竹粉接着したポーラスコンクリートの生物皮膜生成に関する研究

長野高専環境都市工学科 ○勝野 篤紀
長野高専環境都市工学科 正会員 遠藤 典男

１．はじめに

ポーラスコンクリート（以下 PoC）は多孔質な構造を有し，環境負荷低減コンクリートとして注目されている．しかしその多孔質な構造により，通常のコンクリートよりも表面積が大きく，セメントの化学成分に起因するアルカリ成分の溶出が多いと考えられる．そのため，PoC は環境負荷低減コンクリートであるが，溶出したアルカリ成分は植物の生育等に悪影響を及ぼす可能性がある．

自然環境下の河川等に PoC を設置した場合，長期間にわたり徐々に生物皮膜が PoC の表面に生成されることにより，アルカリ成分の溶出は減少する．しかしながら，PoC 表面に生物皮膜が生成されるまでの長期間にわたるアルカリ成分の溶出は改善すべき課題である．本研究では，特に PoC 設置直後における環境負荷の低減を目的とし，PoC 表面へ竹粉接着を行うことによる生物皮膜生成の促進効果を検証する．

２．竹粉の作製と PoC への接着

PoC 供試体に接着する竹粉は，土壌細菌の活動を活発にし，微生物の増殖や植物の発芽・発育促進等の効果があるとされる乳酸発酵した竹粉を用いた．これは既往の実験結果より，ミキサーで粉砕した直後の竹粉を用いるよりも，嫌気状態で放置し乳酸発酵させた竹粉を用いた方が，生物被膜形成の促進効果が高いことが確認されていたためである．接着する手法としては，PoC 供試体表面に水セメント比 70%のセメントペーストをまんべんなく塗り広げた後，竹粉の上で転がし接着した．

図１に竹粉接着をした PoC 試験体（以下，B-PoC とする）を示す．また，竹粉接着による生物皮膜生成の促進効果を比較するために，図２に示す竹粉の接着を行わない PoC 試験体（以下，N-PoC とする）を作製し，比較検討した．なお今回は表 1 に示した配合で，B-PoC 供試体及び，N-PoC 供試体を 3 本ずつ合計 6 本作製した．セメントは普通ポルトランドセメント，粗骨材・細骨材は千曲川水系の川砂利（粗骨材最大寸法 20mm）および川砂を使用し，全空隙率は 10[%]とした．また試験体の寸法は直径 125mm ×高さ 250mm の円柱試験体で，空隙率の実測値は 13.5%であった．

３．検証方法

PoC 表面に生物皮膜が生成されることで，PoC からのアルカリ成分の溶出は減少すると考えられる．そこで，後述の水槽内における pH を測定することにより，生物皮膜生成に伴うアルカリ成分溶出抑制効果を定量的に評価した．

具体的な手法として，まず B-PoC 供試体及び，N-PoC 供試体を河川に設置し，微生物等を定着させる．設置場所は図 3 に示すように，長野市を流れる駒沢川と支流の合流点とし，流れが緩やかな淵とした．

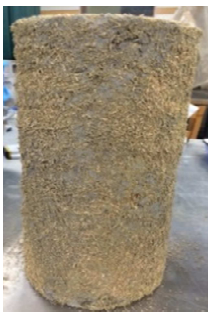

図１ B-PoC

図２ N-PoC

表１ PoC の配合

Gmax (mm)	W／C (%)	P／G[*1] (%)	Va／V[*2] (%)	単位量(kg/m^3)			
				W	C	G	S
20	30	32.6	10	187	723	5159	753

*1 モルタル質量 P（P=W+C+S）と粗骨材質量 G の割合 *2 PoC の全体積 V に対する空隙体積 Va の割合（空隙率）

B-PoC, N-PoC それぞれの PoC 供試体を 1 本ずつ，4 週経過ごとに回収し，同時に設置地点付近の河川水も計 100L 採水する．採水した河川水は実験室内の 2 つの円柱水槽（各約 50L）に入れ，回収した PoC 供試体をそれぞれの水槽に静置する．次の供試体を回収するまでの 4 週間，各水槽中の pH の経時変化を 3 時間毎に計測することで，生物被膜の生成状況，およびアルカリ成分溶出抑制効果を検証する．

4．実験結果及び今後の展望

5～7 月において，PoC 試験体を水槽に設置してからの経過時間と，それぞれの水槽内における pH の経時変化を図 4 に示す．河川に 4 週間設置した PoC 供試体を水槽内に入れた直後から pH の差が確認でき，B-PoC の方が低くなった．河川に 8 週間設置し回収した PoC は測定開始 2 週間で一番差が開き 0.63 低い値となった．水温が 20～25℃と比較的高くなると，N-PoC と B-PoC のどちらも時間経過に伴って，pH が減少するという結果が得られた．これは生物皮膜の形成によってアルカリ成分の溶出が抑制されたものであると考えられ、竹粉を接着することで、その形成が促されることが期待される．

図 5 は 10～1 月の 1 週間ごとの pH と水温の経時変化を示したものである．河川に 4 週間設置した PoC の pH は、N-PoC の方が低くなり，2 週目で 0.64 もの差が生じた．これは竹粉を接着した際に使用したセメントペーストが溶出したためであると考えられる．8 週間設置し PoC は，測定を始めた直後から差がみられ、B-PoC の方が N-PoC よりも pH の値は低くなった．河川に 12 週間設置した PoC は B-PoC, N-PoC の 2 種類の供試体において，優位な差は見られなかった．10 月～1 月の比較的水温が低い時期に実験を行った結果，時間の経過に伴って pH が上昇するという結果になった．これは水温が低い環境下おいて，微生物が活動しなくなったためであると考えられる．以上のことから、生物皮膜の形成は水温によって変化し，アルカリ成分溶出抑制効果も増減することが確認できた．今後は水温を一定に保つシステムを構築し，既往の実験結果と比較を行う．これにより水温変化がアルカリ成分溶出抑制効果に与える影響を定量的に評価できることが期待される．

図 3　PoC の設置状況

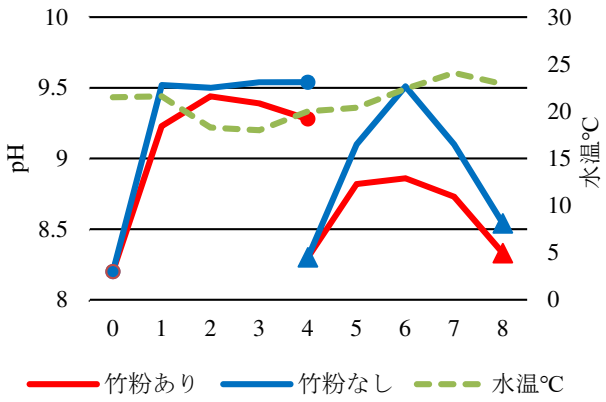

図 4　pH と水温の経時変化（5～7 月）

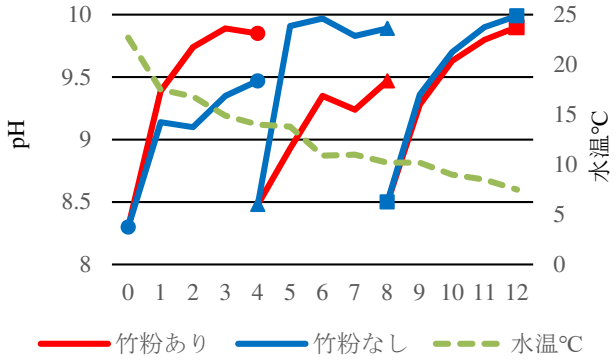

図 5　pH と水温の経時変化（10～1 月）

参考文献

1) 日本コンクリート工学協会：ポーラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会報告書，2003.5.
2) 依田直大，遠藤典男，丸山健太郎，羽入田広大：竹粉接着によるポーラスコンクリート表面の性状改善に関する研究：土木工学会中部支部研究発表会講演概要集，2015.3.
3) 町田庄三：「ポーラスコンクリートの製造とこれからがわかる本」，株式会社扇興企画，2001