

V-11

高耐久性緑化ポーラスコンクリートに関する研究

東北学院大学工学部 学生員 ○ 北村 剛

東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司

東北学院大学大学院 学生員 大友 鉄平

1. まえがき

21 世紀における土木技術者の課題の一つとして、持続可能な発展を根底においた環境配慮型新素材の開発が挙げられる。我々が研究を行っているポーラスコンクリート（以下、PoC）は、コンクリート業界において、これまでのコンクリートの概念を覆し、新たな付加価値を生むであろう新素材として注目されている。

PoC は普通コンクリートと異なり、連続空隙を有することにより、植生基盤としてだけでなく生物の生息空間としての役割も果たすことが可能であり、現在、のり面工法や護岸工事に利用されはじめている。しかし、PoC がこのような多くの可能性秘めている一方で、強度・耐久性の面で不安を抱えており、新素材であるゆえにデータ蓄積の不十分さも指摘されているのが現状である。

そこで本研究では、強度と耐久性を有する PoC を目指し、にシリカヒュームを混入した PoC マトリックスに、合成繊維（超高強度・超極細な短繊維）を混入した繊維補強 PoC 供試体を作製した。その供試体を用いて、高耐久性化を目的とした実験および緑化実験を行うことにより、高耐久性化と緑化の双方を満足させ、加えて高強度化も視野に入れ、研究を行ったものである。

2. 実験方法

実験に使用する供試体は、通常の PoC（以下、普通 PoC）と繊維補強 PoC（繊維混入およびシリカヒュームの置換率を 10%、20%、30% として混入したものであり、以下、繊維補強 PoC M-10、M-20、M-30）の劣化の比較のため、4 種類の供試体とした。

耐久性試験としては実環境に近いものとするため、乾燥湿潤繰り返し試験と凍結融解試験の 2 試験を選定し、供試体サイズは $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$ とした。また、緑化試験と諸物性試験についても合わせて行った。

乾燥湿潤繰り返し試験は、乾燥（乾燥炉を使用した）24 時間、湿潤 12 時間を 1 サイクルとして、10 サイクルごとに圧縮強度を測定し、強度比によって評価した。

凍結融解試験は、ASTM C666 の温度履歴（4.4～17.8℃）に沿って、1 サイクルを 4 時間とする一面凍結融解試験を行った。10 サイクルごとにデジタルカメラとマイクロスコープを使用して、目視および微視的に劣化を評価すると共に、質量減少率による劣化の定量化も行った。

緑化試験については、図-1 に概要図を示す。あく抜き終了後、種子（トールフェスク）と植物に必要な水分と肥料を含む無色透明なポリマーを混合し、それらを供試体上面に敷き、種子の発芽・発育さらにポーラスコンクリートへの着生を促進させた。また、植物生長後、栄養供給のための充填材代用として、栄養活力剤を混合した水にポーラスコンクリートを浸し、根部の伸長、着生を促進させた。無色透明なポリマーや栄養活力水を使用することで植物の着生観察が容易であると考えた。以上のような方法で、骨材粒径や使用材料の異なる PoC に関する植物の着生および生長を比較した。さらには植物の早期着生および早期生長を優先させながら実験を行った。観察は、目視およびマイクロスコープを用いた拡大撮影を行い、各種緑化ポーラスコンクリートへの植物の着生および生長の比較実験を行った。

諸物性試験として、図-2 には各試験に使用した各種種類の圧縮強度値を示した。

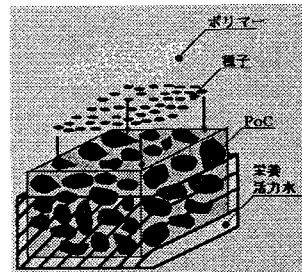


図-1 緑化試験

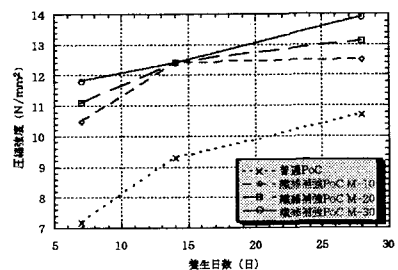


図-2 圧縮試験結果

3. 実験結果および考察

図-3 は乾燥湿潤繰り返し試験の結果を示したものである。普通 PoC、繊維補強 PoC M-10、M-20 については、緩やかな劣化の進行が見られたが、繊維補強 PoC M-30 については急激な劣化の進行が見られた。ここまでのサイクル数で評価するには、データが十分とはいえないため、今後、より多くのサイクル数で傾向を見ていくとともに、凍結融解試験同様、微視的観察も加えて評価することが必要であると思われる。

写真-1・写真-2 は凍結融解試験において、0 サイクルと 90 サイクル後について目視および微視的 (50 倍) に劣化状況の比較を行った一例を示したものである。普通 PoC は 0 サイクルと比較し、90 サイクル後では明らかな劣化が見られたが、各繊維補強 PoC にほとんど劣化の兆候が見られず、各々に差異も見られなかった。今後は、サイクル数を増やし、各繊維補強 PoC の劣化の差異を観察していくべきであると考え。一方の質量減少率については、各供試体で質量の減少傾向が見られず、サイクルによっては、多少の増加傾向も見られた。

その原因としては、計量前の供試体の含水状態の相違や繊維の水分吸収による影響等が考えられ、今後改善すべき点であると思われる。

緑化試験において、各供試体とも 5 日ほどで発芽し、その後順調に着生・生長した。各供試体を比較すると、供試体外部に生長する部分 (茎部) については、多少の差が見られたものの、大差は無く、各供試体とも順調に生長した。しかし、供試体内部における根部の着生は、骨材粒径別に比較すると 10~20mm 碎石使用供試体の着生の方が良好であり、各繊維補強 PoC も同様に良好であった。

4. まとめ

(1) 乾燥湿潤繰り返し試験については、繊維補強 PoC M-10、M-20 については緩やかな劣化の進行が見られたが、繊維補強 PoC M-30 においては、急激な劣化の進行が見られた。本実験では、終了サイクルが 30 サイクルと十分なデータが得られたとはいえないため、サイクル数を増やし、継続して傾向を見る必要がある。

(2) 凍結融解試験については、総合的に評価すると、質量減少率に関しては明らかな数値的变化は見られなかったものの、目視および微視的観察においては、普通 PoC と比較して各繊維補強 PoC にはほとんど劣化は見られず、繊維が凍害性を発揮したのと言える。

(3) 緑化試験については、充填材として栄養活力水を使用することにより、植物の着生観察が容易であることが確認された。また、各供試体において、供試体外部に生長する部分については、大差は無かった。マイクロスコープを使用した微視的観察や供試体内部における根部の着生は、5~10mm 供試体よりも 10~20mm 碎石使用供試体の着生の方が良好であった。繊維を混入した供試体でも着生が見られ、緑化が可能であることがわかった。

5. 謝辞

本研究に際し、東北学院大学工学部土木工学科平成 15 年度大塚研究室、小野崇徳の協力を受けた。ここに感謝の意を表する。

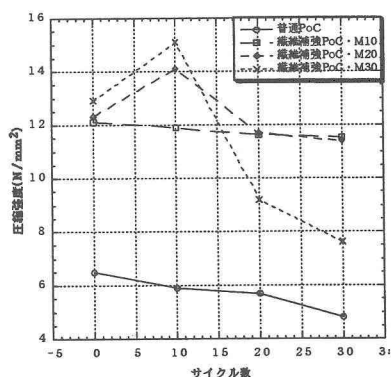


図-3 乾燥湿潤繰り返し試験結果

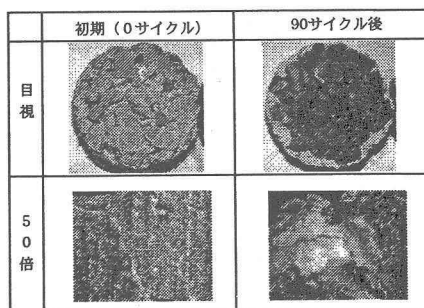


写真-1 普通PoC

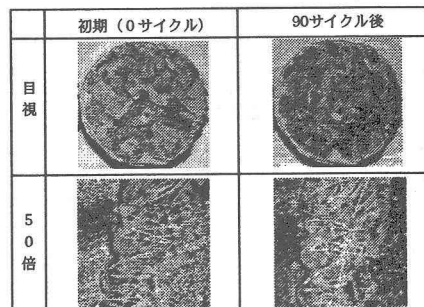


写真-2 繊維補強 PoC