

V-16

フライアッシュを用いたリサイクルコンクリートの強度と乾燥収縮

秋田大学 学 ○小野寺 孝至
学 青崎 克彦
正 佐藤 正一

1. まえがき

低品質の再生粗骨材を用いたコンクリートは、碎石を用いたコンクリートに比べ品質が劣ると言われている。しかし、コンクリートに対する要求性能レベルが比較的低い構造物にはリサイクルコンクリートとして十分利用できる可能性がある。本研究では、リサイクルコンクリートの利用促進のため、再生粗骨材、フライアッシュを使用した場合、どのような影響をもたらすかについて考察するため、碎石を用いたコンクリートを基準として強度や乾燥収縮について検討した。

2. 実験概要

リサイクルコンクリートに用いる再生粗骨材は、建造されてから約 45 年経過し、老朽化に伴い撤去した RC 単純 T 桁橋の桁部および脚部より採取した原コンクリートより製造された。次にこれを粗骨材とし、フライアッシュを用いたリサイクルコンクリートを製造した。表-1 に使用材料の物理的性質および成分を示す。表-2 にコンクリートの配合を示す。碎石を用いたコンクリートを基準とし、これと各材料の容積が等しくなるようにリサイクルコンクリートの配合を設定した。コンクリートの練混ぜには容量 50 l の強制練りミキサを使用し、練混ぜ時間を 90 秒とした。表-3 に原コンクリートの各種試験結果と変動係数を示す。試験に際し、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱供試体、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱供試体を製造した。円柱供試体を材齢 3~91 日で圧縮強度試験を行うとともに超音波伝播速度を測定した。また、角柱供試体を乾燥収縮試験に用いた。乾燥収縮ひずみの測定を $20^\circ\text{C}, 60\% \text{RH}$ の恒温恒湿室で行った。

3. 実験結果および考察

図-1 に材齢と圧縮強度の関係を示す。碎石コンクリート N よりもリサイクルコンクリート A および B の方が、各材齢で圧縮強度が低くなることがわかる。また、F を用いたものは材齢 28 日以降も圧縮強度の増加が顕著である。骨材ごとに F を使用したものとそうでないものを比べると、材齢 91 日では使用した粗骨材ごとに圧縮強度が同等となる結果が得られた。したがって、F を用いたものの圧縮強度は、長期強度が目安になると考えられるが、セメントの一部を F に置換し、セメントの使用量を減らすことが可能であることを示している。

図-2 に材齢と超音波伝播速度の関係を示す。圧縮強度の場合と同様、リサイクルコンクリートの超音波伝播速度は、碎石コンクリートより各材齢でほぼ同程度低下する事がわかる。図-3 に、図-1 と 2 で示したデータを用いて圧縮強度と超音波伝播速度の関係を示す。リサイクルコンクリートの超音波伝播速度は、碎石コンクリートより各強度でほぼ同程度低下する事がわかる。超音波伝播速度は単位容積質量の影響を大きく受ける

表-1 使用材料の物理的性質および成分

使用材料	記号	物理的性質および成分
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度: 3.16 g/cm^3
混和剤	AE	オキシカルボン酸系
細骨材	S	陸砂と山砂の混合砂、密度: 2.59 g/cm^3 , F.M.: 2.74, 吸水率: 2.97%
粗骨材	N	碎石、Gmax: 20mm、密度: 2.67 g/cm^3 , F.M.: 6.60, 吸水率: 1.54%
	A	桁部、密度: 2.39 g/cm^3 , 吸水率: 6.63%, 10t破砕値: 9.86%
	B	脚部、密度: 2.38 g/cm^3 , 吸水率: 6.80%, 10t破砕値: 11.79%
	F	密度: 2.21 g/cm^3

表-2 コンクリートの配合

種類	Air (%)	単位量 (kg/m^3)				
		W	C	S	F	AE
N	6 $\pm$ 1	180	450	994	63	0.36
A				886		
B				890		
N F				994		
A F				886		
B F				890		

表-3 原コンクリートの各種試験結果

	圧縮強度	動弾性係数	超音波伝播速度	単位容積質量
桁部 X	16 N/mm^2	24 kN/mm^2	3804 m/s	2246 kg/m^3
変動係数	28 (%)	19 (%)	7 (%)	3 (%)
脚部 Y	17 N/mm^2	24 kN/mm^2	4038 m/s	2312 kg/m^3
変動係数	27 (%)	14 (%)	4 (%)	2 (%)

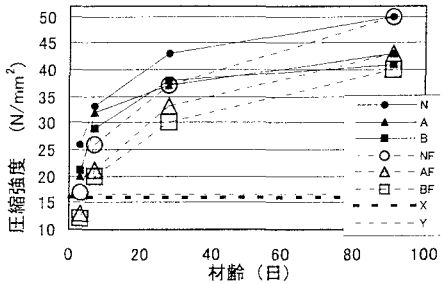


図-1 材齢と圧縮強度の関係

事から、碎石コンクリートの超音波伝播速度をリサイクルコンクリートとの単位容積質量の比率分だけ減じた場合の両者の関係を図中に示した。尚、比率は、表-2 より求め 0.95 となった。F 使用の有無によらず両者の関係は、実測値とほぼ一致する事がわかる。したがって碎石コンクリートの両者の関係がわかれば、これと同配合の場合のリサイクルコンクリートの両者の関係を予測でき、圧縮強度をおよそ推定できるものと思われる。

図-4 に一例として、碎石および再生粗骨材 A を用いた場合の乾燥日数と乾燥収縮ひずみおよび質量損失率の関係を示す。乾燥収縮ひずみは再生粗骨材 A を用いた場合に最も大きい、F を用いることによってかなり低減されることがわかる。再生粗骨材を用いたコンクリートは、碎石を用いたコンクリートに比べ質量損失が大きい。それは、再生粗骨材が長期間にわたって吸水した水分を逸散するためであると考えられる。また、各種粗骨材ごとに F を使用したものがそうでないものに比べ上回っている。それは F を使用したものの水セメント比が大きいため、逸散する水量が増加したためと考えられる。

図-5 に各種粗骨材を用いた場合の F の有無による乾燥収縮ひずみの差を低減量として示し、F が乾燥収縮ひずみに及ぼす影響について考察した。再生粗骨材を用いた場合、碎石を用いたものより乾燥収縮ひずみが大きい、再生粗骨材と F を用いた場合、碎石と F を用いた場合よりも、収縮の低減が大きくなる事がわかる。これは、既往の研究に述べられているように、収縮の原因である C-A-H(カルシウムアルミネート水和物)が炭酸化して、モノカーボアルミネートへ変化する事に関係している。再生粗骨材に F を用いた場合、反応を起こすアルミ量が普通ポルトランドセメントを用いた場合に比べて少なくなり、逆に微粉末効果により C-S-H の生成が促進されるために、より緻密な組織を形成して収縮が低減したものと考えられる。したがって、再生コンクリートの乾燥収縮を低減するには F の使用が有効であると思われる。

4. まとめ

- (1) 再生コンクリートに F を用いると、材齢 91 日で圧縮強度が F を用いない場合と同等の値となり、セメントを節減できる。また、乾燥収縮ひずみを大きく低減できる。
- (2) 碎石コンクリートと各材料の容積割合が等しいリサイクルコンクリートの圧縮強度を、超音波伝播速度からおおよそ予測可能である。

参考文献

- 1) 鶴田孝司ほか:再生骨材コンクリートの乾燥収縮特性に及ぼす混和材の影響, 資源・素材 2000, C5-6, pp.152-153

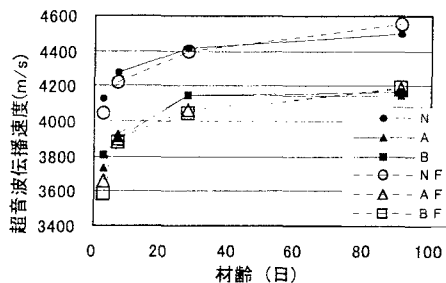


図-2 材齢と超音波伝播速度の関係

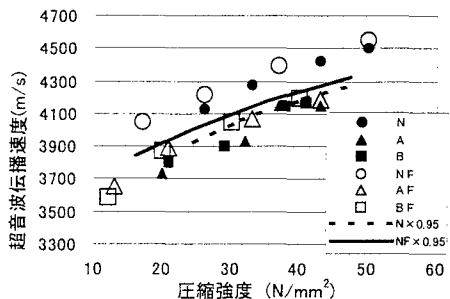


図-3 圧縮強度と超音波伝播速度の関係

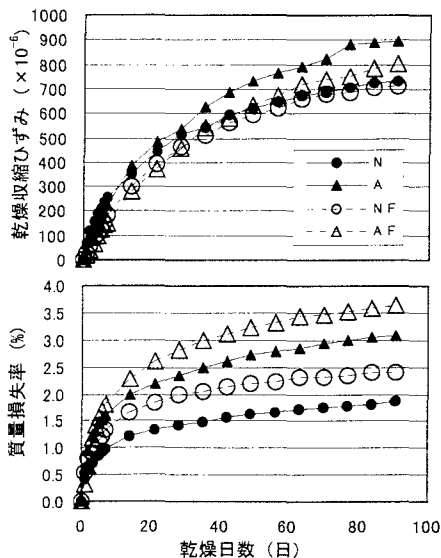


図-4 乾燥日数と乾燥収縮ひずみおよび質量損失率の関係

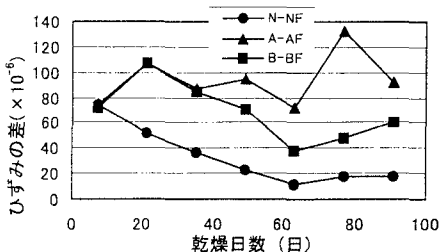


図-5 Fの有無による乾燥収縮ひずみの差の低減量