

383

การศึกษาการก่อสร้างโดยวิธี อป/คาวน์ สำหรับห้องใต้ดินลึก

นาย นิรุทธ์ วงศ์ศิริ



ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

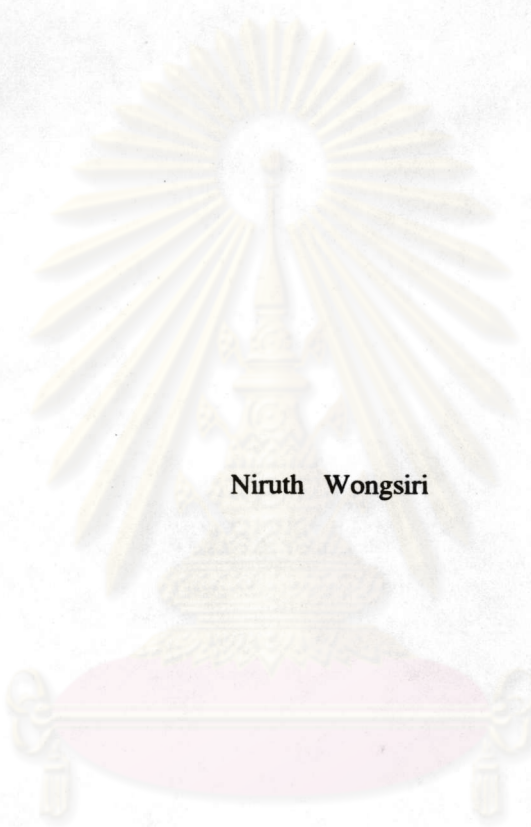
พ. ศ. 2539

ISBN 974-633-380-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17010068

**A STUDY OF THE UP/DOWN CONSTRUCTION METHOD
FOR DEEP BASEMENTS**



Niruth Wongsiri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Program of Civil Engineering

Graduate School

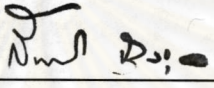
Chulalongkorn University

1996

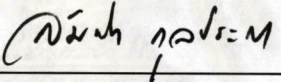
ISBN 974-633-380-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการก่อสร้างโดยวิธีอัป/คาวน สำหรับห้องใต้ดินลึก
โดย นาย นิรุทธ์ วงศ์ศิริ
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์

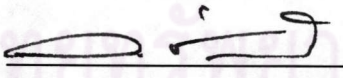
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมนึก กุลประภา)


อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ช่อวีเชียร)


กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธนิต ชงทอง)

นิรุทธ์ วงศ์ศิริ : การศึกษาการก่อสร้างโดยวิธีอัป/คาวน สำหรับห้องใต้ดินลึก

(A STUDY OF THE UP/DOWN CONSTRUCTION METHOD FOR DEEP BASEMENTS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง ฤๅษะวัฒน์สถิตย์, 190 หน้า.

ISBN 974-633-380-1

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการก่อสร้าง, การวางแผนงานก่อสร้าง, ปัญหา/อุปสรรค, ข้อดี/ข้อเสียของการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน และเสนอรูปแบบ (Model) การวางแผนงานก่อสร้างวิธีอัป/คาวน นอกจากนี้ยังศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้างวิธีปกติ กับการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน ซึ่งศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารสูงมีชั้นใต้ดินลึกที่ใช้การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โครงการ โดยใช้การสำรวจ, สัมภาษณ์ และสังเกตเป็นหลักได้ผลการวิจัยดังนี้

การวางแผนโครงการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน จะวางแผนร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการ, ผู้ออกแบบ, ที่ปรึกษาและผู้รับเหมาก่อสร้าง เพื่อหาข้อสรุปวิธีการก่อสร้าง และออกแบบให้สัมพันธ์กับการก่อสร้างและความต้องการของเจ้าของโครงการ การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน จะก่อสร้างชั้นใต้ดินไปพร้อม ๆ กับการก่อสร้างชั้นบนดิน โดยจะออกแบบระบบโครงสร้างหลักใต้ดิน 4 ระบบ (ระบบกำแพง กันดิน, ระบบเสาและฐานราก, ระบบพื้นและระบบการขุดดิน) ให้สัมพันธ์กับการก่อสร้างชั้นบนดิน ซึ่งการก่อสร้างวิธี อัป/คาวนมีข้อดี คือลดระยะเวลาการก่อสร้าง และประหยัด ค่าขึ้นชั่วคราว และมีข้อเสียคือ ต้นทุนการก่อสร้างสูงกว่าวิธีปกติ, ขาดแคลนบุคลากรผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์ และข้อมูลในการวางแผน อีกทั้งการควบคุมงานต้องกระทำอย่างรอบคอบทุกขั้นตอน ส่วนปัญหาและอุปสรรคคือ ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มมีจำกัด, การติดตั้งเสาเหล็กในเสาเข็มเจาะ ให้ตรงตำแหน่งและ การขุดดินชั้นใต้พื้นก่อนข้างยาก และการเปรียบเทียบทางด้านต้นทุนและระยะเวลาพบว่า ต้นทุนทางตรงของงานโครงสร้างชั้นใต้ดินจะสูงกว่าวิธีปกติร้อยละ 2.83-5.46 และค่าเงินคั้นปัจจุบันของต้นทุนการก่อสร้างรวมคอกเบี่ยสูงกว่าวิธีปกติร้อยละ 1.40-3.83 และระยะเวลาการก่อสร้างสั้นกว่าวิธีปกติร้อยละ 12.8-23.0 แต่ถ้าไม่มีข้อจำกัดการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ระยะเวลาการก่อสร้างจะสั้นกว่าวิธีปกติร้อยละ 19.46-25.68 ส่วนการเปรียบเทียบรวมกัน ทั้งต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างกับวิธีปกติ ในรูปค่าเงินคั้นปัจจุบันของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับมีค่าเป็นบวกทั้ง 3 โครงการ หรือคิดเป็นร้อยละ 1.22-3.27 ของค่าเงินคั้นปัจจุบันของค่าก่อสร้างรวมคอกเบี่ย และในรูปค่าเงินคั้นปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ได้รับต่อการลงทุนมีค่า 1.58-2.88 เท่า จากการวิจัยแสดงได้ว่าการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน มีความเหมาะสมกว่าวิธีปกติ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา (บริหารงานก่อสร้าง)
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม

C515188 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD:

CONSTRUCTION / DEEP BASEMENTS / THE UP/DOWN CONSTRUCTION / BANGKOK

NIRUTH WONGSIRI : A STUDY OF THE UP/DOWN CONSTRUCTION METHOD FOR DEEP

BASEMENTS. THESIS ADVISER : ASST. PROF. PING KUNAWATSATTI, Ph.D. 190 pp.

ISBN 974-633-380-1

This research has the objective to study the Up/Down construction method for deep basements , to compare the cost and time between the conventional and the Up/Down construction method and to present the Up/Down construction planning model. The three projects in Bangkok were chosen. The data was collected by surveying, interview and observation as follows.

The Up/Down construction planning depends upon cooperations among the owner, designer, consultant and contractor to conclude the method of construction to relate to the construction and the owner's need. The Up/Down construction allows the simultaneous construction of the superstructure and substructure by designing main substructure (wall , column and foundation , floor, excavation system) to relate to superstructure construction. The advantages of this method are to reduce the construction time and to save the temporary bracing, but those overall higher costs, lack of high experiences staffs and contractors ,planning information shortages and high quality control in every procedures are disadvantages. The limitation of pile capacity, the difficulty of prefound column installation in accuracy position and under slab excavation are problem. The direct cost of substructure work of the Up/Down construction method are higher than the conventional construction method about 2.83 - 5.46 % and the direct construction cost include interest are higher about 1.40-3.83%. The Up/Down Construction take less time than the conventional one about 12.80-23.00%. With no limitation of pile capacity, the Up/Down construction method will also take much less time than the conventional construction method about 19.40-25.68%. The present values of net benefit are positive for all of three chosen projects, about 1.22-3.27% and the present values of benefit-cost ratio are about 1.58-2.88. With these three projects, the Up/Down construction method are more suitable than the conventional construction method.

ภาควิชา.....วิศวกรรมโยธา

สาขาวิชา.....วิศวกรรมโยธา (บริหารงานก่อสร้าง)

ปีการศึกษา..... 2538

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์ สถิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ สมนึก กุลประภา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร และอาจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง ที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำ และตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บริษัท เอจียูเนี่ยน จำกัด, บริษัท สีสลมพีริเซียส จำกัด, บริษัท ซี.พี.ยู.ไฮเทค จำกัด, บริษัท แอ็ค คอนซัลแตนท์ จำกัด, บริษัท สยามวิศวกรรมที่ปรึกษา จำกัด, บริษัท เอส จี เอส สจ๊วตโปรเจก แมนเนจเม้นท์ เซอร์วิสเชส จำกัด, บริษัท โซเลตองซ์ (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท ไทยเลตัน จำกัด, บริษัท ชัมซุง ดีเวลลอปเม้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท ไทยแกมมอนด์ จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณอารีดา สัวบุตร และเพื่อนนิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ได้สนับสนุนการเรียนของผู้วิจัยและเป็นกำลังใจที่ดี ยิ่งแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านผู้เกี่ยวข้องที่มีได้กล่าวนามข้างต้นซึ่งมีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนบรรลุผลสำเร็จด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฬ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	5
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	7
2.1 แนวคิดและทฤษฎีการวางแผนงานก่อสร้าง	7
2.2 วิธีการก่อสร้างห้องใต้ดิน	11
2.3 การก่อสร้างชั้นใต้ดินลึกโดยวิธีปกติ(Conventional Method)	19
2.4 ความเป็นมาและการก่อสร้างวิธี อัป/ดาวน์ (Up/Down Method)	21
บทที่ 3 การก่อสร้างและการวางแผนงานก่อสร้างวิธี อัป/ดาวน์	28
3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างและ การวางแผน.....	32
3.2 ระบบโครงสร้างหลัก	40
3.2.1 ระบบกำแพงกันดิน	40
3.2.2 ระบบเสาและฐานราก.....	58
3.2.3 ระบบพื้นชั้นใต้ดิน.....	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.4 ระบบการขุดดิน	69
3.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	72
3.4 ข้อดีและข้อเสีย.....	74
3.5 รูปแบบ(Model)การวางแผนงานก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์.....	76
3.6 สรุป.....	86
บทที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างวิธีปกติ	
กับการก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์.....	89
4.1 ต้นทุนการก่อสร้าง	90
4.2 ระยะเวลาการก่อสร้าง	110
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง	
ระหว่างการก่อสร้างวิธีปกติกับการก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์.....	119
4.4 สรุป.....	139
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	142
5.1 สรุปผลการวิจัย	143
5.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้	147
5.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำวิจัยต่อไป.....	173
เอกสารอ้างอิง	149
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างข้อมูลระบบกำแพงกันดินโคอะแฟรมวอลล์.....	153
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างการก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์ (ยกตัวอย่างโครงการ ก.).....	157
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างรายละเอียดครูปตัด พื้น, เสา และฐานราก	
ในส่วนการก่อสร้างทอปคาวน์.....	163

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง. ตัวอย่างการแสดงถึงขั้นตอนการก่อสร้างวิธี อป/คาวน (ไม่รวมการก่อสร้างกำแพงกันดินเสาเข็มเจาะ).....	167
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างการแสดงถึงขั้นตอนการก่อสร้างระบบพื้นชั้นใต้ดิน.....	172
ภาคผนวก ฉ. ตัวอย่างการแสดงถึงขั้นตอนการก่อสร้างระบบการขุดดิน และตัวอย่างเครื่องจักรที่ใช้ในระบบการขุดดิน.....	177
ประวัติผู้เขียน	190

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ต้นทุนการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นและแผนงานก่อสร้าง.....26
3.1	ข้อมูลเบื้องต้นทั่วไปของโครงการทั้ง 3 โครงการที่ศึกษา.....31
3.2	ข้อมูลของ ระบบกำแพงกันดินทั้ง 3 โครงการที่ศึกษา.....41
3.3	การใช้งานของหัวข้อชนิดต่าง ๆ ตามสภาพดินแตกต่างกันไป.....46
3.4	ข้อมูลระบบเสาและฐานรากของโครงการทั้ง 3 โครงการที่ศึกษา.....59
3.5	ข้อมูลระบบพื้นชั้นใต้ดินโครงการที่ศึกษา ทั้ง 3 โครงการ.....66
3.6	ข้อมูลการขุดดินของโครงการทั้ง 3 โครงการที่ศึกษา.....70
4.1	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ก.....92
4.2	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ก.....92
4.3	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ก.....93
4.4	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ก.....93
4.5	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ก.....94
4.6	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีอัด/คาวน) โครงการ ก.....94
4.7	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีอัด/คาวน) โครงการ ก.....95
4.8	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธี อัด/คาวน)โครงการก.....95
4.9	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธี อัด/คาวน) โครงการ ก.....96
4.10	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธี อัด/คาวน)โครงการ ก.....96
4.11	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ข.....97
4.12	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ข.....97
4.13	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ข.....98
4.14	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ข.....98
4.15	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ข.....99
4.16	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีอัด/คาวน) โครงการ ข.....99
4.17	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีอัด/คาวน) โครงการ ข.....100
4.18	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธี อัด/คาวน) โครงการ ข.....100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.19	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์) โครงการ ข.....101
4.20	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์) โครงการ ข.....101
4.21	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ค.....102
4.22	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ค.....102
4.23	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ค.....103
4.24	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ค.....103
4.25	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธีปกติ) โครงการ ค.....104
4.26	ต้นทุนระบบกำแพงกันดิน (การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์) โครงการ ค.....104
4.27	ต้นทุนระบบเสาและฐานราก (การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์) โครงการ ค.....105
4.28	ต้นทุนระบบพื้นชั้นใต้ดิน (การก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์) โครงการ ค.....105
4.29	ต้นทุนระบบการขุดดิน (การก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์) โครงการ ค.....106
4.30	ต้นทุนรวมแต่ละระบบโครงสร้างหลัก (การก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์)โครงการ ค.....106
4.31	สรุปเปรียบเทียบต้นทุนรวม การก่อสร้างวิธีปกติ กับการก่อสร้างวิธี อัป/คาวน์โครงการที่ศึกษาทั้ง 3 โครงการ.....107
4.32	การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน์กับการก่อสร้างวิธีปกติ.....118
4.33	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างวิธี.....124 อัป/คาวน์กับการก่อสร้างวิธีปกติ.....124
4.34	ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่ออัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 16.00 % ต่อปี.....127
4.35	ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่ออัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 17.00 % ต่อปี.....128
4.36	ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่ออัตราดอกเบี้ยเท่ากับ 18.00 % ต่อปี.....129
4.37	ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อผลต่างระยะเวลาก่อสร้างลดลง 6 เดือน.....130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.38 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อผลต่างระยะเวลาก่อสร้างลดลง 4 เดือน.....	131
4.39 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อผลต่างระยะเวลาก่อสร้างลดลง 2 เดือน.....	132
4.40 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อผลต่างระยะเวลาก่อสร้างเพิ่มขึ้น ในกรณีไม่มีอุปสรรคการรับน้ำหนักเสาเข็มเจาะ.....	133
4.41 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อส่วนต่างต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มขึ้น2เท่า.....	134
4.42 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อส่วนต่างต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มขึ้น3เท่า.....	135
4.43 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่อส่วนต่างต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มขึ้น4เท่า.....	136
4.44 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม (BC) เมื่ออัตราดอกเบี้ยเปลี่ยนไป.....	137
4.45 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม(BC)เมื่อผลต่างระยะเวลาการก่อสร้างเปลี่ยนไป.....	138
4.46 ผลการวิเคราะห์ความไวของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับ(NB) และ ผลประโยชน์ที่ได้รับต่อเงินลงทุนเพิ่ม(BC)เมื่อต้นทุนการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นมีค่าเปลี่ยนไป.....	139

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วิธีการก่อสร้างชั้นใต้ดินแบ่งแยกตามวิธีการขุดดิน.....	12
2.2	วิธีขุดดินแบบเปิดโล่งลาดเอียง (Open Cut with Slopping Sides Method).....	12
2.3	วิธีแคนทิลเวอร์ (Cantilever Method).....	13
2.4	วิธีค้ำยัน (Bracing Method).....	14
2.5	วิธียึดรั้ง (Tie Back Method).....	14
2.6	วิธีปรับปรุงคุณภาพ (Stabilization Method).....	15
2.7	วิธี ทอปดาวน์ (Top Down Method).....	16
2.8	วิธีอัป/ดาวน์ (Up Down Method).....	17
2.9	วิธีไอซ์แลนด์ (Island Method).....	17
2.10	วิธีเทรนคัท (Trench Cut Method).....	18
2.11	วิธีเคซอง (Caisson Method).....	18
2.12	องค์ประกอบหลักของโครงสร้างกันดิน.....	20
2.13	ขั้นตอนการก่อสร้างวิธี อัป/ดาวน์ (Up/Down Construction Procedure).....	23
2.14	โครงสร้างหลักการก่อสร้างอัป/ดาวน์.....	25
3.1	แผนที่กรุงเทพมหานคร แสดงตำแหน่งโครงการที่ศึกษา.....	28
3.2	สภาพชั้นดินในใจกลางเมืองกรุงเทพมหานคร.....	29
3.3	ขั้นตอนการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์.....	33
3.4	รูปแปลนและรูปตัด โครงการ ลิเบอติสแควร์.....	34
3.5	รูปแปลนและรูปตัด โครงการ รังสรรค์ สีลม พรีเมียม ทาวเวอร์.....	35
3.6	รูปแปลนและรูปตัด โครงการ วันเพลส ทาวเวอร์.....	36
3.7	ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ ลิเบอติสแควร์.....	37
3.8	ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ สีลม พรีเมียม ทาวเวอร์.....	38
3.9	ขั้นตอนการก่อสร้าง โครงการ วันเพลส ทาวเวอร์.....	39
3.10	ขั้นตอนการก่อสร้างกำแพงไคอะแฟรมวอลล์.....	42
3.11	รูปร่างของ Guide Wall.....	43
3.12	ชนิดของเครื่องจักรในการขุดแบบต่าง ๆ.....	45

สารบัญรูป (ต่อ)


รูปที่	หน้า
3.13	ลักษณะการแบ่งช่วงตำแหน่งไคอะแฟรมวอลล์.....47
3.14	ลำดับขั้นตอนการขุดดินเพื่อก่อสร้างกำแพงไคอะแฟรมวอลล์.....48
3.15	ลักษณะและการติดตั้งรอยต่อแบบกลม.....52
3.16	ลักษณะของรอยต่อแบบกลม.....52
3.17	ขั้นตอนการทำรอยต่อแบบกลม.....53
3.18	ลักษณะของรอยต่อแบบสลักพร้อมแผ่นยางกันน้ำ.....54
3.19	ขั้นตอนการทำรอยต่อแบบสลักพร้อมแผ่นยางกันน้ำ.....55
3.20	ตัวอย่างหน้าตัดของเหล็กเสริมในกำแพงไคอะแฟรมวอลล์.....56
3.21	การเทคอนกรีต กำแพงไคอะแฟรมวอลล์.....57
3.22	ลักษณะการเคลื่อนตัวของคอนกรีตผ่านท่อ Tremie Pipe.....58
3.23	ตัวอย่างการติดตั้งเสาเหล็กในผนังรับแรงเฉือนและผนังลิฟต์.....60
3.24	ลักษณะของเสาเหล็ก (Prefound Column) แต่ละโครงการ.....61
3.25	ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะโดยทั่วไป.....63
3.26	ขั้นตอนการติดตั้งเสาเหล็ก.....64
3.27	รอยต่อพื้นกับเสาเหล็กแบบใช้เหล็กรูปพรรณรับแรงเฉือน (Shear Key).....67
3.28	รอยต่อพื้นกับเสาเหล็กแบบใช้หมุดรับแรงเฉือน (Shear Stud).....68
3.29	รูปแบบการพัฒนาการก่อสร้างชั้นใต้ดินลึกวิธีอัป/ดาวน์.....77
3.30	รูปแบบการวางแผนงานการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์.....79
4.1	แผนงานการก่อสร้างวิธีปกติโครงการ ก.....112
4.2	แผนงานการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์โครงการ ก. (การก่อสร้างจริง).....113
4.3	แผนงานการก่อสร้างวิธีปกติโครงการ ข.....114
4.4	แผนงานการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์โครงการ ข. (การก่อสร้างจริง).....115
4.5	แผนงานการก่อสร้างวิธีปกติโครงการ ค.....116
4.6	แผนงานการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์โครงการ ค. (การก่อสร้างจริง).....117
4.7	การเปรียบเทียบกระแสเงินออกและเข้า (Comparative Cash Flow) ของการก่อสร้างวิธีปกติกับการก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์.....120

คำอธิบายสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
T1	คือ ระยะเวลาที่ก่อสร้างจากชั้นใต้ดินชั้นแรกจนถึงชั้นฐานรากแล้วเสร็จ
Rf	คือ อัตราการก่อสร้างชั้นบนดิน Rf
Nf	คือ จำนวนชั้นที่สามารถก่อสร้างได้ในเวลา T1
I	คือ อัตราค่าดอกเบี้ยต่อปี
i	คือ อัตราค่าดอกเบี้ย ต่อเดือน
T	คือ ระยะเวลาการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน ของทั้ง โครงการ
d	คือ ระยะเวลาการก่อสร้างที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน เทียบกับการก่อสร้างวิธีปกติ
Cu	คือ มูลค่าก่อสร้างทั้ง โครงการที่ใช้การก่อสร้างวิธีอัป/คาวน
Difc	คือ ต้นทุนการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นจากการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน เทียบกับการก่อสร้างวิธีปกติ
Cc	คือ มูลค่าก่อสร้างทั้ง โครงการ ที่ใช้การก่อสร้างวิธีปกติ
b	คือ รายได้จากค่าเช่าอาคารต่อเดือน
o	คือ ค่าใช้จ่ายใน ส่วนการบริหาร โครงการส่วนเจ้าของต่อเดือน
B	คือ จำนวนเงินรายได้จากค่าเช่าอาคารในช่วงระยะเวลา d
So	คือ จำนวนเงินที่สามารถประหยัดส่วนการบริหาร โครงการส่วนเจ้าของได้ในช่วงระยะเวลา d
Iu	คือ ส่วนค่าดอกเบี้ยของทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน
Ic	คือ ค่าดอกเบี้ยของทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีปกติ
PW _{Iu}	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของค่าดอกเบี้ยของทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน
PW _{Ic}	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของค่าดอกเบี้ยของทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีปกติ
PW _{Cu}	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของมูลค่าทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีอัป/คาวน
PW _{Cc}	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของมูลค่าทั้ง โครงการก่อสร้างวิธีปกติ
PW _B	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของรายได้จากค่าเช่าระยะเวลา d
PW _{So}	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของเงินที่สามารถประหยัดค่า So

คำอธิบายสัญลักษณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
NB	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของ ผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับจากการลดระยะเวลาก่อสร้างลง โดยใช้การก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์
BC	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนจากการลดระยะเวลาก่อสร้างลง โดยใช้การก่อสร้างวิธีอัป/ดาวน์
PWDif	คือ ค่าเงินต้นปัจจุบันของค่าก่อสร้างรวมดอกเบี้ยที่เพิ่มขึ้นจากการใช้วิธีอัป/ดาวน์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย