

近畿大学大学院 学生員○黒松 昭仁

近畿大学理工学部 正会員 玉井 元治

1. はじめに

近年、都市内部の主要道路や高速道路周辺部では、走行する自動車から発生する排ガスと道路網の拡張、整備による交通騒音が大きな社会問題となっている。本研究では、NO_x を吸着する特徴を有する人工粒状ゼオライトを骨材とし、粘性の高いセメントペーストをまぶした連続空隙を有するまぶしコンクリート (No-Fines Concrete:NFC) を使用した。そこに、シリカフューム、カーボンファイバーおよびアルミニウム粉末の結合材を混入した強度および吸音特性を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

普通ポルトランドセメント(C): Sg(比重)=3.16(SO 社製), シリカフューム(SF): Sg=2.28(E 社製), カーボン繊維 [$\phi=7\mu\text{m}$, 全長 6mm] (CF): Sg=1.00(T 社製), アルミニウム粉末(Al): Sg=2.70(W 社製), 高性能減水剤 CAD9000(SP): Sg=1.10(K 社製), 骨材は人工粒状ゼオライト 2 号(Z₅) [$\phi=1.5\sim5\text{mm}$], 3 号 (Z₁₀) [$\phi=5\sim10\text{mm}$] (S 社製)を使用した。

表-1 人工ゼオライト物理的性質と化学的性質

人工ゼオライトの物理的性質と化学的性質を表-1に、NFC の配合を表-2 に示す。

Kind of materials	Specific gravity	Void ratio	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O
Artificial zeolite	1.76	43.5%	48.25	21.52	7.52	5.22	3.25	1.06

2.2 供試体の作成と養生

セメントペーストのフロー値を 270~290mm¹⁾とし JIS 型モルタルミキサーを用いて練り混ぜ作成した。供試体寸法: 圧縮強度試験 $\phi 5\times 10\text{cm}$ 円柱供試体、曲げ強度試験 $4\times 4\times 16\text{cm}$ 角柱供試体、吸音率測定用供試体は直径 9.8cm を一定とし、厚さ 5.0cm、7.5cm、10.0cm の 3 種類として作成した。供試体の養生は、各供試体共湿潤養生 2 日、脱型後空中養生 26 日とした。

2.3 試験方法

軽量骨材の比重、吸水率の測定法は JIS A 1134-1995 に圧縮強度試験は、両面キャッピングを行い JIS A 1108-1993 に曲げ強度試験は、JIS R 5201-1997 に吸音測定は、JIS A 1405「管内法による垂直入射吸音率測定方法」に準じて行った。

3. 実験結果

3.1 各種配合と強度特性

表-2 NFC の配合

Grain size	Type of mixing	W/(C+SF) (%)	Type of admixture	B/V (%)
Z ₅	B	20	SF=0.2	40
	D	25	SF=0.2	40
	B	20	SF=0.2	30
	D	25	SF=0.2	30
	A	20	SF=0.1	20
	B	20	SF=0.2	20
	C	25	SF=0.1	20
	D	25	SF=0.2	20
	E	25	SF=0.1 CF=1%	20
	F	25	SF=0.1 CF=1% Al=1%	20
	G	25	SF=0.2 CF=1%	20
	H	25	SF=0.2 CF=1% Al=1%	20
Z ₁₀	I	25	SF=0.2 Al=2%	20
	J	25	SF=0.2 CF=1% Al=2%	20
	B	20	SF=0.2	20
	D	25	SF=0.2	20
	G	25	SF=0.2 CF=1%	20
	H	25	SF=0.2 CF=1% Al=1%	20

表-3 NFC の配合と強度特性

Grain size	Z ₅ (φ=1.5~5mm)														Z ₁₀ (φ=5~10mm)			
Type of mixing	B	D	B	D	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	B	D	G	H
B/V(%)	40	40	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Compressive st.(MPa)	2.76	2.45	2.42	2.21	1.84	2.22	1.65	2.02	1.84	1.77	2.18	2.15	1.87	1.96	1.32	1.12	1.24	1.19
Bending st.(MPa)	0.9	0.81	0.78	0.68	0.56	0.61	0.5	0.52	0.55	0.52	0.57	0.53	0.5	0.51	0.47	0.39	0.45	0.4

表-3 に NFC の配合と 28 日強度の結果を示す。この結果から、まず粒径相違の同配合において Z_{10} ($\phi=5\sim 10\text{mm}$)より $Z_5(\phi=1.5\sim 5\text{mm})$ を用いる方が、約 2 倍程度の強度増加が見られた。これは、供試体寸法が小さいため前者の方に断面のバラツキと大きな欠損部ができたためと考えられる。次に、各配合における強度の相違は SF,CF および AI 粉末を混入率に依存している。各配合には SF を 10~20%添加しているが、これはペーストの均一化、強度上昇、遊離石灰の防止を図るためである。そこに、AI 粉末を混入すると強度低下するが、しかし、CF を混入することにより、ある程度の強度低下を防ぐことが確認された。なお、軽量気泡コンクリートパネル JIS A 5146 によるコンクリートの圧縮強度規定値は 2.94MPa であることからこの材料を吸音版として利用することは可能だと思われる。

3.2 吸音特性

図-1、図-2 は表-2 の各粒径の H 配合を図-3 は Z_5 を用いた D 配合における吸音率と周波数との関係を示す。これより供試体厚さを変えた場合、供試体厚さを厚くすると低周波数帯域の吸音特性が良くなり、薄くなるほど高周波数帯域の吸音特性が良好になることを示す。次に、骨材粒径と吸音特性の関係は、骨材粒径大小に関係なく同じ軌跡を描いているが、粒径の大きい方は吸音率が少し低下することと吸音周波数帯が狭いことから粒径の小さい方が優位であることが確認された。CF, AI 粉末を混入した図-1 は無混入の図-3 に比べ良好な吸音特性を示した。これは、CF を混入することでコンクリートにある CF が骨材粒子間にまたがり、音波がより多くの振動エネルギーに変換されたと考えられる。また、AI 粉末はペースト一部の空隙に内部に一部連続空隙を形成することから同時に混入することで相乗効果が生まれ比較的良好な結果が得られたと考えられる。

3.3 吸音面積率

図-4 は表-2 の各充填率における供試体厚さと吸音面積率の関係を示す。なお、ここでの吸音面積率は、道路騒音に関係のある 400~1600Hz で測定した。この結果から、B/V を下げて供試体の厚さを増すほど吸音面積率が向上することが確認された。しかし、吸音率のピーク値は供試体厚さに依存しているため、必要周波数域をカバーするためには板厚を 5~10cm の範囲で組み合わせ内部に空間を持たせた形状の吸音版を作成する必要がある。

4. まとめ

以上の結果より、人工粒状ゼオライトを用いた吸音性コンクリートは吸音版としての強度および吸音特性が実用可能であることが分かった。

更に、 NO_x 吸着能と酸化チタン(TiO_2)の併用により強い光触媒作用による酸化力を用いた NO_x を除去することについても検討を行っている。

[参考文献] 1) 玉井元治・田中光徳:シラス軽石を用いた吸音性コンクリート、セメント・コンクリート論文集 No.47, pp.736~741, 1993

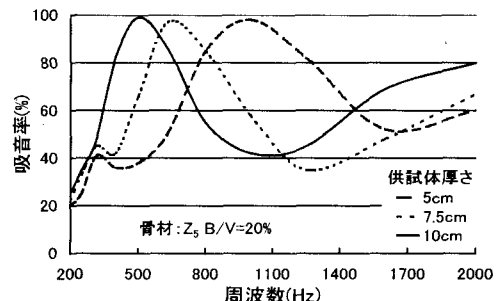


図-1 吸音率と周波数の関係

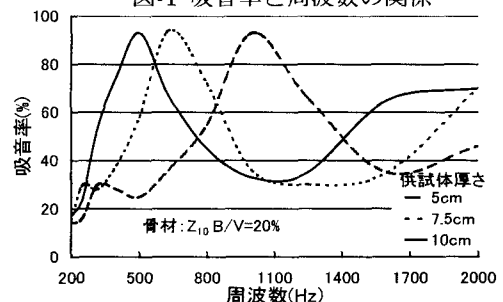


図-2 吸音率と周波数の関係

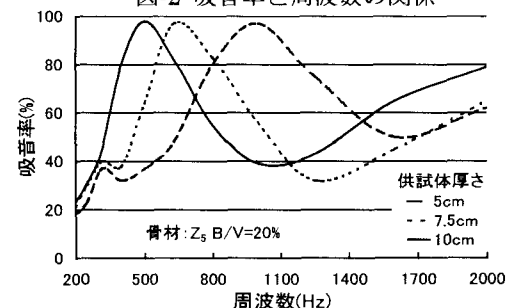


図-3 吸音率と周波数の関係

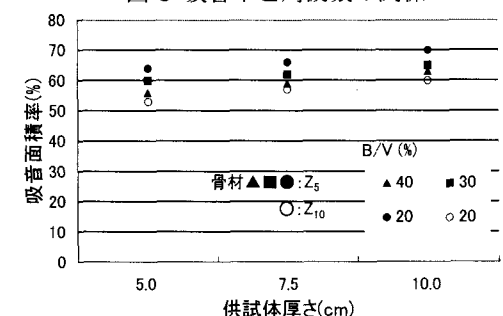


図-4 各充填率における供試体厚さと吸音面積率の関係