

สารบัญ

มาตรฐานความปลอดภัยในงานเจาะระเบิดอุโมงค์ในหินแข็ง

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของมาตรฐาน (Objective)	1
1.3 ขอบเขตของมาตรฐาน (Scope)	2
1.4 กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานฉบับนี้	2
1.5 โครงสร้างเอกสาร	2
บทที่ 2 นิยามและศัพท์เทคนิค (Terms and Definitions)	5
2.1 นิยามและศัพท์เทคนิค (Terms and Definitions)	5
บทที่ 3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณสมบัติของบุคคลที่ปฏิบัติงานในอุโมงค์ (The Need for A "Competent Person")	17
3.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับคุณสมบัติของบุคคลที่ปฏิบัติงานในอุโมงค์	17
3.2 ความสามารถของบุคคลที่ปฏิบัติงานในอุโมงค์	17
บทที่ 4 ข้อกำหนดการฝึกอบรมคนงาน (Worker Training Requirements)	19
4.1 ข้อกำหนดการฝึกอบรมคนงาน	19
บทที่ 5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับขั้นตอนการตรวจสอบจำนวนคนงานเข้าและออกจากหน้างาน (Site Control Procedures)	21
5.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับขั้นตอนการตรวจสอบจำนวนคนงานเข้าและออก จากหน้างาน	21
บทที่ 6 ข้อกำหนดเกี่ยวกับขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร (Communications)	23
6.1 ข้อกำหนดทั่วไป	23
6.2 ข้อกำหนดการแจ้งเตือนและการสื่อสาร	23
6.3 นายจ้างต้องรักษาสายการสื่อสารกับพนักงานในระหว่างการทำงานก่อสร้างใต้ดิน	24
6.4 การระบุตำแหน่งคนงานเจาะอุโมงค์และการสื่อสารกับบุคคลที่ทำงานบนผิวดิน	24
6.5 ระบบการสื่อสาร	24
บทที่ 7 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเจาะระเบิด (Drilling)	27
7.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการเจาะระเบิด (Drilling)	27
7.2 การเจาะระเบิดใกล้กับแหล่งวัตถุระเบิด	27

บทที่ 8	ข้อกำหนดเกี่ยวกับวัตถุระเบิดและการใช้วัตถุระเบิด (Explosive and Blasting)	29
8.1	นิยามเกี่ยวกับข้อกำหนดการใช้วัตถุระเบิด	29
8.2	ข้อกำหนดทั่วไป	31
8.3	การเก็บวัตถุระเบิด	31
8.4	พื้นที่รอบคลังเก็บวัตถุระเบิด	32
8.5	ลักษณะการเก็บวัตถุระเบิด	32
8.6	คลังเก็บวัตถุระเบิดหลักที่ตั้งอยู่ใต้ดิน	32
8.7	สถานที่เก็บวัตถุระเบิดชั่วคราว	33
8.8	การอัดระเบิด	33
8.9	การอัดระเบิดโดยใช้เครื่องอัดลม (Pneumatic charging)	34
8.10	ข้อกำหนดในการจุดระเบิดด้วยสายชนวนธรรมดาและแก๊ปธรรมดา (Safety fuse assemblies)	34
8.11	ข้อกำหนดสำหรับการใช้เชื้อปะทุไฟฟ้าในการจุดระเบิด	34
8.12	ข้อกำหนดกรณีการจุดระเบิดโดยไม่ใช้กระแสไฟฟ้า (Non-electric initiation systems)	35
8.13	การแก้ปัญหาระเบิดด้าน (Misfired)	35
8.14	ความปลอดภัยของพนักงานขณะทำการอัดและจุดระเบิด	36
8.15	ขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการอัดและการจุดระเบิด	36
8.16	ขั้นตอนปฏิบัติในการกลับเข้าไปทำงานในพื้นที่ภายหลังการระเบิด	36
บทที่ 9	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการขุดตัก การขนส่ง และการเทวัสดุ (Loading, Hauling and Dumping)	37
9.1	ข้อกำหนดทั่วไป	37
9.2	การตักเล็มกองวัสดุ	37
9.3	รถขุดตักที่กำลังทำงาน (Suspended loads)	37
9.4	การควบคุมการจราจร (Traffic control)	38
9.5	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร และการควบคุมเครื่องจักร	38
9.6	การขนส่งคนงานและวัสดุ	38
9.7	อุปกรณ์ความปลอดภัย ข้อกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับเส้นทาง การขนส่งทางรถไฟ การบรรทุกและการเทวัสดุ	40
9.8	ข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์	43
บทที่ 10	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการค้ำยันอุโมงค์ (Ground Support of Underground Areas)	51
10.1	การใช้ค้ำยันในอุโมงค์	51

10.2	การค้ำยันประตูทางเข้าและพื้นที่ที่อาจทรุดตัว	51
10.3	ข้อกำหนดและรายละเอียดเพิ่มเติม	52
10.4	การค้ำยันปล่อง (Shaft)	55
บทที่ 11	ข้อกำหนดในการระบายอากาศ (Ventilation Requirements)	57
11.1	ข้อกำหนดทั่วไป	57
บทที่ 12	ข้อกำหนดการให้แสงสว่างในการปฏิบัติงาน (Illumination Requirements)	63
12.1	การจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างตามจุดสำคัญในการเจาะอุโมงค์ที่เพียงพอและทั่วถึง	63
12.2	การจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน	63
12.3	การจัดให้มีไฟฟ้าแสงสว่างสำรอง	63
บทที่ 13	ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการใช้ปั้นจั่นและก๊วในงานอุโมงค์ (Special Requirements for Application of Cranes and Hoisting in Tunneling Works)	65
13.1	ปั้นจั่นและก๊วสำหรับการขนส่งคนงาน	65
บทที่ 14	ข้อกำหนดของขั้นตอนการปฏิบัติงานในกรณีมีเหตุฉุกเฉิน (Emergency Procedures)	77
14.1	โปรแกรมความปลอดภัย (Safety programs)	77
14.2	ทีมกู้ภัย (Rescue teams)	78
14.3	การเตรียมความพร้อมของทีมกู้ภัยของงานใต้ดิน	79
14.4	การฝึกอบรมสมาชิกทีมกู้ภัยงานเจาะอุโมงค์	80
14.5	การกู้ภัยทางเลือกสำหรับการเจาะอุโมงค์ขนาดเล็กหรือตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกล ความเจริญ	81
14.6	การกู้ภัยทางเลือกในกรณีของการเจาะอุโมงค์ในลักษณะเฉพาะ	81
14.7	เส้นทางหนีภัยและสถานที่หลบภัยในเหมืองใต้ดิน	82
14.8	พื้นที่หลบภัย	83
14.9	แผนการอพยพคนงาน	83
14.10	ระบบเช็คอิน-เช็คเอาท์ (Check-in, Check-out system)	84
14.11	ระบบอากาศและการช่วยหายใจของคนงานในกระเช้าสำหรับการหนีภัย	84
14.12	ข้อกำหนดในการควบคุมและการป้องกันอัคคีภัย	85
14.13	ที่ตั้งของสถานีไฟฟ้าย่อยใต้ดินและสถานที่เก็บของเหลวใต้ดิน	86
14.14	การจัดเก็บของเหลวที่ติดไฟได้ใต้ดิน	86
14.15	ข้อกำหนดสำหรับท่อน้ำมันเชื้อเพลิงสู่พื้นที่ใต้ดิน	87
14.16	การป้องกันไฟไหม้ที่ปากอุโมงค์	88

14.17	การป้องกันไฟไหม้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่ตั้งอยู่กับที่ในงานใต้ดิน	88
14.18	การเตรียมอุปกรณ์ดับเพลิงสำหรับงานที่ต้องใช้ความร้อนหรือทำให้เกิดความร้อนหรือประกายไฟ	88
14.19	การเตรียมการก่อนการเชื่อมต่อหรือใช้ความร้อนด้วยเปลวไฟ	89
14.20	การป้องกันไฟไหม้ วิธีการปฏิบัติในกรณีเกิดไฟไหม้โรงซ่อมที่ตั้งอยู่ใต้ดิน	90
14.21	ข้อกำหนดเกี่ยวกับอุปกรณ์ดับเพลิง	92
14.22	น้ำดับเพลิง	93
14.23	รถดับเพลิงในอุโมงค์	93
14.24	การป้องกันน้ำท่วมอุโมงค์	93
บทที่ 15	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment (PPE))	95
15.1	การป้องกันศีรษะ (Head protection)	95
15.2	การป้องกันเท้า (Foot protection)	95
15.3	การป้องกันมือ (Hand protection)	95
15.4	การป้องกันตาและหน้า (Eyes and face protection)	95
15.5	อุปกรณ์ป้องกันและเสื้อผ้าสำหรับป้องกันสารอันตรายและสารระคายเคือง (Protective equipment and clothing for hazards and irritants)	95
15.6	การป้องกันการสูญเสียการได้ยิน	96
15.7	การป้องกันฝุ่น ควั่น ก๊าซ ที่อาจเป็นอันตราย	96
15.8	การเก็บและบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	96
15.9	วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการปฐมพยาบาล	96
บทที่ 16	ข้อบังคับเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ (Miscellaneous)	97
16.1	การจัดหาน้ำดื่ม	97
16.2	การรักษาความสะอาดเรียบร้อยของสถานที่ต่าง ๆ	97
16.3	การจัดหาห้องน้ำ	97
16.4	การจัดหาถังขยะ	98
เอกสารอ้างอิง		99

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 การแบ่งความแข็งแรงของมวลหิน	12
ตารางที่ 2-2 ข้อเสนอแนะแนวทางการค้ำยันอุโมงค์จากผลการประเมินการจัดลำดับความแข็งแรงของชั้นหิน	13
ตารางที่ 13-1 ค่าความปลอดภัยของลวดสลิงที่ใช้กับก๊ว	71

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1 วงจรงานเจาะระเบิดอุโมงค์ในหินแข็ง คิดเป็นระยะเวลา (นาที และร้อยละของระยะเวลาในการทำงานของวงจรจากการเจาะระเบิดอุโมงค์แห่งหนึ่งในประเทศไทย)	6
รูปที่ 2-2 แอมโมเนียมไนเตรทที่มีรูพรุนที่ผสมน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น ANFO แล้ว	6
รูปที่ 2-3 แอมโมเนียมไนเตรทที่มีรูพรุน (Porous prilled ammonium nitrate)	7
รูปที่ 2-4 เชื้อปะทุธรรมดา (Plain detonator) และสายชนวนธรรมดาหรือสายชนวนเวลา (Safety fuse)	8
รูปที่ 2-5 เชื้อปะทุที่จุดระเบิดโดยไม่ใช้ไฟฟ้า	9
รูปที่ 2-6 เชื้อปะทุไฟฟ้า (Delay#3)	10
รูปที่ 2-7 วัตถุระเบิดอิมัลชัน	10
รูปที่ 2-8 ระยะเวลาที่ชั้นหินค้ำยันตัวเองอยู่ได้เมื่อมีช่องเปิดขนาดต่าง ๆ ตามคะแนนการจัดลำดับของหิน (RMR)	11
รูปที่ 2-9 การขุดเจาะอุโมงค์เป็นส่วนๆ แบบไม่เต็มหน้าอุโมงค์แบบต่างๆ	14
รูปที่ 2-10 สายจุดระเบิด (Shock tube) สำหรับเชื้อปะทุแบบไม่ใช้ไฟฟ้า และภาพแสดงส่วนที่ไปเชื่อมต่อกับเชื้อปะทุ	15
รูปที่ 2-11 ส่วนหนึ่งของแผงหน้าปัดสวิทช์เกียร์ขนาดใหญ่	16
รูปที่ 8-1 สายไฟฟ้าสำหรับจุดระเบิด (Short firing cable)	29
รูปที่ 8-2 ดินระเบิดชนิดแห้ง	30
รูปที่ 8-3 สายชนวนระเบิด (Detonating cord - Dynonobel-Primacord)	30
รูปที่ 8-4 ไพโรเมอร์ (Primer)	31
รูปที่ 10-1 การค้ำยันบริเวณปากทางเข้าอุโมงค์ (Portal) ด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก (อุโมงค์โครงการสร้างเขื่อนที่สป.ลาว)	51
รูปที่ 10-2 ก. การค้ำยันอุโมงค์ที่เขื่อนสป.ลาวด้วยโครงเหล็กสำเร็จ (Steel rib) และ ข. การค้ำยันเสริมด้วยการพ่นคอนกรีต (Shotcrete)	53

	หน้า
รูปที่ 10-3 การค้ำยันผนังอุโมงค์โดยใช้คอนกรีตพ่นกับสลักยึดหิน (Rock bolts) และ ลวดตาข่ายกับสลักยึดหิน	53
รูปที่ 11-1 ตัวอย่างผังการระบายอากาศในอุโมงค์	58
รูปที่ 11-2 ท่อลม การติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในอุโมงค์ที่แม่แตง เชียงใหม่	59
รูปที่ 11-3 เครื่องตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน	61
รูปที่ 11-4 เครื่องตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	61
รูปที่ 13-1 ส่วนประกอบของลวดสลิง (ตัวอย่างที่แสดงเป็น Round strand)	67
รูปที่ 13-2 โครงสร้างของลวดสลิงชนิดต่างๆ	68
รูปที่ 13-3 ลวดสลิงชนิดที่ใช้สำหรับการขนส่งคนแบบกระเช้าแขวน (Aerial ropeway) หรือลากรถราง (Tramway)	69
รูปที่ 13-4 ลวดสลิงแบบ Regular lay ที่การพันลวดในเชือกในทิศทางตรงกันข้ามกับ ที่การพันเชือก(Strand) รอบแกนกลาง (Center wire)	70
รูปที่ 13-5 ชนิดลวดสลิงแบ่งตามลักษณะทิศทางการพันลวดและเชือก	70
รูปที่ 13-6 การตรวจวัดขนาดหน้าตัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดสลิงที่ถูกต้อง	74
รูปที่ 13-7 การผูกยึดปลายของลวดสลิงที่ใช้ตัวผูกร้อยที่ทำจากสังกะสี หรือเหล็กชุบสังกะสี	74