱供試体をマイターボックスに入れ、両端をその端面に沿って直ナيف等で切り取り、供試体の平均直径および、平均高さを測定して、質量を計り一軸圧縮試験を行う。

《試験結果》

代表的な例として、養生期間 3 日間のセメント量 10%、20%、30%、40%について、[図-1]含水比が 30%～50%へと大きくなるにつれ、圧縮応力の値が小さくなっている。これは、養生期間が 3 日間ということで、供試体が十分に乾燥するには期間が短いため、含水比が大きくなるにつれ、強い強度を得ることが出来ないということが考えられる。

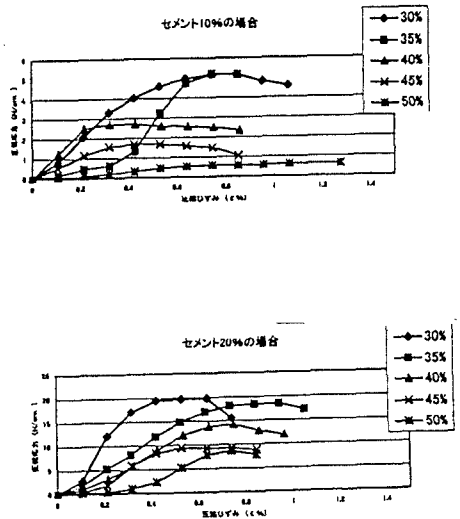
セメント 20%(100g)

含水比 30%

3日後										7日後									
供試体		質量 g	容積 cm ³	密度 g/cm ³	含水比 %	セメント量 g	セメント率 %	圧縮力 P (kN)	圧縮強度 σ (N/cm ²)	供試体		質量 g	容積 cm ³	密度 g/cm ³	含水比 %	セメント量 g	セメント率 %	圧縮力 P (kN)	圧縮強度 σ (N/cm ²)
含水比		g	cm ³		%	g	%			含水比		g	cm ³		%	g	%		
30%		14.248	14.248		30	26.281	31.403			30%		14.248	14.248		30	26.281	31.403		
40%		28.437	28.437		40	52.562	62.806			40%		28.437	28.437		40	52.562	62.806		
50%		42.626	42.626		50	78.693	94.209			50%		42.626	42.626		50	78.693	94.209		
含水比	セメント率	圧縮力	圧縮強度	含水比	セメント率	圧縮力	圧縮強度	含水比	セメント率	含水比	セメント率	圧縮力	圧縮強度	含水比	セメント率	圧縮力	圧縮強度	含水比	セメント率
1/100mm	%	kN	N/cm ²	1/100mm	%	kN	N/cm ²	1/100mm	%	1/100mm	%	kN	N/cm ²	1/100mm	%	kN	N/cm ²	1/100mm	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.106	5.8	58.77	2.378	10	0.107	2.3	23.225	1.188	10	0.106	5.8	58.77	2.378	10	0.107	2.3	23.225	1.188
20	0.212	33.2	332.848	12.131	20	0.214	17.8	180.482	9.259	20	0.212	33.2	332.848	12.131	20	0.214	17.8	180.482	9.259
30	0.318	32.8	322.582	17.132	30	0.321	24.7	257.358	13.259	30	0.318	32.8	322.582	17.132	30	0.321	24.7	257.358	13.259
40	0.424	37.2	374.222	18.482	40	0.428	30.9	314.128	15.981	40	0.424	37.2	374.222	18.482	40	0.428	30.9	314.128	15.981
50	0.531	37.8	383.282	19.702	50	0.534	32.2	328.448	17.323	50	0.531	37.8	383.282	19.702	50	0.534	32.2	328.448	17.323
60	0.637	38	388.22	19.786	60	0.642	32.2	328.448	17.323	60	0.637	38	388.22	19.786	60	0.642	32.2	328.448	17.323
70	0.744	30	304.2	15.603	70	0.748	31.3	320.182	16.541	70	0.744	30	304.2	15.603	70	0.748	31.3	320.182	16.541
80	0.850	0	0	0	80	0.855	0	0	0	80	0.850	0	0	0	80	0.855	0	0	0
90	0.956	0	0	0	90	0.960	0	0	0	90	0.956	0	0	0	90	0.960	0	0	0
100	1.062	0	0	0	100	1.068	0	0	0	100	1.062	0	0	0	100	1.068	0	0	0
120	1.275	0	0	0	120	1.283	0	0	0	120	1.275	0	0	0	120	1.283	0	0	0
140	1.487	0	0	0	140	1.497	0	0	0	140	1.487	0	0	0	140	1.497	0	0	0
160	1.700	0	0	0	160	1.711	0	0	0	160	1.700	0	0	0	160	1.711	0	0	0
180	1.913	0	0	0	180	1.925	0	0	0	180	1.913	0	0	0	180	1.925	0	0	0
200	2.125	0	0	0	200	2.138	0	0	0	200	2.125	0	0	0	200	2.138	0	0	0

※備考 一軸圧縮強度 $\sigma_c=10.14$ N/mm²

図-1 グラフシート



次に、セメント量毎の圧縮応力のピークの値の違いについては、含水比の低いもの、中でも、30%に関しては、値に大きなバラつきが見られたが、この理由は供試体内の水分が少ないため、その日の室内の乾燥具合に大きく左右されたものと考えられる。[図-2]

養生期間7日間のものは、3日間のものと比べ、圧縮応力の値の差がはっきりと伺える。これは、7日間で水とセメントの水和反応が進み、3日後の供試体の圧縮応力を上回った理由として明らかである。

補足として、セメント0%の供試体は、含水比が35%~50%に関して固化することができず供試体の形成は不可能であった。

また、セメント0%の含水比30%やセメント2%の含水比30%、35%に関しては、供試体の形成は可能であったが、あまりの強度の低さに養生時に多大な破損を生じ、強度を測定することができなかった。

《考察》

実験をどうして三日後の圧縮応力の値にばらつきが見られ、七日後の圧縮応力の値に比べて小さくなるのが分かりました。これは、コンクリート強度が、セメントの水和速度に伴って増進することと、養生条件や環境条件によっても増減する事から、三日後では水とセメントが十分に反応しきっておらず、養生期間の長い七日後の供試体に比べ、圧縮応力がばらついたり、小さくなったりした理由として考えられます。セメントの増加による強度の増加は、明らかに見ることができます。同じセメント量であっても、含水比30%の配合が比較的高い強度を得られることが多かったのですが、形成のさい、練り混ぜ作業が困難でした。また、含水比40%、45%、50%に関しては、練り混ぜ作業は容易でしたが、強度の増加があまり期待できず、多量のセメントを使用しなければ、高い強度が得られないという結果になりました。しかし、それでは経済的ではなくなってしまいます。したがって、実験結果からいえば、施工がしやすく、高い強度を示し、経済的な問題にも期待できる含水比は、35%が最適だと思われます。

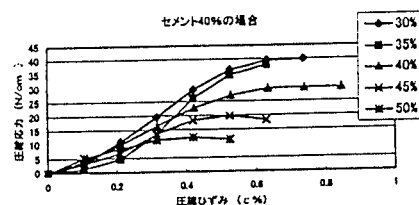
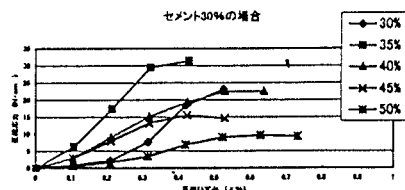


図-1 3日後 セメント量毎の応力-ひずみ曲線

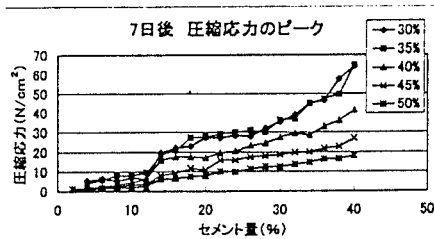
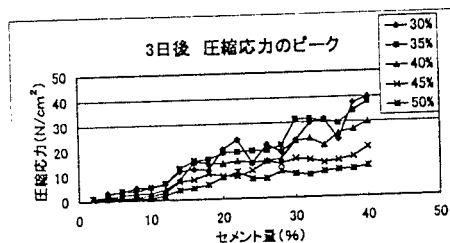


図-2 圧縮応力のピーク