

立命館大学理工学部 学生員○森下昌彦 理工学研究科 学生員 武田字浦 正会員 田中周平
立命館大学理工学部 正会員 高木宣章 正会員 児島孝之

1.はじめに

本研究では、ポーラスコンクリートが琵琶湖の水質環境へ及ぼす影響、実自然環境下における波浪や水深がヨシの生育状況に及ぼす影響を従来のヤシマットを用いた植栽方法と比較することにより、琵琶湖へのポーラスコンクリートによるヨシの植栽手法の有効性について実験検討を行った。

2.実験概要

表1に使用材料を、表2にポーラスコンクリートの示方配合を、

表3にヨシ植栽に関

する試験概要を示す。

目標空隙率を 35%、

ポーラスコンクリー

トの目標圧縮強度を

10N/mm²とした。

ポーラスコンクリ

ートの練混ぜには、生コンクリート工場の強制二軸攪拌式ミキサを使用し、結合材（C+SF）と粗骨材を投入し 30 秒間空練りした後、注水し 60 秒間の本練りを行った。コンクリートの打ち込みは 2 層詰めとし、各層のテーブルバイブレーションによる締固め時間は、10 秒とした。

ポーラスコンクリートの物性試験として、フレッシュ時の連続空隙率、硬化コンクリートの空隙率試験（全空隙率・連続空隙率）、透水試験、強度試験（圧縮強度、曲げ強度）を実施した。

ヨシの生育状況を評価するためにヨシの生育調査（茎個体数、株内最長ヨシ高さの茎径、株内最長ヨシ高さなど）を、また、ポーラスコンクリートが環境に与える影響を評価するために、六価クロム溶出試験、pH 値の測定を行った。

2002 年 7 月にヨシの植栽を生コンクリートプラント内で行った。手順は、土壌上にポーラスコンクリートを設置し、ヨシ株を箱抜き部に植栽後、隙間に土を充填、

更に上面に盛土しポーラスコンクリートの上面が隠れるまで浸水させた。植栽後約 8 週間養生し、この間ヨシの生育調査を行った。図1に琵琶湖への供試体配置図および各配置位置の B.S.L（琵琶湖標準水位、最大水位 3 月：23cm、最低水位 12 月：-89cm）を示す。比較試験用として一般的に用いられているヤシマット工法供試体と交互に配列した。ヤシマットは、流失を防止するため 1 マットにつき木杭を 5 本打設した

表 1 使用材料

材料(略記)	主要な性質
セメント(C)	高炉セメントB種、密度:3.02g/cm ³ 粉末度:3950cm ² /g、高炉スラグ混入量:40~45%
シリカフェューム(SF)	ノルウェー産粉体 密度:2.20g/cm ³ 、SiO ₂ :93.1%
練り水(W)	粉末度:2.0×10 ⁵ cm ² /g、平均粒径:0.15μm 地下水(JIS A 5308付属書9に適合するもの)
粗骨材(G)	5号碎石(20~13mm)、表乾密度:2.68g/cm ³ 吸水率:0.45%、実積率:57.7%
高性能AE減水剤(SP)	主成分:ポリカルボン酸系、密度:1.05g/cm ³
ヨシ	ヨシ子株 2年生生育株(丈50~150cm)
ヤシマット	80×120cm、ヨシ子株を6~9株植栽後2.5年生育したもの
植栽用土壌	パーク堆肥:川砂=1:4(質量比)

表 2 ポーラスコンクリートの使用材料

P/G (%)	W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	SF (kg/m ³)	G (kg/m ³)	SP(%)	目標空隙率 (%)
22.5	22.5	15	46.7	177	31.2	1422	1.1	35

表 3 ヨシの試験概要

要因	測定項目	水準
ヨシの生育調査	ヨシ茎個体数、株内最長ヨシ高さ、最長ヨシの茎径	7月、9月、11月の3回
ヨシの成分調査	乾燥質量、湿潤質量、リンの分析、窒素の分析	2002年7月に採取したもの
ポーラスコンクリートの環境影響評価	六価クロムの溶出試験	・材齢1日から28日間タンクリーチング試験 ・材齢28日まで散水養生した後タンクリーチング試験
	pH試験	材齢1,3,7,14,21,28,31,35,42,49,56日

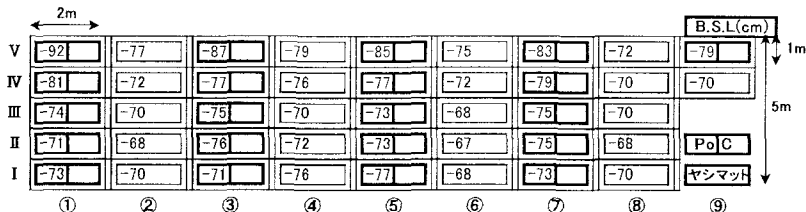


図 1 供試体配置図および配置位置の水深

後に盛土した。

3. 実験結果および考察

3.1 ポーラスコンクリートの物性試験

図2に連続空隙率/全空隙率と全空隙率の関係を示す。材齢28日における連続空隙率は96%であり、ヨシの生育に十分な連続空隙率を有するポーラスコンクリートを製造できた。また、目標圧縮強度の10N/mm²を得られなかったが、ポーラスコンクリートの施工時に問題が生じない、材齢28日において圧縮強度5.6N/mm²の強度が得られた。

3.2 ヨシの生育調査結果

図3に7月に対する9月におけるポーラスコンクリートによるヨシ生育調査結果に対する増加率を示す。7月から9月にかけてすべての調査項目の増加率は1.0を超えており、この期間、ヨシは順調に生育したものと考えられる。

図4に琵琶湖設置後のポーラスコンクリートとマット工法の各調査項目における増加率(11月/9月)を示す。茎個体数の増加率は、両工法ともに1.0を大きく下回った。その他の調査項目は両工法ともほぼ1.0でこの期間の著しい生育は観察されなかった。この期間、琵琶湖は渇水期であったことが原因と考えられる。

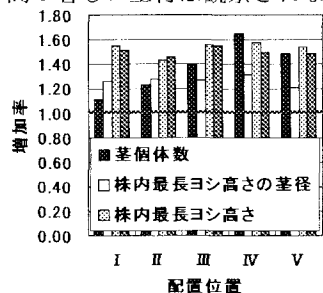


図3 7月～9月の期間におけるヨシの増加率

3.3 六価クロム溶出試験およびpH試験結果

六価クロム溶出試験結果を図5に、pH試験結果を図6に示す。材齢1日にポーラスコンクリートを粉砕した試料の六価クロム溶出量は0.003ppmであり、琵琶湖における環境水質基準0.05ppm以下であった。散水養生期間の増加に伴い溶出量は減少するので、ポーラスコンクリートが粗骨材の状態となったとして六価クロムの水質基準は十分に満足するものと考えられる。pH値は環境水質基準8.5を満足していない。ポーラスコンクリート設置材齢の検討や散水養生期間を長くするなどの対策が必要である。

4 まとめ

- (1) ポーラスコンクリートを用いた植栽においても、一般に使用されているマット工法に劣らない植栽効果が得られた。
- (2) ポーラスコンクリートからの六価クロム溶出量は、琵琶湖における環境水質基準を十分に満足している。pH値についてはポーラスコンクリート設置材齢の検討や散水養生期間を長くするなどの対策が必要である。
- (3) 設置場所の水深、波浪によるヨシの流失は本実験期間で確認することはできなかったが、ポーラスコンクリートによるヨシの植栽は、簡易的で有効な手段と考えられる。

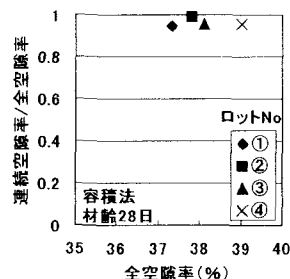


図2 連続空隙率/全空隙率と全空隙率の関係

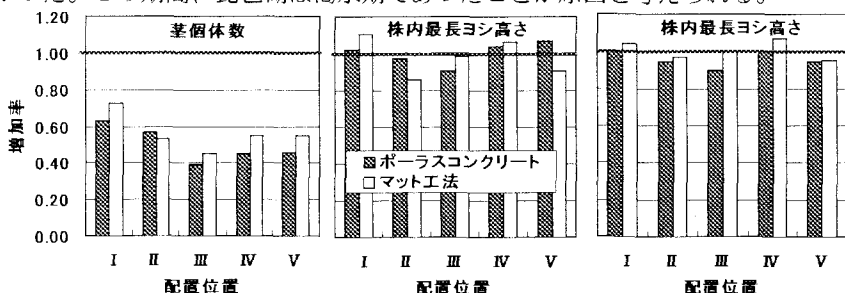


図4 9月～11月の期間におけるヨシの生育調査

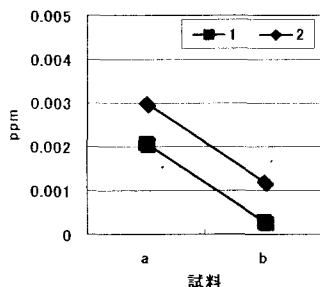


図5 六価クロム溶出試験結果

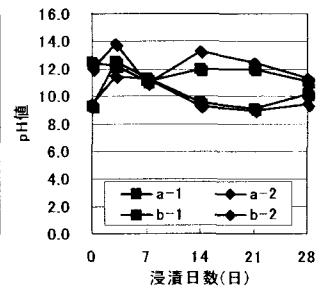


図6 pH試験結果

*a: 材齢1日から溶出試験を行ったもの
 b: 材齢28日まで散水養生した後、溶出試験を行ったもの
 1: 円柱供試体をそのまま用いて溶出試験を行ったもの
 2: 円柱供試体を粉砕したものをを用いて溶出試験を行ったもの