

V-221 NFC (No-Fines Concrete) の透水性について

近畿大学 正 員 玉井 元治
近畿大学 正 員 〇川東 龍夫

1. まえがき

一般に、硬化したセメントコンクリートは、空隙がなく、水や空気を通さないものが良質の材料とされているようである。ここに示すNFCは、骨材を結合材であるセメントペーストによつてまぶしたコンクリートであり、普通コンクリートの性質とは逆に水や空気を自由に通過し連続した空隙を有する硬化体である。NFCの諸性質を左右する内部要因は、骨材の粒度分布、結合材であるセメントペーストのコンシステンシーとその量であり、また、外部要因は、供試体作成時の締固め方法と空隙率および養生方法などが考えられる。

本研究は、NFCが透水性材料として多く使用されている実を重視し、硬化体中の空隙の状態と透水性状との関係を明らかにする目的で、各種配合の骨材を用い、結合材料を変化した実験結果について論じたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料 セメントは普通ポルトランド、骨材は5号、6号、7号の各砕石、また、高性能減水剤は主成分がポリアルキルアリルスルホン酸塩系のものを使用した。

2.2 配合 結合材の配合は、水-セメント比(W/C)=26%、高性能減水剤(Ad)の添加量はAd/c=1%とし、骨材の配合は、5号:6号:7号=1:0:0、0:1:0、0:0:1、1:1:0、1:0:1、0:1:1、0:3:1とした。

2.3 実験方法 供試体の作成は、高性能ミキサーによつてペーストを作成し、続いてペーストと所定配合の骨材を強制ミキサーによつて攪拌し、 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ の塩ビパイプに表面振動用のパイプレータによつて2層に分けて打設した。空隙率の測定は、NFCの質量を測定する方法と直接供試体を水で飽和させる方法とによつた。

透水試験の方法は、JIS A 1218の工法の定水位試験に準じて行い、透水試験の算定式は次式によつて求めた。 $K = (L \cdot Q) / (H \cdot A \cdot T)$ 、ここで、K:透水係数(cm/sec)、H:水頭(cm)、L:供試体の長さ(cm)、A:供試体の断面積(cm^2)、Q:供試体内を通過する水量(cm^3)、T:時間(sec)である。

3. NFCの充填形式

表-1 レオロジカルな充填形式

充填形式	Slurry域	Capillary域	Funicular域		Pendular域
			第2領域	第1領域	
固体	不連続	不連続	連続	連続	連続
液体	連続	連続	連続	連続	不連続
気体	—	—	不連続	連続	連続
状態					

まだ固まらないセメントモルタルやコンクリートのレオロジカルな充填形式は、それらに使用する骨材を固体、セメントペーストを液体、空気を気体とすると、一般には表-1に示す領域の何れかに属することになる。例えば、ペーストが懸濁状でSlurry

域の場合、注入用のモルタルはペースト中に細骨材が透過しているSlurry域であれば注入は不可能であり、ポンピングの可能な通常のコンクリートは、骨材が一部連続であるがペースト膜層が互に干渉し合う領域、すなわちCapillary域とみなすべきであろう。それ以上にペーストが少なくなると、骨材が全て連続して空気が入るようになり、Funicularの第2領域となる。さらにペーストを減ざると、骨材、ペースト、空気がそれぞれ連続なFunicularの第1領域となり、最後には、骨材と空気は連続でペーストは不連続のPendular域になる。このような充填形式を想定するとNFCは、ペースト量が少ない場合、Funicularの第1領域、また、ペーストが多くなるとFunicularの第1領域と第2領域の混合域によって構成されているものと考えられることのできる。

4. 透水試験の結果と考察

図-1は、空隙率と結合材量、および空隙率と透水係数(K)の関係を砕石配合5号:6号:7号=0:0:1につ

いて、また、0:1:1について示したものが図-2である。これらの図によれば、結合材量の増加は空隙率を減少させ、その関係は直線的であり、また、空隙率と透水係数についても直線的な比例関係にあることがわかる。

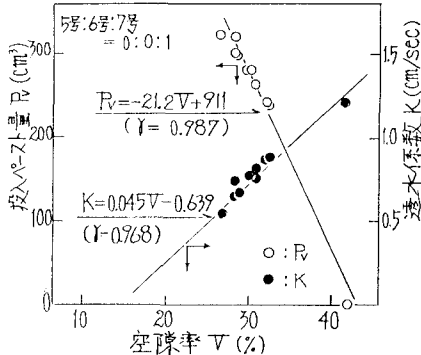


図-1 空隙率とバスタード透水係数の関係

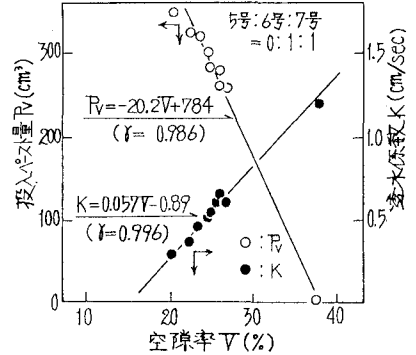


図-2 空隙率とバスタード透水係数の関係

また、各々の関係において、対応するパラメータは極めて良い相関性となっている。このような関係は、他の碎石配合についても同様の結果となった。本研究におけるNFCの結合材投入量範囲(結合材重量/骨材重量, $P/A=0.24\sim0.32$)において、前定の投入量に対するPとAの関係は、ほぼ比例の関係となった。

同一体積における骨材のみの場合と結合材を投入したNFCの骨材量を比較すると、結合材が投入された骨材の実積率は骨材のみの場合より減少する傾向にある。これは骨材にまぶされた結合材の付着状態もしくはその厚さが影響したものと考えられ、結合材無投入の骨材間隔より影響された割合だけNFCの体積が増大し、結果として骨材の実積率が減少したものとと思われる。したがって、各骨材配合における結合材の増加は骨材の実積率を減少させるようなものであるが、結合材がそれ以上多くなっても実積率に影響しない場合があり、これは結合材が骨材の空隙に充填するためと考えられる。こうした傾向は、3.で述べたNFCの充填形式に影響するようである。

NFCの空隙には連続空隙と不連続空隙(独立した空隙)の両者が存在し、連続空隙は、透水性に直接影響すると考えられる。図-3は、NFCの結合材量と、全空隙に対する連続空隙の割合との関係を示したものである。この図によれば、結合材が少ない場合、連続空隙は全空隙に近い値であるが、結合材の増加にしたがって連続空隙の割合は減少する。この傾向は、図-1および図-2に示した結合材-空隙率の関係とは量なり、結合材の増加に対する連続空隙の減少割合が大きい。このことは3.の充填形式で述べたように、 $P/A=0.24$ のように結合材量が少ないNFCはFunicularの第1領域に近く、 P/A の増加にしたがって不連続空隙の多い(連続空隙の割合が少なくなる)Funicularの第2領域に近づくためと考えられる。

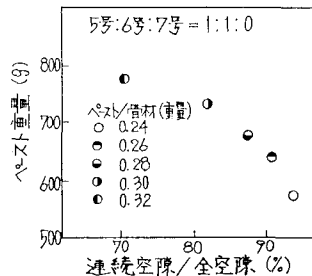


図-3 バスタード重量と連続空隙の関係

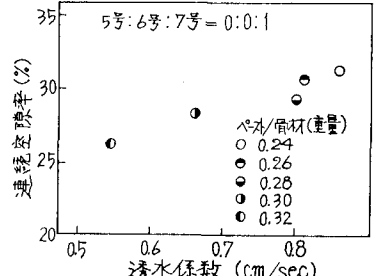


図-4 連続空隙と透水係数の関係

図-4は、連続空隙率と透水係数の関係を示したものであるが、図-1および図-2の空隙率-透水係数の関係と同様に、連続空隙率の増加によって透水係数も増加しており、ほぼ直線的である。以上より、各種配合の骨材を使用してNFCのような透水性材料を作成する場合、結合材の投入量によってその充填形式が変化し透水性に影響を与えたと考えられるため、レオロジカルな充填形式を考慮してその骨材配合に適した結合材量を制御することが必要であると思われる。

振動締め後、硬化したNFCを所定の長さで切断し、その空隙率を比較した結果、全般的には上層の空隙率が下層の空隙率を下回る結果が得られた。また、圧縮成形による締めめ法は振動締めめより不連続な空隙は発生しにくく、透水性材料を作成するには有効と考えられるが、締めめ圧力がNFCの微細な骨格形成に十分作用するように考慮をする必要があると思われる。

振動締め後、硬化したNFCを所定の長さで切断し、その空隙率を比較した結果、全般的には上層の空隙率が下層の空隙率を下回る結果が得られた。また、圧縮成形による締めめ法は振動締めめより不連続な空隙は発生しにくく、透水性材料を作成するには有効と考えられるが、締めめ圧力がNFCの微細な骨格形成に十分作用するように考慮をする必要があると思われる。