

湖山池の底泥を用いたセメント固化土の強度特性と保水性に関する研究
 Research on strength characteristic and water-holding property of
 cement-solidification material using bottom sediment in Lake KOYAMA

○兵頭正浩* 西山法孝** 緒方英彦*

HYODO Masahiro* NISHIYAMA Noritaka** and OGATA Hidehiko*

1. はじめに

湖山池は鳥取市に位置し、農業形態の変化や水質環境の改善から2012年の水門全面開放により汽水化が実施された。その結果、日本海から流入する海水の影響によって水質が改善し、毎年発生していたヒシが発生することなく良好な水環境が形成されたといわれている。しかし、2013年においては貧酸素水塊の発生により多量の鯉や鮒が死滅するなど、湖山池湖底に堆積した底泥の影響を取り除くことは、未だ困難であることがわかった。近年では底泥の再資源化に関する研究は鋭意取り組まれているが、減量処理（乾燥工程や脱水工程）などによりコストがかかることや底泥中に含有される水分の処理問題は否めない。そこで、本研究では減量処理を施さず、採取した底泥（含水状態）にセメントを直接混入した際の物性を評価した。具体的には、植生重視型護岸や建築材料などの利用を想定し、供試体の強度特性および保水性について検討した。

2. 実験概要

本実験で作製した供試体の材料は、普通ポルトランドセメントと湖山池で採取した底泥を用いた。底泥の物性を表1に示す。供試体は、含水状態の底泥にセメントを混合したものでありTW/C=55~400%の計12種類を作製した。一般的に水W(g)とセメントC(g)の比はW/C(%)で表されるが、供試体の水分条件を統一するため、本研究では底泥中の水分量TW(g)をセメントの質量C(g)で除したTW/C(%)の概念を用いた¹⁾。予備実験及び過去の研究事例²⁾より、打設後3日間は湿布養生を実施し、脱型を行った後に、水中養生を実施した。測定項目は、一軸圧縮強度試験(JIS A 1108-2006)および水中質量を測定した。測定は、3日間封緘養生したものを初期値(0日)として、一軸圧縮強度は28, 56, 84日に、水中質量は84日に実施した。

表1 底泥の物性
 Properties of bottom sediment

項目	値
含水比 (%)	166
電気伝導率 (mS/m)	41.3
強熱減量 (%)	14.0
土粒子密度 (g/cm ³)	2.49

3. 結果と考察

3.1 強度発現特性の経時変化

各供試体における一軸圧縮強度の経時変化を図1に示す。TW/C=55~100%に調節した供試体の強度発現は、経過時間に応じて増加することを確認した。しかし、TW/C=200%以上の供試体については初期強度が0.1~0.5N/mm²と小さな値を示し、経過時間における大きな強度発現を確認できなかった。目安ではあるが一般的な普通ポルトランドセメントの規格は、材齢3日で12.5N/mm²以上、28日で42.5N/mm²以上である。本実験結果(TW/C=55%)

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University

**兵庫県庁(元鳥取大学農学部), Hyogo Prefecture

底泥, セメント固化土, 湖山池, 強度特性, 保水性

と比較すると、0日供試体（材齢3日）は規格値以上となっているが、28日供試体（材齢31日）は規格値以下となっていることを確認した。本研究および既往の研究³⁾から、湖山池の底泥中には、セメントと水の水和反応を阻害するフミン酸が含まれていることが分かっている。そのため、本実験結果においても、フミン酸による水和反応の阻害作用により強度発現が十分に発揮されなかったことが伺えた。ただし、初期強度の強度発現においては、セメント中のアルミネート相（C₃A）は水和反応速度が速く、早期に強度発現を起こすため、底泥中のフミン酸がセメントと反応する直前に正常な水和反応が生じたと推察された。しかし、セメント中のエーライト相（C₃S）、ビーライト相（C₂S）は中・長期に強度発現を起こすため、フミン酸は溶出したカルシウムイオンと反応し不溶性であるフミン酸カルシウムが析出した。その結果、水和反応が途中で阻害され強度発現が生じなかったと推察された。

3.2 供試体の保水量

図2に各供試体の保水量を示す。TW/C=55%と400%を比較すると3.3倍の保水量の違いが生じた。TW/Cの値と保水量の関係は強い線形関係（R²=0.933）にあることを確認した。この理由としては、供試体中に含まれる土粒子のマトリックポテンシャルによって水分を吸着するため、保水量が増加したことが要因と考えられた。本結果から、供試体のTW/Cを調整することで保水性を調整できることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究では、底泥に湖山池の湖水が含まれた状態で、セメント固化土とした際の強度特性と保水性について検討した。その結果、本試験で用いた底泥はTW/C=100%以下においては、植生重視型護岸の最低基準値である10N/mm²以上の強度を確保できるが、それ以上のTW/Cになると強度発現を確保することが出来なかった。保水性に関しては、TW/Cの値が大きくなるにつれて保水量が増加することを確認した。また、供試体の作製にあたり特に目立った異臭は確認されなかった。今後は、製造時工程を踏まえて臭気についても検討を実施する予定である。さらに、フミン酸濃度とセメントの水和反応の関係を明確化するとともに、長期的なセメント固化土の強度特性を計測する必要があると考える。

参考文献：1) 麓隆行ら（2004）：再生細骨材の使用がコンクリートの性状に及ぼす影響とその原因について、土木学会論文集，No.767/V-4，pp.61～73，2) 深谷歩ら（2009）：セメント系改良土の適正な配合・施工方法について，国総研資料第531号，pp.61～94，3) 小川美緒ら（2005）：湖山池の湖水に含まれる難解性有機物量に関する研究，鳥取県衛生環境研究所報，第45号，pp23～27

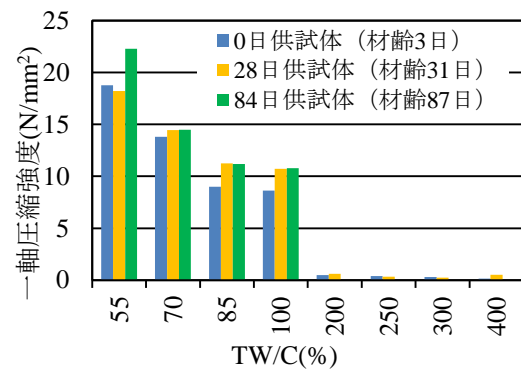


図1 供試体の一軸圧縮強度
Uniaxial compressive strength of specimen

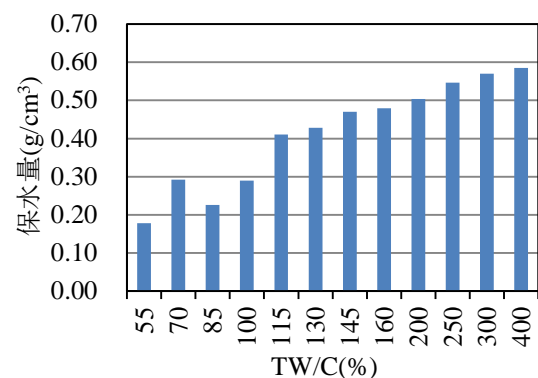


図2 供試体の保水量
Water capacity of specimen