

V-122

ポーラスコンクリートの性質と付着生物

近畿大学大学院 学生会員 松川 徹

近畿大学理工学部 正会員 玉井元治

1. はじめに

水や空気を自由に通すことのできるポーラスなコンクリート（No-Fines Concrete：NFC）を自然水域に沈漬すると、その粗い表面や連続した内部空隙に生物膜層が形成され、水域の水質浄化能力を高めると同時にバランスのとれた生物環境が創造されるものと考えられる。本研究は、NFCを自然海浜に2年間沈漬したときの強度特性、遊離石灰の溶出、また海浜および河川における付着生物等について検討したものである。

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（CN）〈O社製〉：Sg（比重）=3.16，高炉セメントB種（CB）〈O社製〉：Sg=3.04，シリカフューム（SF）〈ノルウェーM社製〉：Sg=2.30，ナフタリン系高性能減水剤（Sp）〈K社製〉：Sg=1.12，砕石5号（10～20mm），6号（5～13mm），7号（2.5～7mm）〈山形立谷沢川産〉：Sg=2.62～2.64，砕砂（～5mm）〈岩手米里産〉。NFCの配合をTable 1に、普通コンクリートの配合をTable 2に示す。尚これらの配合はNFC内部への生物付着を主目的としたため、透水性と内部表面積の拡大を考慮して砕石自体の空隙に対し結合材の充填率を30%とした。

2.2 供試体および試験方法

φ10×20cm円柱供試体に、JIS法による締め固めと表面振動型バイブレーターにより2層で打設し、1日後片面にキャッピングを行った。2日間空中湿布養生後、1週間水中養生し、所定の場所に沈漬した。沈漬場所は大阪府岬町水産試験場隣接湾内と東大阪市新川にした。圧縮強度試験はJIS A 1108に準じ、pH測定試験は、現地から引き上げた供試体を水道水で洗浄した後、2Lの清水の入った密閉容器に24時間沈漬し、pH METER（堀場製）で測定した。付着生物の観察は、目視および位相差顕微鏡 X2F-Ph で行った。

3. 実験結果と考察

3.1 海浜に沈漬したNFCの強度特性

Fig. 1は海浜に沈漬した各種供試体の圧縮強度と沈漬日数の関係を示す。日数が経過するにつれてそれぞれの強度差は小さくなる。NFCは91日を、普通コンクリートは180日を最高に減少する傾向をしめす。最高点から730日までの強度の低下率は、普通コンクリートが20%なのに対しNFC（6号砕石）は32～36%となり、自由に水を通すNFCの方が劣化が早いことが分かる。結合材の種類（A～C）をみると強度の高い順にC，B，Aとなり、ポゾラン質材料を含むC，Bに効果がみられ、特にCが長期にわたり安定な強度を示す。骨材の相違の差を見

Table 1 Mix proportions of NFC

Mixing Type	Kind of Binder	Kind of Crushed stone	SF/(C+SF) (%)	W/(C+SF) (%)	Unit Weight (kg/m ³)						
					W	C	SF	G	Sp		
A	CN	No. 6	—	25	55.9	224	—	1470	2.90		
B	CB	No. 6	—	25	54.4	218	—	1470	2.94		
C	CN+SF	No. 6	20	25	51.5	165	41.3	1470	7.92		
D	CB	No. 7	—	25	57.3	229	—	1390	3.21		
E	CN+SF	No. 7	20	25	54.2	174	43.5	1390	8.34		

CN: Normal portland cement, CB: Portland blast-furnace slag cement, W: Water, C: Cement, SF: Silica fume, Sp: Superplasticizer, G: Gravel

Table 2 Mix proportions of normal concrete

Mixing type	W/C (%)	s/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)							Slump (cm)
			W	C	S	G ₁	G ₂	G ₃	Sp	
F	50	45	162	325(CB)	864	806	354	57	1.95	2

S: Sand, G₁, G₂, G₃: Crushed stone No. 5, No. 6, No. 7

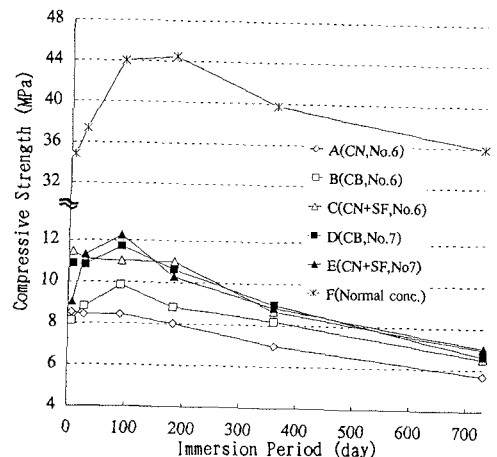


Fig. 1 Compressive Strength versus seawater immersion period

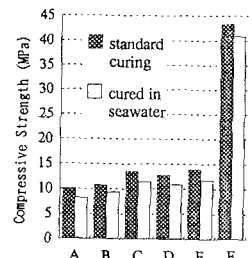


Fig. 2 Compressive Strength versus mixing type of concrete

ると、CとEは殆ど差がみられないがBよりもDが大きな値を示す。これはB、Cに比べD、Eの方が骨材の粒子径が小さいために粒子間隔が緻密になり、均一性が高くなるからと考えられる。Fig. 2は淡水標準養生下の強度特性を示す（値は沈漬日数28, 56, 91日の平均）。淡水標準養生はNFCから多量の遊離石灰が溶出するため $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 飽和溶液養生とみなすことができる。海浜沈漬による強度の低下率は、普通コンクリートでは6%、NFCでは13～18%となる。またA、B、Cの低下率はそれぞれ18%、13%、15%となり、ポズラン質材料を含むB、Cは自然海浜においても強度を維持できるものと思われる。

3. 2 海浜に沈漬したNFCの中性化

Fig. 3は海浜に沈漬した各種供試体のpHと沈漬日数との関係を示す。これよりNFCは普通コンクリートよりも早期に中性化することが分かる。結合材の種類の差は、C、Bの方がAよりもpHが低いことから、ポズラン質材料の使用がNFCの中性化を促進させることがわかる。骨材の相違による差は、D、Eの方がB、Cよりも早く中性化することから、中性化速度はNFCの表面積に比例する。

3. 3 NFCへの生物付着

海浜および河川に沈漬したNFCの外・内部を目視観察した結果、前者からはゴカイや甲殻類などが、後者からはユスリカの幼虫やイトミミズなどが確認された（多い時期で $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ 円柱供試体から約150体のユスリカの幼虫が採取された）。また共に表面が茶褐色化していたことから、バクテリアなどの微生物が棲息していることがわかる。しかし、7号砕石を使用したNFCの内部空隙からは、肉眼で見える生物は殆ど確認されなかった。これは、肉眼で見える生物にとって7号砕石の空隙径は狭すぎることを示している。次に河川に沈漬したNFCから顕微鏡で確認された微生物は、個体数の多い順に、藻類では、珪藻類、緑藻類、藍藻類、動物性プランクトンでは、輪虫類、繊毛虫類となる（Fig. 4）。これらで今回沈漬した河川の生物学的な水質判定を行うと、ユスリカの幼虫、イトミミズ、藍藻類、繊毛虫類は有機汚染の進んだところを好むことから、この河川の汚染度はかなり進んでいるといえる。一般に普通コンクリートへの生物付着は3ヶ月以上要するとされているが、この種のコンクリートは早期に中性化することから、1～2ヶ月で付着する。NFCに付着したバクテリアは陸上由来の汚染物質を含む有機物を分解して蓄積を防ぎ、またバクテリアから形成されるデトリタスは小型生物の重要な餌となっている。そしてその小型生物は魚類や鳥類に食され、ここに一連の食物連鎖が形成される。NFCはこれらの食物連鎖の母材になるものと考えられる。

4. 結論

- 1) NFCの自然海浜における強度は遊離石灰の溶出によって低下する。これらを抑制するにはSFの混入やCBの使用が望ましい。またNFCは、7号砕石よりも6号砕石を用いた方が早く劣化する。
- 2) NFCは大きな表面積を有するため普通コンクリートよりも早期に中性化され、またポズラン質材料の混入によって中性化は促進される。このことはNFCには早期からの生物付着が可能であることを示す。
- 3) 小型動物が棲息するためのNFCに使用する骨材は、6号以上の寸法が必要である。
- 4) 自然水域に沈漬したNFCには生物膜層が早期に形成され、これが食物連鎖に刺激を与えるようである。よってこの種の硬化体は、自然浄化と各種生物の育成用材料として利用可能と考えられる。

【参考文献】

玉井元治、他；まぶしコンクリートの海中における性質と水質浄化の可能性、セメント・コンクリート論文集 No. 46, 1992
栗原 康；人口干潟をめぐるエコ・テクノロジーとその問題点

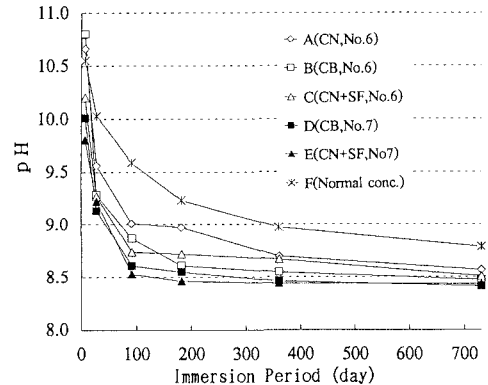


Fig. 3 Changes of pH versus immersion period

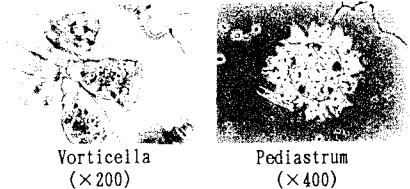


Fig. 4 Epilithic organisms