

竹混合ポーラスコンクリートの強度と水質浄化機能に関する研究

長野高専専攻科生産環境システム専攻 猪瀬大幸

長野高専環境都市工学科 遠藤典男

長野高専環境都市工学科 酒井美月

長野高専環境都市工学科 大山彩香

1. はじめに

本報告では水質浄化機能が注目されている PoC と NO_3 の除去に効果が期待される竹を組み合わせることで、より高い水質浄化の機能が期待できると考え、モルタルの一部を竹に置換した PoC を作製し、強度、水質浄化機能の2つの観点から検証した。

2. 竹による NO_3 の分解試験

円筒状の竹をナタとミキサーにより粉砕し、長さ 10mm~30mm 程度に切断したものを 1.2, 2.5, 5mm の各ふるいにかけて、各ふるいに残留した竹のみを用い、 NO_3 の分解試験を行った。各ふるいに残留した竹を以下、竹 12, 竹 25, 竹 50 とし、1.2mm ふるいを通したものは竹粉とする。今回使用した竹は長野市郊外に自生する孟宗竹であり、表 1 に物性値を示す。

竹の形状寸法による水質浄化機能の相違を評価するため、予備実験として上記の竹を 1.0g 試験瓶に入れ、さらに竹を入れないものをコントロールとし、10ppm の $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液を 100ml 加え、室温で静置した。

溶液の経時変化を評価するため、0, 45, 90 時間経過後の溶液を 1ml 採取し、3 倍希釈してイオンクロマトグラフにて $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ の残留量を計測した。

竹粉、竹 12 を入れた溶液は 45 時間後には $\text{NO}_3\text{-N}$ は検出されなかった。竹 25 を入れた溶液では 45 時間には $\text{NO}_3\text{-N}$ は検出されたものの、90 時間後には検出されなかった。竹 50 を入れた溶液については $\text{NO}_3\text{-N}$

の減少量はわずかであった。この結果を踏まえ、竹 12, 竹 25 をモルタル、PoC に混合することとした。

2. 竹混合 PoC

竹混合 PoC を作成するにあたり、強度と水質浄化の機能を両立できる配合を考えるために竹の置換割合を 0%, 3%, 6%, 9%, 12% とした 5 種類のモルタルに対して強度と流動性について検証を行った。混合した竹は、形成時点で乾燥しており、混合時も乾燥状態の

表 1 竹の物性値

乾燥密度 (g/cm^3)	0.7
湿潤密度 (g/cm^3)	1.0
引張強度 (N/mm^2)	300

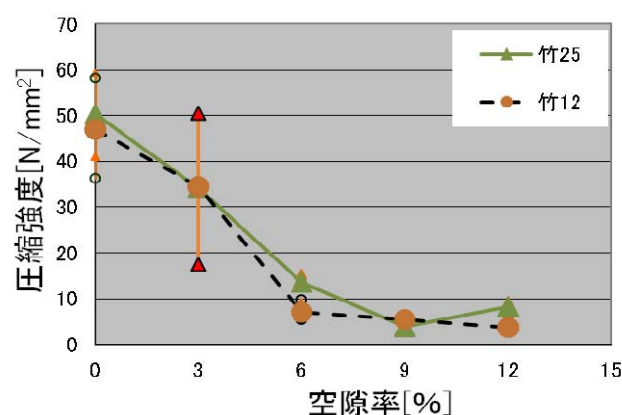


図 1 モルタルの圧縮強度

表 2 竹混合 PoC の配合

配合種類	粗骨材最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	P/G (%)	Va/V (%)	単位量 (kg/m^3)			
					水 W	セメント C	粗骨材 G	竹 B
B0-10	20	30	31.8	10	66	158	1700	0
B0-15	20	30	25.2	15	53	125	1700	0
B3-10	20	30	29.4	10	64	153	1700	5
B3-15	20	30	24.5	15	51	122	1700	3
B6-10	20	30	29.5	10	63	149	1700	9
B6-15	20	30	24.5	15	50	118	1700	7

ものを用いた。これは、竹の含水比を均質にすることが難しいと考えたためである。

竹を混合したモルタルは、表 2 に示す B3-10, B3-15, B6-10, B6-15 の各配合のモルタル部の一部に竹 12, 竹 25 を置換し、手練りにより供試体 ($\phi 50\text{mm} \times 100\text{mm}$) を作製した。圧縮試験の結果を図 1 に示す。同図に示すように、竹の置換率が増加するのに伴い強度は低下するが、置換率が 9% と 12% の強度の差はわずかであった。また、竹の形状寸法が強度に与える影響は確認されなかった。竹の置換割合を増加させることによりモルタルの体積が減少するため、置換率が 6% を越えると、強度は著しく低下する。モルタル強度のばらつきに関して、特に竹の置換割合による影響は小さいものと考えられる。

一方、モルタルの流動性は 1.5 打フロー値により評価した。竹を混合しないモルタルのフロー値の平均が 155 であるのに対し、竹の置換割合が 9% になるとフロー値の平均は 119 となり、著しく流動性が悪化するため、PoC 作製にあたり竹の置換割合は 3% および 6% とした。

表 2 にモルタル中に竹を混合した PoC の配合を示す。竹の置換割合だけでなく空隙率についても 10%, 15% の 2 種類を設定した。表中の P/G は粗骨材質量に対するモルタルの質量割合であり、 V_a/V は全体積に対する空隙体積の体積割合（空隙率）である。

図 2 は PoC の各配合で作製した円柱供試体の圧縮強度試験結果である。供試体の作製に当たり、練り混ぜは手練りで行い、型枠に 3 層に分けて PoC を詰めた。1 層詰めるごとに木槌により、型枠内に入れた直径 9.5mm, 高さ 200mm 程度の円柱状コンクリート塊を 30 回叩き、締め固めを行った。いずれの配合においても実際の空隙率は目標空隙率よりも大きいものとなった。これは乾燥した竹が水分を吸収し、PoC の練り混ぜ、締め固め不足が発生したためだと考えられる。強度に関しては、モルタル同様、竹の置換率が大きくなると強度は低下するが、竹の置換率を 3% とした PoC の強度低下は比較的小さかった。さらに圧縮試験の際、モルタル中の竹置換率を 6% とした配合については、載荷重が微小に低下した後、再び大きくなる現象が確認された。

以上の強度試験結果を考慮し、竹の置換割合を 6% とした PoC（空隙率は 10%, 15% の 2 種類）、および比較のため空隙率が 15% の PoC を使い、2. で行ったものと同様の水質浄化機能に関する実験を行ってお

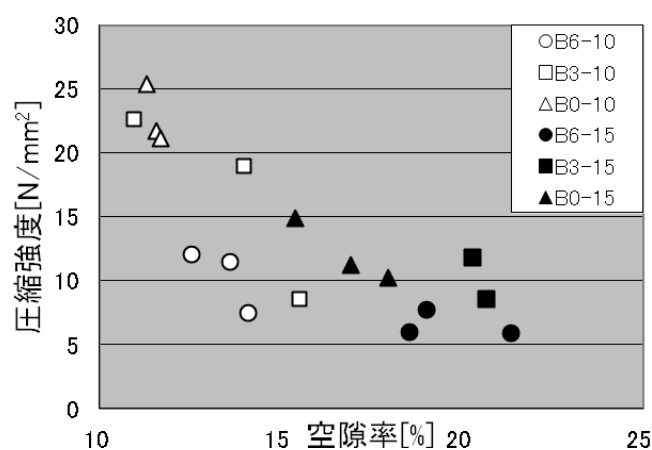


図 2 竹混合 PoC の圧縮強度



写真 1 竹混合 PoC の状況

り、結果は当日発表する。ここで、溶液中に設置する PoC ブロックの形状寸法は、直径 100mm で高さが 40mm 程度の円筒形である。写真 1 に竹を混合した PoC ブロックー竹 25 を 6% 置換、空隙率 10% の状況を示す。同写真に示す竹混合 PoC の表面において、混合した竹が多数露出している状態が確認できる。

5. まとめ

竹単体では形状が小さいほど、 NO_3 の除去能力が高い。竹混合 PoC においては竹の割合が増加すると強度は低下する。竹の置換割合を 3% と PoC の強度低下は比較的小さい。なお、水質浄化機能に関しては当日発表する。

参考文献

- 1) 遠藤, 井上, 松岡: 木炭を混入したポーラスコンクリートブロックの諸特性に関する考察, コンクリート工学年次論文集, vol. 30, No. 2, pp319-pp324, 2008.
- 2) コンクリート工学協会編: 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, コンクリート工学協会, 2003.