

フライアッシュの多量使用がコンクリートの耐久性におよぼす影響

福山市役所 正 会 員 ○古山美宏
徳島大学大学院 正 会 員 川口修宏
徳島大学大学院 学生会員 黒瀬悦成
徳島大学工学部 正 会 員 河野 清

1. 研究目的

第 2 次石油危機以降、わが国では電力供給の安定化、供給コストの制御を目的として電力源の多様化が図られている。そのなかでも石炭火力が化石燃料中最も経済的に優れ、石炭の存在も広範囲かつ豊富で、供給の安定性もあるため、石炭火力が再び脚光を浴びるようになった。そのため、全国各地で石炭火力発電所が建設中、あるいは計画中である。

石炭火力発電所の増加に伴う問題としては、副産物である石炭灰の多量発生が挙げられる。今後、石炭火力の利用度が高くなるため、10 年後の石炭灰の年間排出量は、現在の 2.5 倍に達するといわれている。現在、排出された石炭灰の半分以上は埋立て地に廃棄処分されている。また、環境対策および灰処理対策の確立が困難になりつつあり、今後、多量の石炭灰を有効利用することが望まれている。

そこで本研究は、フライアッシュをコンクリートに多量に使用した場合の耐久性への影響を調査するため、セメントおよびフライアッシュの質量を変化させた配合のコンクリートを用いて耐凍害性、硫酸塩抵抗性、すりへり抵抗性、耐海水性、水密性および断熱温度上昇などの特性を調査し、このコンクリートの有効性を実験的に調査したものである。

2. 実験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント（比重 3.15）、フライアッシュ（比重 2.30）徳島県那賀川産玉砕石、徳島県那賀川産川砂、高性能減水剤、AE 剤を用いた。コンクリートの配合として、単位水量は 140kg/m³ で一定とし、単位セメント量は 180kg/m³、210kg/m³ および 240kg/m³ の 3 種類を用意した。

表-1 コンクリートの配合

種別	W/(C+FA) (%)	単位重量 (kg/m ³)					混和剤(%)	
		W	C	F A	S	G	SP	AEA
C18F1.5	31	140	180	270	705	988	1.8	0.100
C21F1.5	27	140	210	315	673	944	1.9	0.120
C24F1.5	23	140	240	360	641	899	2.6	0.180
FA15	60	157	223	39	781	1095	0.2	0.072
PL	50	160	320	0	686	1069	0.6	0.060

注) SP : 高性能減水剤 AEA : AE 剤

フライアッシュは単位セメント量 180kg/m³、210kg/m³ および 240kg/m³ に対して、外割りで 150% の量（以下それぞれ C18F1.5、C21F1.5 および C24F1.5 と略記）を用意した。ここで、フライアッシュの混入量が多いほど、水結合材比が小となっている。

また比較用として、比較的マシブな土木構造物用として使用されているフライアッシュが単位セメント量に対して、内割りで 15% のフライアッシュコンクリート（以下 FA15 と略記）とフライアッシュを含まないプレーンコンクリート（以下 PL と略記）を用意した。（表-1 参照）

なお、コンクリートの目標スランプ 12±2cm および目標空気量 4±1% にはいるように高性能減水剤および AE 剤の量で調整を行った。

このような配合条件のコンクリートを強制練りミキサで練り混ぜ、硬化コンクリートについて、透水試験、凍結融解試験およびすりへり抵抗性試験を行いコンクリートの耐久性を調査した。

3. 実験結果および考察

まず透水試験結果として、各配合について拡散係数 β の値を図-1 に示す。これより、フライアッシュを多量に使用したコンクリートを比較すると、結合材料が増加するにつれて拡散係数が小さく水密性が高い。また、P

LおよびFA15とこれらとを比較してみるとC21F1.5およびC24F1.5においては拡散係数はかなり小さく水密性が高いことが分かる。

次に凍結融解試験結果として、サイクル数と質量減少率の関係を図-2に示す。これより、PLがもっとも耐凍害性が優れていることがわかる。しかし、フライアッシュを多量に使用したコンクリートについては単位セメント量が多いほど耐凍害性に優れており、C24F1.5においてはPLおよびFA15と比較しても同程度の結果である。

また、凍結融解300サイクル終了後の相対動ヤング係数は92~72%、質量減少率は3~11%であり、いずれのコンクリートも良好な耐凍害性を有しているといえる。

すりへり抵抗性試験結果として、各種類の10000回転時のすりへり減量を図-3に示す。これより、FA15と比較するとC21F1.5およびC24F1.5においては28日および91日養生ともにすりへり抵抗性が優れている。C18F1.5においては28日養生では劣っているが91日養生では同程度の結果を得ている。また、PLと比較してもC21F1.5およびC24F1.5では同程度またはそれ以上の結果を得ており、優れたすりへり抵抗性を有しているといえる。これは、フライアッシュを混和材として用いると、ポゾラン反応によってコンクリートの組織が緻密になるので、長期強度が増加し、すりへり抵抗性が向上するためと考えられる。さらに、28日養生に対する91日養生のすりへり減量の減少率はPLで38%、FA15で17%、フライアッシュを多量に使用したコンクリートで28~30%で、養生期間を長くすれば一般に使用されている普通コンクリートよりすりへり抵抗性がさらに良くなるといえる。

4. 結論

(1) 単位セメント量210および240kg/m³としてフライアッシュを多量使用したコンクリートではプレーンコンクリートより水密性が改善される。

(2) 単位セメント量210kg/m³としてフライアッシュを多量使用したコンクリートの耐凍害性はプレーンコンクリートと同程度である。240kg/m³の場合では高い耐凍害性を示しており、単位セメント量が多い配合ほど耐凍害性が改善される。

(3) 単位セメント量210kg/m³としてフライアッシュを多量使用したコンクリートのすりへり抵抗性はプレーンコンクリートと同程度、240kg/m³の配合にするとより優れたすりへり抵抗性を示しており、また、湿潤養生期間を長くするほどすりへり抵抗性は改善される。

以上のことにより、単位セメント量210および240kg/m³配合としてフライアッシュを1.5倍と多量に使用したコンクリートは普通コンクリートと同程度もしくはそれ以上の耐久性を有しており、マスコンクリートおよび水工構造物のコンクリートに十分使用可能と思われ、今後の積極的利用が望まれる。

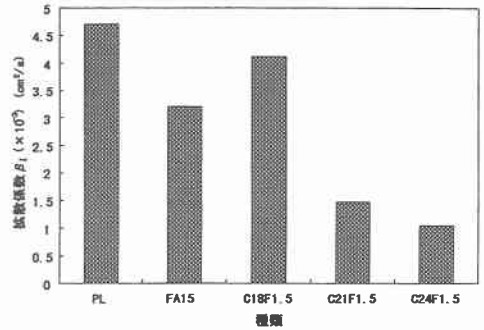


図-1 各配合のコンクリートの拡散係数

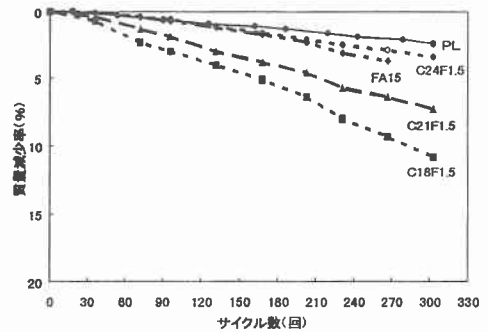


図-2 サイクル数と質量減少率の関係

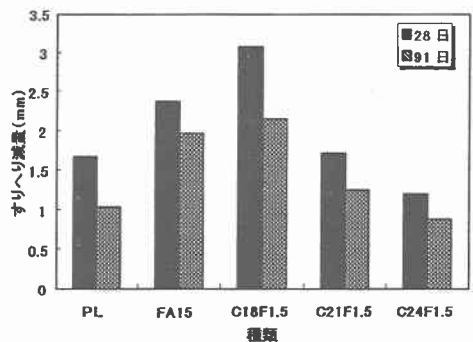


図-3 各種類と10000回転時のすりへり減量