

V-75

多孔質コンクリートの配合と連続空隙

近畿大学大学院 学生員 松川 徹

近畿大学理工学部 正会員 玉井元治

1. はじめに

多孔質コンクリート (No-Fines Concrete: NFC) は、力学的な性質以外に透水性・通気性等の機能をもった材料であり、植生、生物膜による水質浄化、吸音等に应用することができる。これらの機能は空隙性状に依存し、また空隙性状はそれに使用される骨材の粒径・粒度・充填形式等によって変化する。

本研究は、NFCの内部空隙の性状を明らかにしようとするものである。供試体の中央部を一定間隔で薄くスライスし、その各断面を画像解析することによって、配合状態とその空隙性状との関係を調査した。

2. 実験概要

NFCの使用材料・作成方法は既報*を参照されたい。供試体寸法は5号碎石 (13~20mm) を使用したものは $\phi 15 \times 30$ cm, 6号碎石 (5~13mm) では $\phi 10 \times 20$ cmとした。碎石空隙への結合材による充填率は30%とした。

①供試体：硬化後のNFCもしくは碎石を型枠に詰め、その連続空隙に極めて粘性係数の低い白色セメントペーストを注入し、VB装置で振動を与え空気を十分に追い出して作成した。

②測定方法：供試体のほぼ中央部横断面を研磨機を用いて5号碎石は2mm間隔で、6号碎石は1mm間隔で研磨し、その各断面を写真に撮り画像解析を行った。研磨総厚は、今回碎石の最大寸法の1.5倍以上とした。

③画像解析：碎石と空隙の輪郭を明瞭にした後、テレビカメラからこの図形をPIAS IIに取り込み各値を求めた。今回空隙径は空隙に内接する円の直径とした。またこの解析で得られる面積の精度は1.03%である。

④解析装置：パーソナル画像解析システムPIAS II (PIAS) <有効画素：縦473,横512,輝度レベル64階調>, パーソナルコンピュータPC9801 mシステム (NEC), RGBモニター (SONY), テレビカメラ。

3. 結果と考察

3. 1 球の充填形式

NFCが連続空隙を有するための材料の構成条件は、粘着力のある適量の結合材が骨材にまぶされたファニチャーの第一領域 (F1 range) で、同一粒径の骨材を使用すると空隙率は20%以上必要である。ファニチャーの第二領域 (F2 range) では気相が独立となる。図1はガラスボールを骨材として用いた時のこれらの領域のモデル図で、立方格子 (Simple cubic) 充填と斜方格子 (Simple stagger) 充填の場合を示す。一般に均等係数の高い碎石を充填したときの空隙率は47~39%となり、充填形式は等球径の粒子を用いたときの立方格子充填 (空隙率: 47.64%) と斜方格子充填 (空隙率: 39.54%) の混合系として近似することができる。

3. 2 画像解析

写真1, 2は、碎石単独およびNFCの供試体の横断面であり、白い部分が空隙である。骨材の分布状態をみ

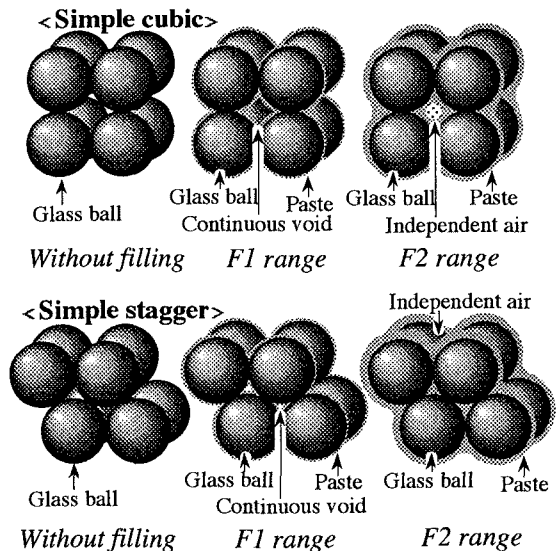


図1 球状骨材への結合材充填モデル

表1 球の充填形式と空隙

Packing model	Number of contact point	Void ratio without filling (%)	Void ratio with 30% paste (%)	Void ratio of F-2 critical point (%)	Max. diameter of independent air	Min. diameter of independent air
Simple cubic	6	47.64	33.35	19.75	0.723D	0.414D
Simple stagger	8	39.54	27.68	8.89	0.528D	0.155D

D: diameter of a ball

ると、ほとんどの骨材は面ではなく点で接触している。またNFCも、白色セメントがほぼ完全に各空隙を埋め尽くしていることから、独立空隙はほとんどないことがわかる。

表2は、5号および6号砕石を使用したNFCの各断面の最大空隙面積、空隙数、空隙率、最大・平均空隙径の値を示す。最大空隙面積・空隙数は単位正方形内で測定し、横断方向の参考値として得た。実際空隙は立体的にはほぼ途切れずに広がっている。平均空隙径は近似値として平均空隙面積から算出した。空隙数は使用した骨材粒径が大きくなるにつれて大幅に少なくなり、またその空隙径は骨材粒径に比例して大きくなることわかる。NFCの連続空隙には6号では2～3mm、5号では5～6mm程度のもの（植物の根・小動物等）が侵入可能であると考えられる。また、各断面の空隙率は共に約30%となった。

図2は、表2「Crushed stone No.5」のNo.8～No.12断面における最大空隙付近の各断面の空隙形状とそれに内接する円の直径を示す。これは供試体内の一部で1cm間（2mm毎）の推移であるが、空隙形状がランダムに変化しているの

がわかる。

4. まとめ

NFCの空隙は、材料の質や構成条件によって連続させることができ、その形や大きさは極めて複雑に変化する。今回の研究結果は物理的性質だけでなく、NFCを緑化する

植物種やその連続空隙に棲息する小動物種等の選定にも関係する。後者の観点から骨材寸法は最低6号以上が必要であり、5号程度が望ましい。

<参考文献>

* Motoharu TAMAI : Water Permeability of Hardened Materials with Continuous Voids, CAJ REVIEW 1988

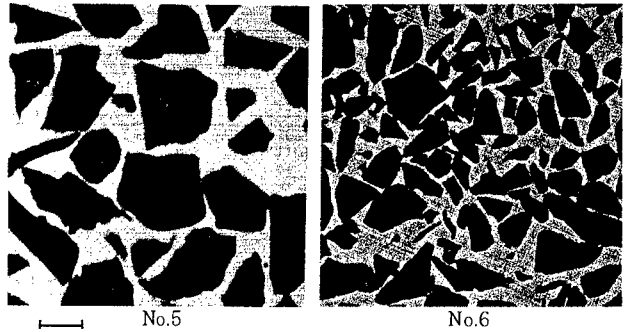


写真1 砕石単独の断面

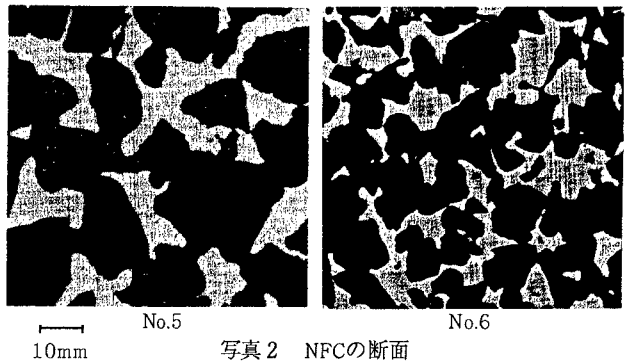


写真2 NFCの断面

表2 砕石を用いたNFCの空隙性状

「Crushed stone No.5」

No.	Max. area* (mm ²)	Number of void /100cm ²	Void ratio (%)	Max. diameter (mm)	Average diameter (mm)
1	691	25	28.4	12.3	5.5
2	436	21	29.2	13.9	6.1
3	819	28	28.4	11.2	5.2
4	1362	24	30.7	10.5	5.8
5	1146	23	32.9	10.9	6.1
6	1037	23	34.2	11.4	6.3
7	1004	25	33.9	11.8	6.0
8	501	31	30.3	8.9	5.1
9	789	32	29.7	11.2	5.0
10	464	30	30.0	14.8	5.2
11	636	32	28.2	15.5	4.9
12	1654	21	30.1	16.6	6.1
13	2123	17	30.3	14.1	6.8
14	748	20	30.3	12.5	6.3
15	757	18	32.9	11.8	6.9
Av.	944	25	30.6	12.5	5.8

*per 102×102=10404 mm²

「Crushed stone No.6」

No.	Max. area** (mm ²)	Number of void /100cm ²	Void ratio (%)	Max. diameter (mm)	Average diameter (mm)
1	314	103	32.6	6.0	2.9
2	325	73	34.6	8.7	3.5
3	369	96	32.4	5.9	3.0
4	357	80	27.5	5.9	3.0
5	205	80	27.3	5.4	3.0
6	142	99	26.3	5.7	2.7
7	219	99	26.4	6.0	2.7
8	228	117	27.6	4.8	2.5
9	151	133	31.4	7.7	2.5
10	198	129	30.2	8.3	2.5
11	174	119	28.5	6.0	2.5
12	199	126	30.8	5.6	2.5
13	141	142	28.0	5.7	2.3
14	170	129	32.5	6.9	2.6
15	284	131	28.4	5.1	2.4
Av.	232	110	29.6	6.2	2.7

**per 66×66=4356 mm²

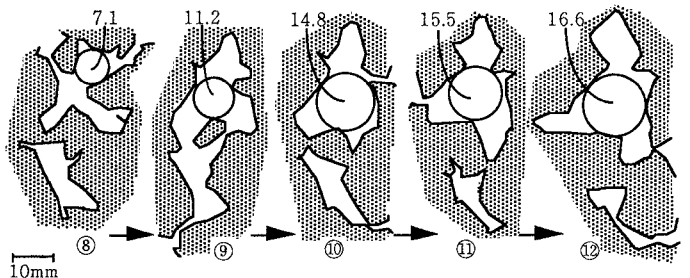


図2 NFC (No.5) の空隙の推移