

721313

水下爆破

[日] 综合安全工学研究所 编

宋学义 谢国华 等译校



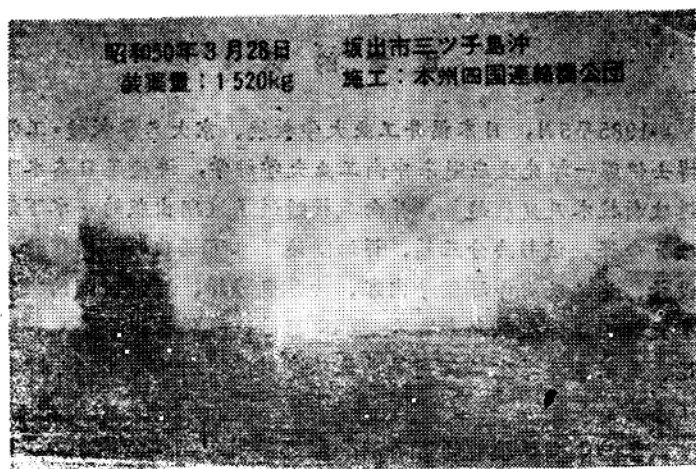
中南工业大学出版社

译 者 的 话

1985年5月，日本福井工业大学教授、京大名誉教授·工学博士伊藤一郎先生应邀来中南工业大学讲学，讲授了日本水下爆破新技术及发展趋势。并向我校赠送了近期出版的《水下爆破》专著。该书共分三篇，详细阐述了水下爆破的基础理论、设计、施工及海洋环保等内容，为开发海洋、河流、湖泊提供了大量的试验数据和丰富的施工经验，可供铁道、水电、航运、采矿及海洋生物研究等单位从事教学、科研、设计和施工参考。

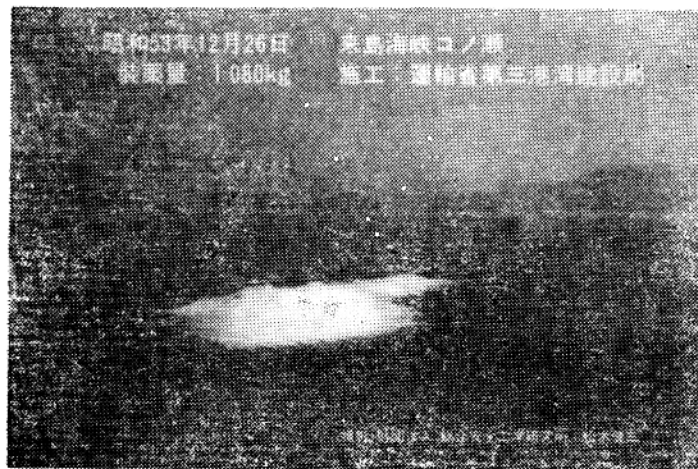
参加本书译校的还有姜炯和邢文华同志，在翻译中由于我们水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

1987年12月



(財団法人) 総合安全工学研究所

松本健三 撮影



前 言

迄今为止尚未见出版过有关详细叙述水下爆破的书籍。1984年美国的R.H.Cole整理的第二次世界大战时的水下爆破一书，与本书《水下爆破》的要点有所不同。

1971年本州四国连络桥公团、1974年运输省第三港湾建设局受有关水下爆破及其影响调研单位委托，将研究成果和爆破工程汇集整理为《水下爆破》一书。这是历时10年的研究并配合实践者的体会而写出的专著。

1984年10月

《水下爆破》编辑委员长

福山郁生

「水下爆破」编辑委员

伊概 健

大成建设株式会社常务董事

福山郁生

横滨国立大学教授、工博

关 厚

鹿岛建设株式会社常务董事

小川 辉繁

横滨国立大学助教授、工博

森平 伦生

运输省港湾局建设课长

谷口 敬一郎

关西大学教授、工博

杉田秀夫

本州四国连络桥公团设计部长

伊藤一郎

福井工业大学教授

京都大学名誉教授、工博

水谷 宽

原 日本产业火药会常务理事

曾我部 隆久

运输省第四港湾建设局下关
港、门司港工程办事处主任

佐 佐 宏一

京都大学教授、工博

(敬称略，按50音图顺序)

执笔者一览表

(敬称略)

石井康夫	(大成建设株式会社)
市川 央	(鹿岛建设株式会社)
伊藤一郎	(福井工业大学)
井保武寿	(鹿岛建设株式会社)
大内正美	(运输省第三港湾建设局)
小川辉繁	(横浜国立大学)
奥出 律	(运输省第四港湾建设局)
川上 纯	(大成建设株式会社)
后藤英一	(大成建设株式会社)
佐佐宏一	(京都大学)
庄司喜博	(运输省第五港湾建设局)
杉田秀夫	(本州四国连络桥公团)
铃木明人	(大成建设株式会社)
曾我部隆久	(运输省第四港湾建设局)
武本哲太郎	(大成建设株式会社)
谷口敬一郎	(关西大学)
福山郁生	(横浜国立大学)
水谷 宽	(原 日本产业火药会)
大和文哉	(间组株式会社)
山中 彰	(鹿岛建设株式会社)

(按50音图顺序)

目 录

第一篇 绪 论

第一章 水下爆破概论	(1)
1.1 水下爆破的特殊性	(1)
1.2 水下爆破的课题与未来展望	(2)
第二章 水下爆破的历史	(5)
2.1 水下爆破的研究	(5)
2.2 水下爆破的发展	(9)
2.2.1 概 述	(9)
参考文献	(15)

(福山 郁生)

第二篇 基 础

第一章 水下爆破的设计和方法	(18)
1.1 水下爆破法概述	(18)
1.2 水下裸露爆破的设计和实施	(20)
1.2.1 水下裸露爆破的应用和基岩的破坏	(20)
1.2.2 炸药的选定	(24)
1.2.3 装药量求法	(26)
1.2.4 装药和起爆方法	(36)
1.2.5 爆破图表	(38)
1.3 水下穿孔爆破的设计和实施	(39)
1.3.1 爆破方法的选定	(40)
1.3.2 爆破孔的穿孔	(41)

1.3.3	装药量的求法	(51)
1.3.4	装药方法	(55)
1.3.5	起爆方法	(58)
1.3.6	爆破图表	(67)
1.4	疏 浚	(76)
1.4.1	概 述	(76)
1.4.2	用抓斗船清理岩碴	(78)
1.4.3	运土船	(82)
1.4.4	排土或排碴	(82)
1.5	水下爆破施工法的选择	(82)
参考文献		(89)

(伊藤一郎, 谷口敬一郎)

第二章 水下爆破的预测计算法 (91)

2.1	预测计算的目的	(91)
2.2	预测计算方法	(92)
2.2.1	用经验公式的方法	(92)
2.2.2	用电子计算机进行爆破模拟的预测 方法	(93)
2.3	破碎效果的预测计算实例	(96)
2.4	水下冲击压的预测计算实例	(100)
2.5	水下爆破地震的预测计算例子	(107)

参考文献	(112)
------	---------

(伊藤一郎、佐佐宏一)

第三章 水下爆破的地震及其传播 (113)

3.1	水下爆破的地震	(113)
3.1.1	伴随爆破的地震	(113)
3.1.2	爆破地震与自然地震的对比	(116)

3.1.3 伴随水下爆破的地震·····	(117)
3.2 地震的计测法·····	(119)
3.3 水下爆破地震的计测实例和波动的传播特性·····	(120)
3.3.1 概 述·····	(120)
3.3.2 在6P地点爆破地震的计测方法·····	(121)
3.3.3 计测结果的解析和波动的传播特性·····	(127)
3.4 地震的大小及其推定式·····	(150)
3.4.1 概 述·····	(150)
3.4.2 表示药量、爆源距离和地震大小关系的实验式·····	(151)
3.4.3 水下爆破地震的大小及其推定式·····	(153)
3.5 爆破地震的减轻法和地震对破碎区的影响·····	(160)
3.5.1 爆破地震的减轻法·····	(160)
3.5.2 由于已破碎区域的存在而引起的减轻振动效果·····	(163)
3.6 地震对周围环境的影响·····	(178)
3.6.1 前 言·····	(178)
3.6.2 振动对人体的影响和允许界限·····	(179)
3.6.3 振动对建筑物、构筑物等的影响和允许界限·····	(183)
3.6.4 结 论·····	(186)
参考文献·····	(188)
	(伊藤 一郎)
第四章 水中冲击压和对水产生物的影响 ·····	(189)
4.1 水下爆破的水中冲击压和压力波·····	(189)
4.1.1 概 要·····	(189)

4.1.2	水中吊挂爆破的及水下裸露爆破的压力波	(190)
4.1.3	水下穿孔爆破的压力波	(198)
4.2	水中压力波的计测法	(202)
4.2.1	水中压力波计测法的种类	(202)
4.2.2	压力检测传感器	(203)
4.2.3	计测系统	(204)
4.3	水中压力波对鱼类的损伤	(205)
4.3.1	概 要	(205)
4.3.2	受到水中压力波影响的鱼类的状态	(206)
4.3.3	根据鱼种耐冲击压性能的差异	(206)
4.3.4	鱼的内部器官不同程度的损伤	(208)
4.3.5	压力波形与鱼的损伤	(212)
4.3.6	伴随水下爆破由水中压力波引起鱼类受损伤的范围	(214)
4.4	水中压力波的减轻方法	(215)
4.4.1	概 要	(215)
4.4.2	使用气泡幕的方法	(215)
4.4.3	使用缓冲材料的方法	(216)
4.5	水下穿孔爆破的水中压力波计测实例	(217)
4.5.1	海岸线附近爆破的水中压力波的测定实例	(217)
4.5.2	海底一个自由面爆破水中压力波的测定实例	(220)
4.5.3	海底无自由面爆破水中压力波的测定实例	(220)
参考文献		(221)
	(小川 辉繁)	

第五章 水下爆破用炸药及起爆器材	(224)
5.1 水下爆破用炸药的特性	(224)
5.1.1 抗水压性和包装方法	(225)
5.1.2 耐冲击压性和段发爆破	(230)
5.1.3 水下爆破的形态和炸药类附属品 的适应	(233)
5.2 炸 药	(236)
5.2.1 硝甘炸药	(237)
5.2.2 浇铸炸药	(240)
5.2.3 成型炸药	(241)
5.2.4 灌装炸药	(242)
5.2.5 开发新产品	(242)
5.3 起爆器材	(242)
5.3.1 电雷管	(242)
5.3.2 导爆索	(243)
5.3.3 主起爆药包类	(244)
5.3.4 装药筒	(246)
5.4 起爆用的附属仪器	(250)
5.4.1 有线起爆方式	(250)
5.4.2 无线起爆方式	(254)
5.5 炸药的安全管理	(256)
5.5.1 水下爆破的难度	(256)
5.5.2 安全管理的方法	(257)
5.5.3 归 纳	(259)

(水谷 宽)

第三篇 施工实例

第一章 本州四国连络桥海下基础工程 (261)

1.1 概 要 (261)

1.1.1 海下基础的施工法 (261)

1.1.2 海底基岩挖掘和水中爆破 (266)

1.1.3 水下爆破的调查研究 (268)

1.1.4 水下爆破的施工设计 (270)

1.1.5 水下爆破的施工结果 (287)

(杉田 秀夫)

1.2 有线电起爆实例(南北备赞海峡大桥7A

锚固基础岩石挖掘爆破 (291)

1.2.1 前 言 (291)

1.2.2 工程概要 (292)

1.2.3 SEP安装作业 (295)

1.2.4 制作药筒 (299)

1.2.5 穿孔、装药 (300)

1.2.6 爆破连接线的处理 (302)

1.2.7 爆 破 (302)

1.2.8 施工管理 (308)

1.2.9 计测管理 (311)

(井保 武寿)

1.3 导爆索起爆实例(南北备赞海峡大桥3P、4A

基础岩石挖掘时的导爆索起爆施工法) (312)

1.3.1 概 要 (312)

1.3.2 施工设备、机器 (319)

1.3.3 SEP及穿孔机的设置作业 (325)

1.3.4	使用炸药及器材	(329)
1.3.5	穿孔、孔壁保护	(330)
1.3.6	爆 破	(332)
1.3.7	计测管理	(336)
1.3.8	工程结果	(339)
	(铃木 明人)	
1.4	超声波无线起爆实例 (南北备赞海峡大桥5P基础岩石挖掘的超声波无线起爆 施工法)	(340)
1.4.1	概 要	(340)
1.4.2	施工设备、机器	(346)
1.4.3	SEP的设置作业	(358)
1.4.4	起爆器材及制作药筒	(360)
1.4.5	穿孔、装药	(363)
1.4.6	爆 破	(364)
1.4.7	爆破影响计测管理	(365)
	(后藤 英一)	
1.5	电磁感应无线起爆实例 (南北备赞海峡大桥 6P基础岩石的电磁感应无线起爆施工法)	(367)
1.5.1	工程概要	(367)
1.5.2	电磁感应爆破的设计	(374)
1.5.3	环形天线、输电电缆的敷设及维修 管理	(374)
1.5.4	施工设备、机器	(380)
1.5.5	SEP设置及爆破退避	(382)
1.5.6	穿孔、装药	(383)
1.5.7	水中管道的防震装置	(383)

1.5.8	起爆器材、装填方法	(384)
1.5.9	爆 破	(384)
1.5.10	爆破影响计测	(385)
1.5.11	工程工序	(389)
	(川上 纯)	
第二章	清除来岛海峡航路岩礁	(391)
2.1	来岛海峡航路整备计划概要	(391)
2.1.1	来岛海峡航路现状	(391)
2.1.2	来岛海峡航路的整备计划	(392)
2.1.3	西水道小沼浅滩清除岩礁的实施	(394)
	(曾我部 隆久)	
2.2	自然条件的调查	(394)
2.2.1	地质调查	(394)
2.2.2	潮流调查	(396)
2.3	清除岩礁施工法的调查	(399)
2.3.1	施工法的选定	(399)
2.3.2	疏浚施工法调查	(400)
2.4	水下爆破调查	(405)
2.4.1	水下爆破调查的进行方法	(405)
2.4.2	各年度的调查内容	(406)
2.4.3	小沼浅滩爆破方法的研讨	(410)
2.4.4	水下爆破对渔业影响的调查	(419)
	(大内 正美)	
2.5	水下爆破的施工	(423)
2.5.1	概 要	(423)
2.5.2	工程设施的建设	(424)

2.5.3	水下爆破调查工程	(425)
	(奥出律、大内正美、山中彰、市川央)	
2.6	技术课题	(476)
2.6.1	前 言	(476)
2.6.2	工程实施体制和技术侧面	(477)
2.6.3	经济施工法的选择	(479)
2.6.4	无线起爆法的选定和设计	(479)
2.6.5	环形天线的可靠性	(480)
2.6.6	SEP的选定和稳定性	(480)
2.6.7	炮孔的装药法	(483)
	(曾我部 隆久)	
第三章	渔港、桥墩、拆除工程及其它	(485)
3.1	小规模水下爆破工程一览	(485)
3.2	桥墩工程(天草架桥的桥墩基础工程)	(485)
3.2.1	工程概要	(485)
3.2.2	水下挖掘法的探讨	(485)
3.2.3	穿 孔	(486)
3.2.4	爆 破	(487)
3.3	渔港工程	(492)
3.3.1	铔子渔港修筑工程的水下爆破	(492)
3.3.2	和具渔港改建工程的水下爆破	(497)
	(铃木 明人)	
3.4	给排水设备的建设工程	(502)
3.4.1	工程概要	(502)
3.4.2	使用的机器	(503)
3.4.3	SEP的诱导测量、设置方法	(504)
3.4.4	穿孔、装药、爆破方法	(504)

3.4.5 工程结果	(505)
	(石井 康夫)
3.5 疏浚工程(横须贺火力发电厂工程沉箱 河床挖掘)	(506)
3.5.1 工程概要	(506)
3.5.2 采用的施工法	(506)
3.5.3 穿 孔	(507)
3.5.4 装 药	(507)
3.5.5 使用的炸药	(508)
3.5.6 爆 破	(508)
3.5.7 实际成绩及效果	(509)
3.6 混凝土已设沉箱的拆卸	(509)
3.6.1 工程概要	(509)
3.6.2 施工方法	(510)
3.6.3 工程结果	(512)
	(武木 哲太郎)
3.7 船坞工程	(513)
3.7.1 工程概要	(513)
3.7.2 地质及岩层的倾斜状况	(513)
3.7.3 施 工	(514)
3.7.4 施工结果	(515)
3.7.5 结 论	(515)
参考文献	(516)
	(大和 文哉)

第一篇 绪 论

第一章 水下爆破概论

1.1 水下爆破的特殊性

在水中使炸药爆炸，利用其爆炸能量进行爆破叫水下爆破。爆破有掘进爆破、台阶爆破、硐室爆破、采矿爆破、采煤爆破、土方爆破、控制爆破等形式，水下爆破也可作为一种形式。在海中进行爆破时是以海底岩体或沉在海底物为对象，由于水下爆破以水为介质，因而具有各种特殊性。

水下爆破有以下情况。

(1) 加深港湾、海峡、河流和湖泊等的水深，为使大型船、大型油轮等得以通行，而建设新港口；用爆破法挖掘浅的水底等。

(2) 为了架桥、建筑桥墩的基础，经破碎岩石中浇灌混凝土，制作下沉沉箱的底座台基。

(3) 为了打捞和拆卸在海底的沉船，爆破切断沉船的钢板等。

(4) 在制作鱼礁时，破碎岩石，而从其它地方推移岩石或移走鱼礁的混凝土块、四脚砌块及轮胎等进行爆破。

(5) 爆炸处理沉没的舰船上的机雷、鱼雷、爆雷等。

(6) 海洋地震探查等在海底进行爆破。

(7) 虽是特殊例子，为了在膀胱中，破碎清除在人体内