

V-290 シリカフュームを混入したNFCの性状

近畿大学理工学部 学生員○高祖 亮一
正 員 玉井 元治

1. まえがき

NFC(No Fines Concrete;まぶしコンクリート)は、粗骨材を粘ちような結合材(セメントペースト)でまぶしたコンクリートで、空隙が大きく、通気性および透水性があり、特殊な用途に利用できるが、普通コンクリートに比べ強度が弱い欠点がある。

本研究はこの欠点を改良するため、粗骨材の結合材であるセメントペーストにシリカフュームと高性能減水剤を用い、強度増加を計ったものである。

この種のコンクリートの充填形式は、粗骨材を固相、セメントペーストを液相、空隙を気相とみなすと、Funicular の第一領域から第二領域の間にあり、NFCは粗骨材の粒度および結合材量の相違によって、透水係数や強度特性は著しく変化する。そこで当材料の用途を、透水性舗装材への利用として透水係数を0.1~1(cm/sec)とし、各種強度をできるだけ上昇させることを目的とした。

2. 試験方法

使用材料：普通ポルトランドセメント(大阪セメント社製)、5号・6号および7号碎石(高槻産)、シリカフューム(エルケム社製)、高性能減水剤(花王株式会社製)

配合：本試験で用いた配合は、表-1に示す。

表-1 配合表

W/(C+SF) (%)	25											
P/G (%)	28											
碎石比 5:6:7	0:0:1				0:3:1				5:1:4			
SF/(C+SF) (%)	0	10	15	20	0	10	15	20	0	10	15	20
Sp/(C+SF) (%)	1.0	1.5	1.75	2.0	1.0	1.5	1.75	2.0	1.0	1.5	1.75	2.0

W=水、C=セメント、SF=シリカフューム、Sp=高性能減水剤、G=碎石、P=W+C+SF+Sp

打設および養生方法：供試体作成に関する一連の作業工程の概略を図-1に示す。

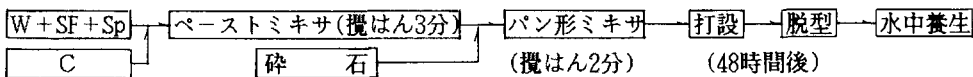


図-1 作業工程

試験方法：圧縮および引張試験は円柱供試体を用いた。それぞれの寸法は、 $\phi 10 \times 20$ cmおよび $\phi 10 \times 15$ cmとした。曲げ試験については、 $10 \times 10 \times 40$ cmの供試体とした。各試験はJIS A-1108(圧縮)、JIS A-1106(引張)およびJIS A-1113(曲げ)に準じて行なった。なお圧縮試験は、コンプレッソメータを装着し、静弾性係数の測定も併せて行なった。

3. 試験結果および考察

NFCの圧縮強度は、骨材の粒度・結合材の量とその種類・混合物の締め固め程度等によるが、ニートセメントペーストを用いると、一般に100~150 (Kgf/cm²)であり、高性能減水剤(Sp)を添加するとW/Cが下がり、結合材の強度が上がるため、150~290 (Kgf/cm²)まで上昇させることができる。また、NFCの結合材であるセメントペーストにSpとSFを混入し、所望のレオロジー量を持った性状に調整したものを用いるとなお一層、強度を上昇させることができる。

図-2は、SFの混入と骨材配合がNFCの圧縮強度に与える影響をみるため、骨材比0:0:1(7号碎石のみ)・SFなし・材令7日における圧縮強度(σ_c)に対し、前記配合で材令を変化させたときの圧縮強度(σ_{ci})の

比を示したものである。この結果によれば、SFの混入効果は若材令では比較的小さいが、材令が進行するに従い大きくなるようであり、SFの混入率が高くなるほどその傾向を示す。これはSF混入セメントモルタルやコンクリートと同様に、SFとセメントとのポズラン反応性や空隙細孔の充填効果に負うところが大きいことを示している。一方、骨材配合の違いがNFCの強度に与える影響をみると、0:0:1に比べ、0:3:1はやや高いのに対し、5:1:4が大きい値を示す。これは骨材の空隙量とその状態および比表面積などに依存するものであり、単位当たりの結合材量が同一の場合、結合材の分布や骨材に付着する厚さにも影響を与えるためである。以上のように骨材配合の決定は利用目的にもよるが、各種因子を考慮し行なうことが必要であることを示している。

引張強度(σ_t)は図-3のように、碎石配合比およびSF混入量の相違において圧縮強度(σ_c)と同様な傾向を示すようである。 $\sigma_t - \sigma_c$ の関係をSenやCarneiroらが得た関係式の範囲と比較すると、 σ_t はいずれも関係式と比べ同等以上である。したがって本実験範囲におけるNFCの σ_t は、普通コンクリートにおける σ_c から期待される σ_t よりやや高い。この傾向は、碎石配合比0:0:1あるいは0:3:1に強く現われている。

曲げ強度(σ_b)と σ_t の関係は図-4に示すように、

$$\sigma_b = 1.371 \sigma_t + 4.430 \quad \text{---(1)}$$

で表わせる。この式から得られる関係は、セメント協会による普通コンクリートの関係式($f_b = 1.26 f_t + 11.9$ --- (2))に比較して低くなっている。とりわけ、 σ_t が15~30 (kgf/cm²)の範囲では σ_b が低い。これらの低い値が得られた碎石配合比は0:0:1および0:3:1である。また、5:1:4における σ_b は、(2)式に比較的近似している。このような結果から得られた σ_b を実際の舗装に適用すると、歩道の場合35 (kgf/cm²)以上を必要とするが、当材料の配合では5:1:4が適当と考えられる。

弾性係数(E_n)と圧縮強度(σ_c)および密度(ρ)との関係を示すと図-5のようになり、普通コンクリートの弾性係数(E_o)と比較すると、5:1:4($\rho = 2.10 \sim 2.30$)で、 E_n は E_o と同程度である。

以上SFとSpを併用したNFCの強度特性につき検討したが、何れの強度もSFを混入することにより大きく改良することができた。これは特に、結合材の骨材への良好な付着と、ブリッジングなど分離に対する抵抗性を増加させたためと考えられる。

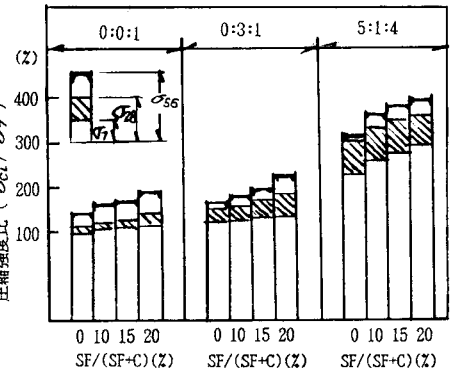


図-2 材令および配合比が圧縮強度に与える影響

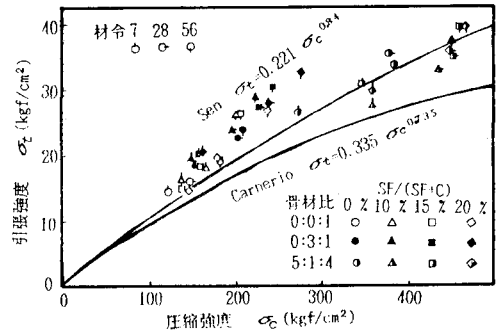


図-3 圧縮強度と引張強度の関係

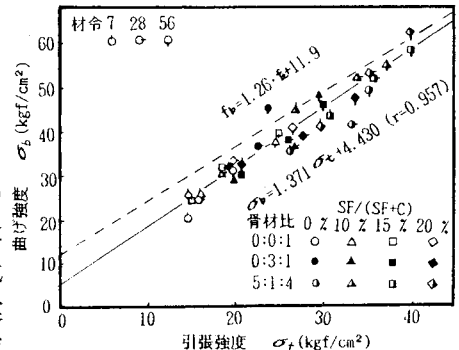


図-4 引張強度と曲げ強度の関係

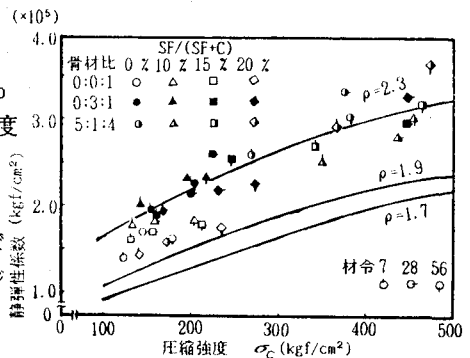


図-5 圧縮強度と静弾性係数の関係