

# フライアッシュを使用したコンクリートポールの適用性について

## Applicability of Concrete Pole using Fly Ash

北海道コンクリート工業㈱ ○正 員 佐々木健 (Ken Sasaki)  
 北海道電力㈱ 正 員 小野寺収 (Osamu Onodera)

### 1. はじめに

石炭火力は、経済性や燃料調達の安定性から北海道の主力電源となっており、ここから発生する石炭灰は、年間約65万tに達している。

セメントコンクリート分野における石炭灰の有効利用法としては、セメント原料(粘土代替)が大半を占め、その他コンクリート混和材としての利用が代表的であり、プレキャストコンクリート製品にも適用されている。しかし、50N/mm<sup>2</sup>程度を超えるコンクリートを用いたプレキャスト製品への適用は数少ないのが現状である。

そこで今回、遠心力成形によるプレキャスト製品であるコンクリートポール(配電線路用ポール)への適用性を強制的観点から検討した。

### 2. 配合試験

試験は、ポール製品の現行配合をベースにフライアッシュ(以下、FAと記す)を内割置換10、15、20%として検討を行い(FAはIV種相当)、次に製品に使用する調整されたII種灰を用いて実験を行い、さらに長期強度への影響についても検討した。なお、今回使用したIV種、II種灰相当のFAはJIS A 6201に準ずるものである。

#### 2.1 置換率検討試験

##### (1) 試験概要

##### ① 使用材料及び配合

使用材料を表-1にFAの品質を表-2に、検討配合を表-3に示す。目標スランブを12±3cm、目標空気量を2±1%、基準強度を50.0N/mm<sup>2</sup>とした。

表-1 使用材料

使用材料	種類	性質
セメント(C)	普通ポルトランドセメント	密度: 3.15
細骨材(S)	陸砂	表乾密度: 2.65
粗骨材(G)	碎石	表乾密度: 2.68
混和材(FA)	フライアッシュ	表-2参照
混和剤	高性能減水剤	密度: 1.2

表-2 FAの品質

二酸化珪素 (%)	湿分 (%)	強熱減量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	フロー値比 (%)	活性度指数 (%)		JIS区分
						28日	91日	
54.7	0.1	1.3	2.38	3690	111	77	-	IV種

表-3 検討配合

配合	W/(C+FA) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			セメント置換率 (%)
			W	C	FA	
現行配合			400	0	0	
FA置換配合	33	41.5	132	360	40	10
				340	60	15
				320	80	20

##### ② 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108及びJIS A 1136に準じて行った。供試体の区分と内訳を表-4に示す。

表-4 供試体の区分と内訳

	供試体種類	
	遠心供試体	円柱供試体
養生	蒸気養生+気中養生	標準水中養生
試験材齢	1、14日	28日
形状		

##### (2) 試験結果

図1にFAのセメント置換率(以下置換率と記す)と圧縮強度の関係を示す。

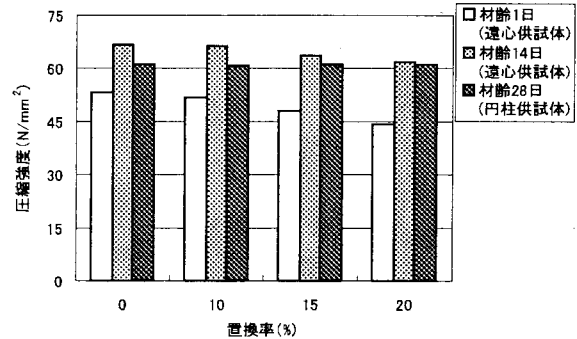


図1 置換率と圧縮強度の関係

遠心成形による供試体では置換率増加に伴い強度が減少している(図1)。これはセメント量の減少による影響が考えられる。しかしながら、材齢28日の円柱供試体による標準養生強度はいずれの置換率でも同程度の強度であり、一般的にいわれているように、FAの混入により初期強度は減少するが、置換率20%の範囲内では長期的な強度増進傾向があるとわかった。

#### 2.2 長期強度確認試験

##### (1) 試験概要

##### ① 使用材料及び配合

試験に使用したFAの品質を表-5に示す。なお、その他材料は置換率検討時のものと同様であり、2.1の試験結果から置換率を15%とし、現行配合(表-3)との比較を行った。

表-5 FAの品質

二酸化珪素 (%)	湿分 (%)	強熱減量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	フロー値比 (%)	活性度指数 (%)		JIS区分
						28日	91日	
70.1	0.05	2.1	2.19	3570	97	82	92	II種

## ②圧縮強度試験

圧縮強度試験は、JIS A 1136 に準じて行う。供試体は表-4 に示す遠心供試体の養生及び形状とし、試験材齢を14、28及び91日とした。

### (2)試験結果

図2 に材齢と圧縮強度の関係を示す。

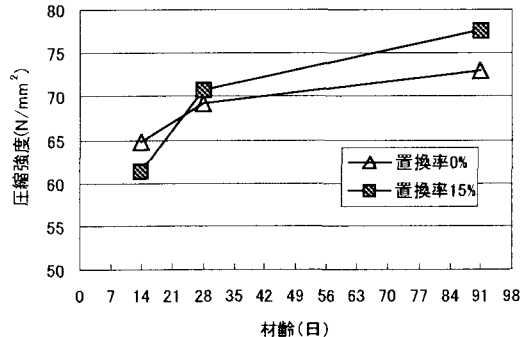


図2 材齢と圧縮強度の関係(遠心供試体)

図2 から、初期ではFA を用いたコンクリートの圧縮強度が現行配合より低いものの基準強度である  $50\text{N/mm}^2$  を十分満足し、材齢28、91日では現行配合を上回った。よって、長期的にみると現行配合に比べ強度の発現が大きくなり、FA の品質がⅡ種灰で置換率15%程度であれば強度的に影響がないと考えられる。

## 3. 試作製品性能試験

配合試験結果から得られた配合によりコンクリートポール製品を製作し、JIS に準じた曲げ強度試験を行い製品性能の検証を行った。

### 3.1 配合及び試作製品

配合は置換率を15%とし、試作コンクリートポール製品はJIS に準じた13-19-3.5 (全長m-末口径cm-設計荷重kN) とし、試験体は現行配合のものを1体、FA 置換のものを3体製作した。

### 3.2 曲げ強度試験方法

曲げ強度試験はJIS A 5373 附属書1 に準じて行った。試験材齢は4週目とした。

試験概要図を図3 に示す。試験はコンクリートポールを水平にして、建柱状態を想定し支持点下を固定する。荷重はポール末口部より250mm下の位置に1次側へ設計荷重まで加え、次に逆方向2次側へ設計荷重まで加え、荷重を0に戻し、破壊荷重まで加えるものとした。検討については設計荷重時及び荷重除去時のひび割れ幅、破壊時の荷重を測定し、JIS 規定値を満足するか検討し、現行配合との比較も行った。

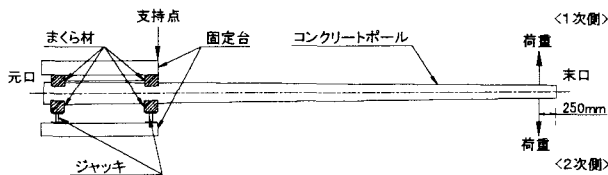


図3 曲げ強度試験概要図

## 3.3 曲げ強度試験結果

曲げ強度試験結果を表-6 に、荷重と先端たわみ量の関係を図4 に示す。

表-6 曲げ強度試験結果

NO.	置換率 (%)	設計荷重時の	荷重除去時の	破壊荷重 (kN)	安全率 (破壊荷重 設計荷重)
		ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ幅 (mm)		
—	0	0.10 以下	0 以下	9.0	2.53
NO.1	15	0.175	0.025	9.4	2.68
NO.2	15	0.10	0	8.7	2.49
NO.3	15	0.10	0	8.5	2.43

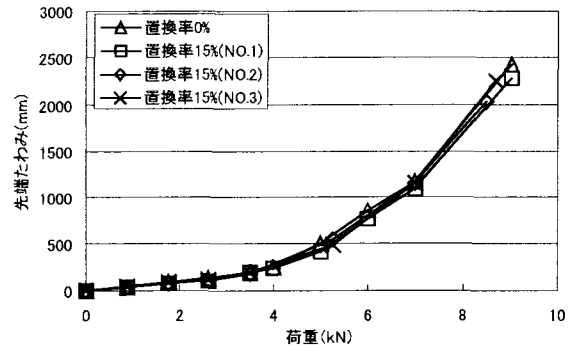


図4 荷重と先端たわみ量の関係

表-6 の曲げ強度試験結果から、FA 置換による試験体全て規格値を満足するものであり、破壊時の荷重による安全率についても現行同様の数値を示した。また、図4 の先端たわみ量からも現行配合と同様の結果が得られたことから、FA 置換によるコンクリートポール製品の性能は現行配合製品と同程度であることが確認できた。なお、圧縮強度試験結果からも、FA の長期強度増進の影響により材齢4週以上経過したものについては更に破壊強度が伸び、現行と同程度以上の高強度が得られると考えられる。

## 4. まとめ

今回行った試験及び使用したFA の品質の範囲内では次の事がいえる。

- 1) FA 混入量の増加に伴い初期の圧縮強度が減少するが、長期には強度増進が期待できる。
- 2) FA 置換率15%の製品性能は本実験の範囲内において十分に規格値を満足する。

## 5. おわりに

今回行った試験結果により北海道電力㈱に報告を行い、H14年12月にFAを使用した配電線路用ポールの形式承認を得て、翌年1月から生産を開始し、これまでにFA 使用による支障はなく十分な品質性能を満足している。

なお、今後遠心成形をしたFA コンクリートの耐久性についても確認していく考えである。

## 参考文献

- 1) 木村正彦 他: フライアッシュを使用するコンクリートの諸性能について(コンクリート工学年次論文集 Vol.1.23, No.1, 2001 p301~306)
- 2) 河原忠弘 他: フライアッシュ原粉のポール用コンクリートへの適用性に関する検討(土木学会第58回年次学術講演会 V-296 p591~592)