



246162



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ผลของกรดฮิวมิกต่อการคงตัวของโลหะหนักในดินที่  
ปรับเสถียรด้วยปูนซีเมนต์  
(Effects of humic acids on the retention of heavy metals in  
cement-based stabilised soil)

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ อิ่มยิ้ม

ตุลาคม 2553

600251666

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ผลของกรดฮิวมิกต่อการคงตัวของโลหะหนักในดินที่  
ปรับเสถียรด้วยปูนซีเมนต์

(Effects of humic acids on the retention of heavy metals in  
cement-based stabilised soil)



โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ อิ่มยิ้ม

ตุลาคม 2553

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ผลของกรดฮิวมิกต่อการคงตัวของโลหะหนักในดินที่  
ปรับเสถียรด้วยปูนซีเมนต์  
(Effects of humic acids on the retention of heavy metals in  
cement-based stabilised soil)

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ อิมยิ้ม  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย  
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยประสานงานเกี่ยวกับทุนวิจัยนี้ และขอขอบคุณนักวิจัยและคณาจารย์ในหน่วยปฏิบัติการวิจัยการวิเคราะห์เชิงสภาวะแวดล้อม (EARU) และรองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา เรืองพรวิสุทธิ์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยดูแลและให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ เรือโท อนันต์ บัณฑิต บัณฑิต ภัทรวิทย์ ภัทรวิทย์ ทหารเรือ กองทัพเรือ ที่ช่วยทำการทดลองและอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องมือต่างๆ

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG4780102

ชื่อโครงการ : ผลของกรดฮิวมิกต่อการคงตัวของโลหะหนักในดินที่ปรับเสถียรด้วยปูนซีเมนต์

ชื่อนักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิชาติ อิมย์ม  
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: iapichat@chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

246162

ในงานวิจัยนี้ได้ทำสกัด และศึกษาสมบัติทางเคมีของกรดฮิวมิกจากดินปนเปื้อนโลหะหนัก 6 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง โครเมียม นิกเกิล ตะกั่วและสังกะสี และศึกษาการดูดซับของโลหะดังกล่าวบนดิน พบว่าการดูดซับของโลหะทุกชนิดลดลงเมื่อมีกรดฮิวมิก ศึกษาการคงตัวของโลหะหนักในดินที่มีกรดฮิวมิกโดยผ่านการปรับเสถียรและทำให้เป็นก้อนแข็งด้วยปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ ปริมาณกรดฮิวมิกและโลหะในดินมีผลทำให้ความทนต่อแรงอัดของก้อนก้อนของแข็งปรับเสถียรลดลง ทำการทดสอบก้อนของแข็งปรับเสถียรตามวิธีของ TCLP พบว่ากรดฮิวมิกสามารถลดการชะละลายของแคดเมียมและนิกเกิลลงอย่างมีนัยสำคัญ ศึกษาพฤติกรรมของการชะละลายของโลหะภายใต้ตัวแปรต่างๆ ได้แก่ พีเอช ชนิดของน้ำชะคือ น้ำปราศจากไอออน สารละลายโพแทสเซียมไนเตรด กรดอะซิติก และกรดฮิวมิกที่ความเข้มข้นต่างๆ อัตราส่วนระหว่างน้ำชะต่อก้อนของแข็งปรับเสถียร ระยะเวลาสัมผัส พบว่าพีเอชมีผลต่อการชะละลายของโลหะคือในภาวะที่เป็นกรดและเบสสูง การชะละลายจะสูงกว่าช่วงพีเอชที่เป็นกลาง ชนิดของน้ำชะมีผลต่อการชะละลายซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับโลหะแต่ละชนิด โดยทั่วไปน้ำปราศจากไอออนและสารละลายโพแทสเซียมไนเตรดให้ผลการชะที่ไม่แตกต่างกัน กรดอะซิติกชะโลหะได้ดีที่ความเข้มข้นมากส่วนกรดฮิวมิกที่ความเข้มข้นมากมีความสามารถชะโลหะได้ลดลง โลหะละลายได้มากขึ้นเมื่ออัตราส่วนระหว่างน้ำชะต่อก้อนของแข็งปรับเสถียรเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบก้อนของแข็งปรับเสถียรที่เต็มและไม่เต็มกรดฮิวมิกพบว่า การชะละลายมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรณีของนิกเกิลและตะกั่ว ผลการศึกษาการชะละลายของก้อนก้อนของแข็งปรับเสถียรที่เวลาต่างๆ พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นโลหะละลายได้มากขึ้น แต่พลั๊กการชะละลายลดลง ผลการชะละลายนำไปสู่การหาตัวแปรอินพุตสำหรับแบบจำลองการชะละลายซึ่งผนวกการเคลื่อนที่กับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในสารละลายในรูพรุนของก้อนของแข็งและน้ำชะแบบจำลองสามารถคำนวณความเข้มข้นและปริมาณการชะละลายของแต่ละสปีชีส์

คำหลัก : โลหะหนัก กรดฮิวมิก การปรับเสถียร การชะละลาย ดินปนเปื้อน

## Abstract

---

**Project Code:** MRG4780102

**Project Title:** Effects of humic acids on the retention of heavy metals in cement-based stabilised soil

**Investigator:** Assist. Prof. Apichat Imyim (Ph.D.), Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330, Thailand

**E-mail Address:** iapichat@chula.ac.th

**Project Period:** 2 years

246162

The properties of extracted humic acids from heavy metals (Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, and Zn) contaminated soil had been studied to understand of their influence on metal sorption onto soil. The results demonstrated that humic acids decreased metal sorption onto soils. The retention of six metals in cement based -stabilized soil containing humic acids had been studied. The compressive strength of concrete mortar decreased when the amount of metals and humic acids in soil increased. The TCLP test was performed on the stabilized soils, the results elucidated that humic acids in soils decreased significantly the leached amounts of cadmium and nickel. The leaching behaviors under the factors affecting metal releasing were investigated. These factors were pH, type of leaching medium (deionized water, potassium nitrate, acetic and humic acid solutions), liquid to solid ratio and contact time of leaching. The metals could be highly released at low and high pH, while their releases were moderate at neutral pH. The amounts of released metal depend on the type of leaching media. The metal solubilizations from stabilized soil with and without humic acids were distinguished different especially in the case of nickel and lead species. The increase of contact time of leaching enhanced the cumulative amount of leached metals; however, the leaching flux reduced. The results of the tests lead to identify the necessary input parameters of a leaching model. The leaching model takes into account the transport phenomena coupled with main physico-chemical reactions in the saturated pore system of the material as well as in the eluate. The model provides the concentration and the cumulative quantities released for each species.

**Keywords:** Heavy metal, Humic acid, Stabilisation, Leaching, Contaminated soil

## สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)	ค
สารบัญ	ง
<b>บทที่ 1 บทนำและการสำรวจแนวคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>1</b>
1. บทนำ	1
2. กรดฮิวมิก	1
3. การทำให้เป็นของแข็ง/การปรับเสถียร	3
4. การทดสอบการละลาย	3
5. สรุปแนวคิด	4
6. วัตถุประสงค์ของโครงการ	4
<b>บทที่ 2 วิธีการทดลอง</b>	<b>5</b>
1. การเก็บตัวอย่าง	5
2. การศึกษาสมบัติของดิน การแยกกรดฮิวมิกและการหาลักษณะเฉพาะ	5
3. การศึกษา adsorption isotherm	7
4. การปรับเสถียร	7
5. การทดสอบการละลาย	7
6. แบบจำลองการชะละลาย (leaching model)	10
<b>บทที่ 3 ผลการทดลองและบทวิจารณ์</b>	<b>13</b>
1. สมบัติเชิงฟิสิกส์และเคมีของดิน	13
2. การแยกกรดฮิวมิกและการหาลักษณะเฉพาะ	13
3. การศึกษา adsorption isotherm	14
4. การปรับเสถียร	20
5. การทดสอบการละลาย	22
6. ฟลักซ์การชะละลาย (leaching flux)	30
7. ผลการคำนวณแบบจำลอง	39
<b>บทที่ 4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>41</b>
เอกสารอ้างอิง (References)	42
Output จากโครงการวิจัย	43
ภาคผนวก	44