

防空避難室建築學

考察歐美日本各國軍備隨員
英國教育部考取優等工程師 吳國柄著
法國榮光勳章



164

中華民國二十六年十月初版

防空避難室建築學一冊

每冊實價國幣一元二角

外埠酌加運費滙費

著作者

吳國柄

發行人

吳國柄
漢口鄱陽街四十二號

印刷所

華中印書館
漢口湖北街同豐里口

發行所

商務印書館
漢口及各埠



防空避難室建築學目錄

弁 言.....	1
概 說.....	9
第 一 章 臨時地下室建築方法.....	3
第 二 章 半永久式地下室建築方法.....	12
第 三 章 永久式地下室建築方法.....	15
第 四 章 山洞避難室.....	23
第 五 章 防空壕.....	25
第 六 章 防空塔.....	31
第 七 章 地下室防毒設備.....	34
第 八 章 地下室交通設備.....	37
第一節 樓梯踏步.....	39
第二節 平路斜坡.....	39
第三節 轉梯.....	39
第四節 扒梯.....	39
第五節 滑梯.....	39
第 九 章 地下室光亮設備.....	41
第 十 章 地下室衛生設備.....	41
第 十 一 章 地下室防水同排水的方法.....	42
第一節 完全建築在地下的地下室.....	42
第二節 半節在地下半節在地面上的地下室.....	43
第三節 完全建築在地面上的地下室.....	43

第四節	山洞防水方法及排水的設備.....	43
第十二章	避難室門的設計.....	44
第十三章	飛機攻擊的方法同破壞力量的計算法.....	50
第一節	空炸.....	53
第二節	碰炸.....	53
第三節	滑炸.....	53
第四節	入土炸或穿甲炸或地雷炸.....	53
第十四章	計算炸彈各種力量的公式.....	55
第一節	求炸彈由天空墮下來的直擊力.....	55
第二節	求炸彈入被炸體的深度.....	55
第三節	求被炸體被炸彈破壞力範圍.....	56
第四節	求炸彈鑽到土內爆炸全破壞的深度.....	58
第五節	求炸彈碰着水泥三合土時全破壞的深度.....	58
第六節	樣題.....	58
第七節	炸彈的威力實在情形.....	60
第十五章	炸彈破壞力量各種實驗表.....	63
第十六章	建築避難室各種材料重量表.....	72
第十七章	新制度量衡表.....	79

防空避難室建築學弁言

自蘆溝橋事件發生後，中日戰爭就開始了，敵人的飛機到內地各處任意轟炸，使我們前方和後方同胞，無時無刻不在驚慌之中，因為這次對日作戰，是一個很重要的事，並且是長期的，所以我們就要想法子建築一個避難室來躲避牠的殘殺，留着我們有用的身體，為國家効命，但是這種工程是很新的，雖然有官廳的佈告指導，同報上的宣傳，不過都是短篇言論，沒有詳細的解釋同專門書本，來供我們整個的研究，作為建築的張本，但是這本書，是關於軍事人民兩用，是很難寫的，就是明白軍事的人，未見得明白工程，可是明白工程的人，亦未見得知道軍事，所以總沒有一本專門書籍出來，供我們的實用，國柄留學歐美，學習土木機械要塞等工程，並考察歐洲大戰場戰跡及歐美日本各國的軍備，近年曾在國內設計軍用工事，效用很大，茲本着所學同經驗參照工程的學理事實，把防空避難室設計同施工的情形，用白話文詳細寫出來，使我們同胞們一看就明白，自己都可以做，不過這本書，是初創的，恐怕還有不完善的地方，敬盼國內學者隨時指示，以便更正，是很榮幸的吳國柄謹識於國民政府軍事委員會委員長武漢行營專員室，中華民國二十六年九月十五日。

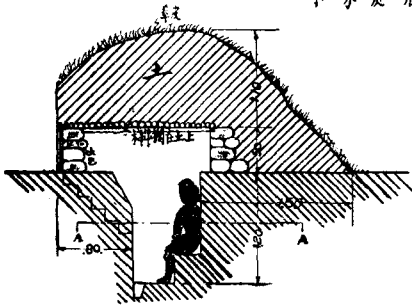
概 說

甚麼叫做地下室？地下室有甚麼好處呢？這是每一個人心中所要知道的，我可以說地下室就是地洞，也可叫做地窖，也可叫做地窖子，他的用處，就是到臨難的時候，人都到地下室內去，躲避飛機的轟炸，地下室的好處，我們可以用一個實事來說明他，譬如天上的鷹，嘴爪非常利害，兔子在地面上，是沒有一點抵抗鷹的東西，鷹在天上飛，兔子在地面一靜一動，鷹都看得清清楚楚，所以鷹抓兔子，兔子是不能跑脫的，像這樣看來，世界上的兔子都要被鷹吃掉，那麼世界上不就沒有兔子嗎？但是兔子牠會打洞，可以鑽進洞裏面躲避，因此鷹就沒有辦法了，現在的飛機，就同鷹是一樣，我們要避飛機的威脅，只有學兔子樣來打個洞，文明點說，就是做地下室，地下室建築方法很多，軍用民用，都是一樣的道理，因為都是避炸彈槍彈的作用，總其來說，他的建築方法分三種，一種是臨時性質避難的，就是最簡單的地下室，是在地下挖一個土坑，或是用麻袋築成一個土牆圍子，上面用粗木頭鋪蓋，木頭上再鋪很厚的土，土越厚越好，一種是半永久性的，就是用磚做牆，用鐵路和鋼板，或木料作頂蓋，一種是永久性的避難室，就是用鋼筋水泥三合土做成的，以上所說，是建築在地下的，再有一種，永久式的避難室，是建築在地面上的，牠的形體是成錐形，利用錐的滑面，把炸彈滑走再炸，離開炸彈的威力，這種建築，都是鋼筋水泥三合土建築的，這三種建築的厚度，是根據槍彈及炸彈破壞力計算的，抵抗這種破壞的力量，就叫抗力，本書為使閱者易於明瞭，同便於自己建築起見，特將這三種地下室形式，繪製圖樣，並將施工的方法，詳細分別說明於後，以為防空工程的參攷。

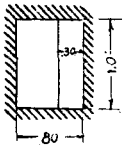
第一章 臨時地下室建築方法

臨時地下室，是一種最簡單的工程，建築的意義有二種，一種是爲掩蓋人的身體躲避槍彈同炸彈破片的轟擊，一種是爲使飛機上的槍手，不容易看見地下的人，作爲有目標的射擊，所以這種臨時地下室，就要有偽裝，或是迷彩，來作一種保護色，使敵人在飛機上看不見，所以建築地下室的地址，最好是在荒野的地方，與地一般平更好，牠的建築方法，非常的簡單，人人都可以自己，家家都可以預備地下室，作爲避難的用，建築的方法，就是在地下挖一個坑，坑上蓋以木料，木料上面鋪木板，板上堆積土，土上再鋪草皮，使牠的顏色同地一個樣，使敵人看不出來，坑裡挖有土坐位，避難人坐在上面，爲防備毒氣起見，在洞口下室，只能防備槍彈同炸彈的破片，但是不能防直接由飛機擲下來的炸彈，因爲牠的抗力太小了，茲將這種臨時地下室的圖樣，繪圖於後，作爲民間建築防空地下室的樣子，以下的圖分一人用，二人用，三人用，五人用，以至多數人用幾種，閱者看圖，自然明瞭。

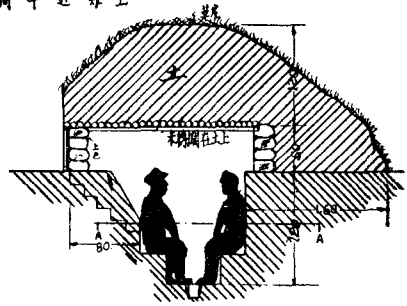
小家庭用簡單避難室



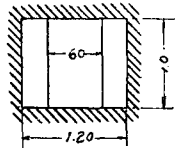
剖視



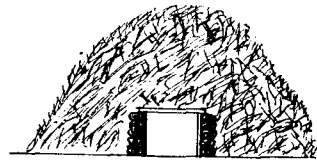
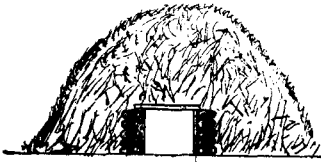
二人避難室 A.A.



剖視



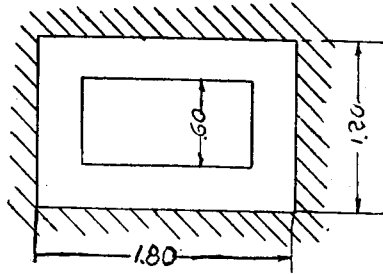
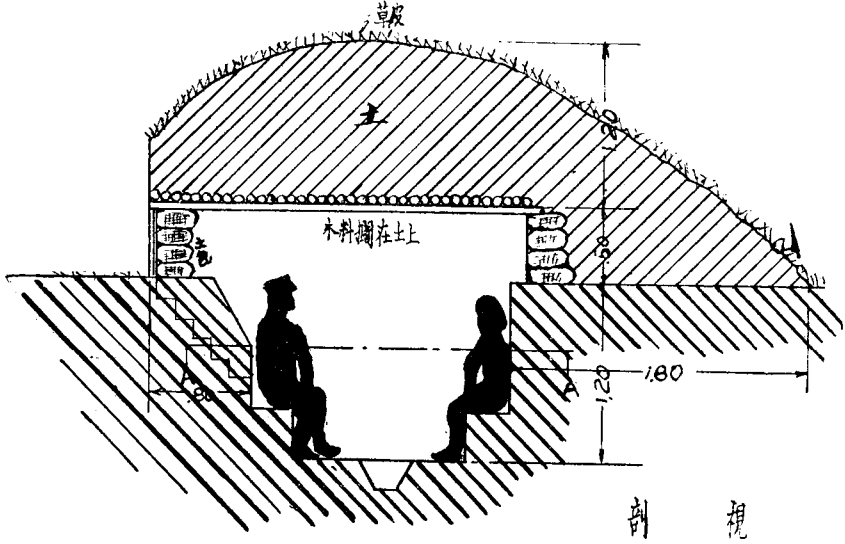
四人避難室 A.A.



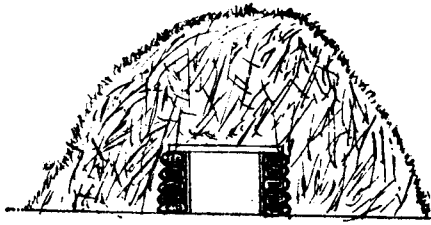
說 明

- (一)性質：臨時性地下室。
- (二)用途：適於小家庭，及平民用。
- (三)抗彈力量：臨時地下室，是最簡單避難的地方，這種地下室，可以避免飛機上的機槍掃射，同炸彈破片，兼有防毒之效力。
- (四)建築方法：就是在地下挖一個坑，深一公尺二，寬一公尺八，圍堆麻袋土牆，上鋪木柱，愈粗大愈好，上面鋪厚土，門口要用一塊厚布，或棉絮做成簡單避毒幕，使外面毒氣不得進入土坑。
- (五)人數容量：可容八人。
- (六)建築價值：每座約需國幣二十元，設有應用器具，自己工作，費用約可減少三分之一。
- (七)地點選擇：地址須擇較高爽地，及有樹木掩蔽的，較為合宜。

臨時避難室構造圖

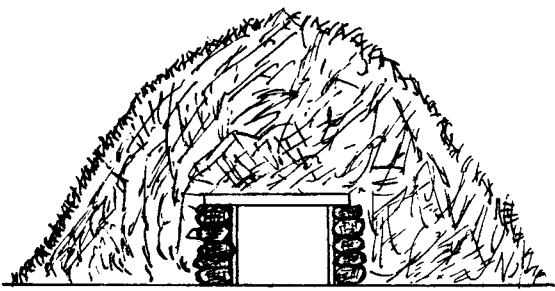
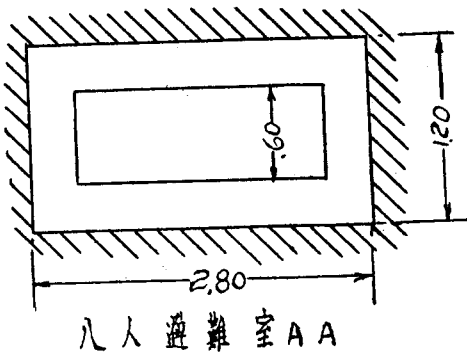
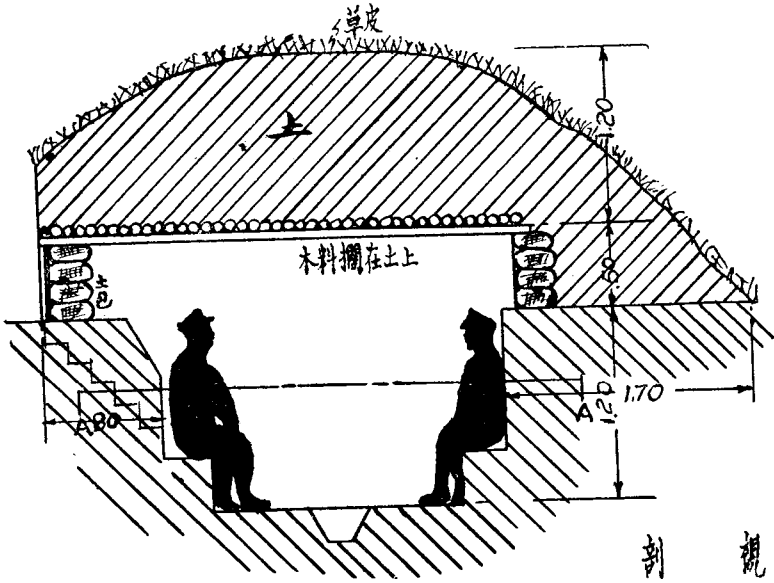


六人避難室AA



說 明

- (一)性質：臨時性地下室。
- (二)用途：適於小家庭，及平民用。
- (三)抗彈力量：臨時地下室，是最簡單避難的地方，這種地下室，可以避免飛機上的機槍掃射，同炸彈破片，兼有防毒的效力。
- (四)建築方法：就是在地下挖一個坑，深一公尺二，寬一公尺，圍堆麻袋土牆，上鋪木柱，愈粗大愈好，上面鋪厚土，門口要用一塊厚布，或棉絮做成簡單避毒幕，使外面毒氣不得進土坑。
- (五)人數容量：可容二人。
- (六)建築價值：每座約需國幣八元，設有應用器具，自己工作，費用約可減少三分之一。
- (七)地點選擇：地址須擇較高爽地，及有樹木掩蔽的，較為合宜。

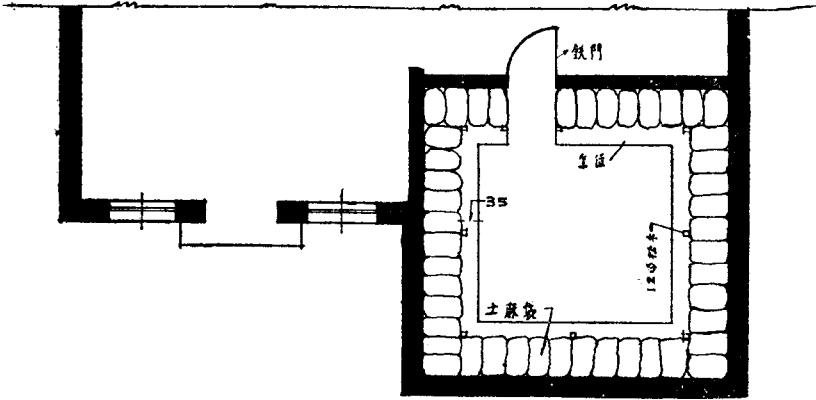


說 明

- (一)種類：臨時性避難所。
- (二)用途：適於一般平民及小團體。
- (三)抗彈力：可防禦破片及小型炸彈的破壞，兼有防毒的效力。
- (四)建築方法：先選擇堅固牆壁，（至少三單磚厚滿鋪滿漿砌的）或靠山邊挖直，按圖用皮槁作木架，外堆沙包，但中心可省用沙包，僅填土，頂上鋪厚半英分厚鋼板一層。
- (五)設備：兩邊進出口皆設防毒幕，靠牆設通氣管。
- (六)容量：可容二十七人。
- (七)價值：六百四十元，如用一英分厚鋼板，則需七百一十元。
- (八)地點：地址須擇較高爽地，及有樹木掩蔽較為合宜。
- (九)注意事項：最好能有二進出口，或擇一窗為準備進出口。



房屋內臨時避難室剖面圖



房屋內臨時避難室平面圖

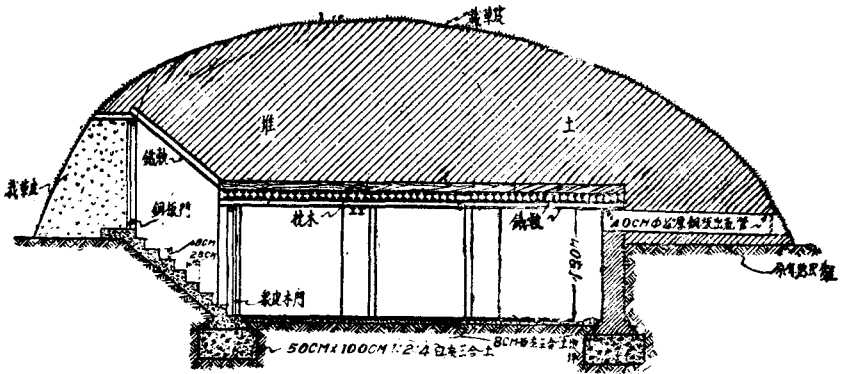
說 明

- (一)種類：臨時性避難所。
- (二)用途：適用於樓房，而附近無空地，可作地下室的。
- (三)抗彈力：可防禦破片及小型炸彈的破壞，兼有防毒的效力。
- (四)建築方法：將想作避難室的房屋內，用木橫樑及支柱架着鄰街外面堆沙包二行，上層地板及裏牆外面，約堆沙包一二層。
- (五)設備：進出口最好有二個，每口皆設防毒幕，靠牆擇地安通氣管、伸出屋頂。
- (六)容量：視房屋的大小而定，約每平方公尺面積可容二人。
- (七)價值：視房屋面積的大小而不同，約每平方公尺面積需六元至十元。
- (八)注意事項：最好能有二進出口，或擇一窗為準備進出口。

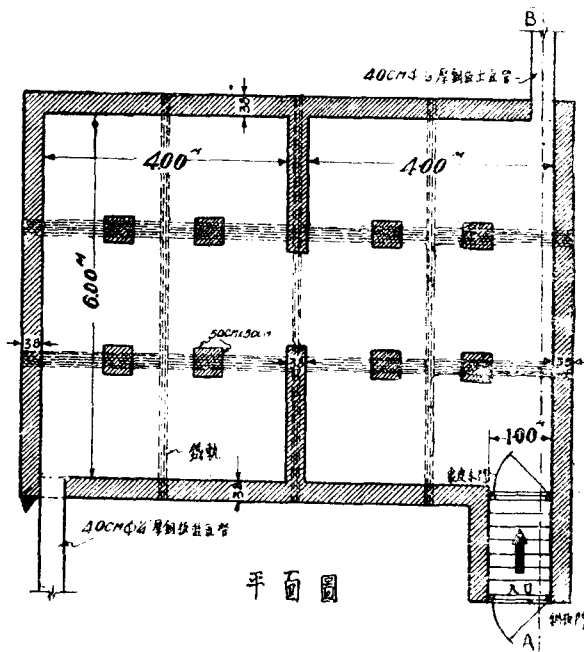
第二章 半永久式地下室建築方法

半永久式的地下室，就是磚同木料建築的，因為磚不爛是永久的，但是木料是可以爛的，這種建築，就叫半永久式的地下室，牠的建築意義，是同臨時地下室一樣，不過材料好一點，這樣地下室，四圍的牆，都是用磚做的，或是石頭砌做的，上面蓋上木料或是鐵路，或是鐵路和木料攙和排成樓板，板上再鋪油毛氈，油毛氈上再堆積土，土上鋪草皮，把整個的地下室，偽裝起來，至於地下室內中的佈置，閱者見下圖自然明白，特將各種半永久式的地下室建築方法，詳細繪圖於後，請照這樣建築之。

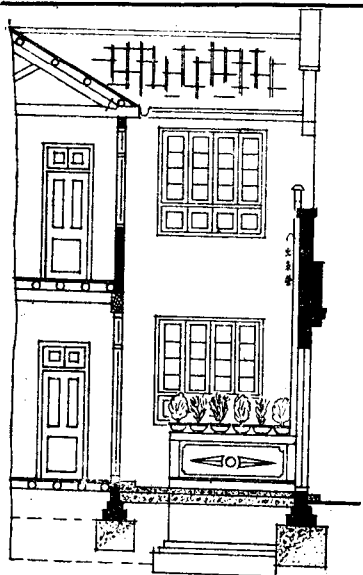
半永久式地下室圖



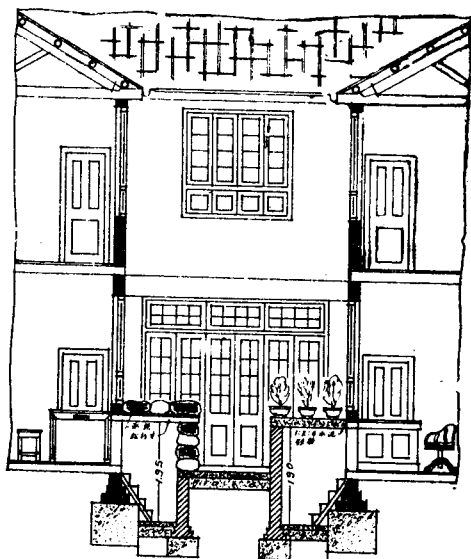
A-B 切立視圖



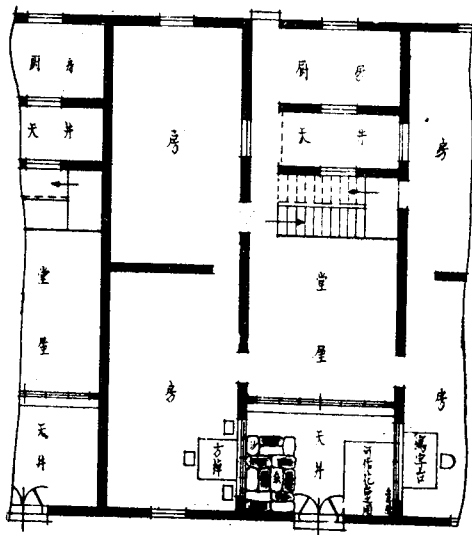
平面圖



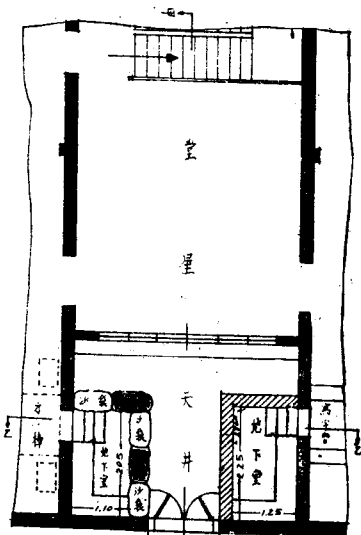
甲—甲剖視



乙—乙剖視



總平視



平視

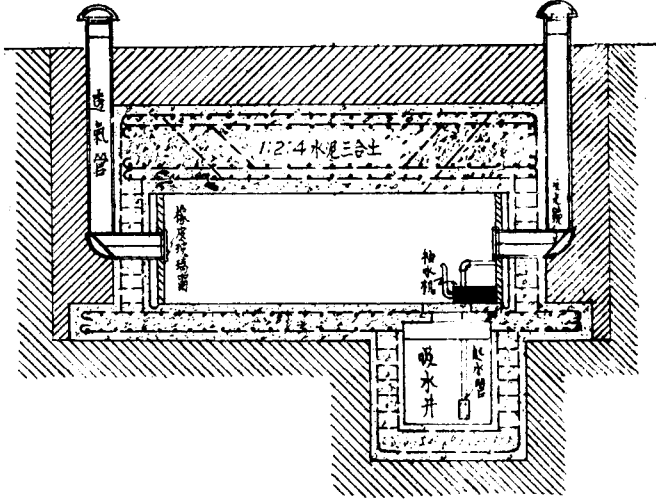
第三章 永久式的地下室建築法

永久式的地下室，是用不腐爛的材料建築的，這種地下室是永久性的，牠的建築的意義，是同臨時地下室一樣，因為牠是永久的，所以牠的建築設計，都是根據炸彈破壞力，同牠本身的抗力，來計算牠的厚度，這種永久式的地下室，都是用鋼筋水泥做的，所有頂蓋的厚度，同鋼筋的粗及層數，都是超過普通建築的尺碼幾倍：因為這種建築，不是在省材料，所以材料要特別的堅固，室內門窗，都是鋼鐵做的，門有三層，外面一層是鋼門，避彈的，中間一層是木做的，有橡皮合縫，使毒氣不能進來，內面一層是布簾，這個布簾又叫防毒幕，若是門開了以後，這個布簾可以防止毒氣不進來，建築的地點，有二種地位，一種地位隨着房屋建築的，牠的地位都在地底下，在平時可以作為儲藏東西的用，在難時，可以作為避難所，因為光綫同空氣的關係，在平時可以多開幾個通氣孔，孔內安着反光鏡使室內的空氣新鮮，至於通氣透光方法，另載別章，詳細說明，茲將永久式地下室的樣子：繪出多種，附圖於後，以便閱者採用。

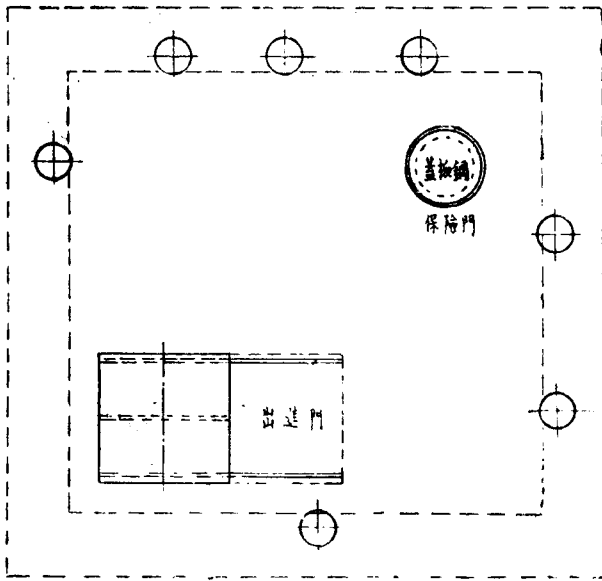
說 明

- (一)性質：永久式鋼骨混凝土地下室。
- (二)用途：適於大的機關各法團銀行富戶用。
- (三)抗彈力量：可以防禦一百公斤炸彈之破壞力，兼能防備各種毒氣侵入。
- (四)數築方法：全部用一份水泥，二份粗砂，四份碎石，用一寸鋼竹節條，兩分圓鐵，混合成熟倒固，尺寸按圖建造。
- (五)內面設備：有排氣管，進氣管，濾毒罐，鋼板蓋口，消毒氣，儲水井，避毒幕，抽水機，及馬達，（如經濟不足，可改用人工抽氣風箱）。
- (六)人數容量：可容三十六人。
- (七)建築價值：約需國幣八千元。
- (八)地點標準：地址須擇較高爽地，及有樹木掩蔽的，較為合宜。

永久式地下室建築圖

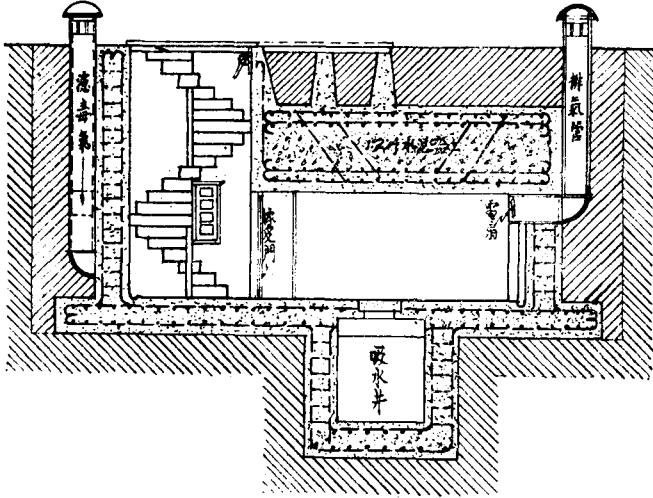


地下室剖面 B-B

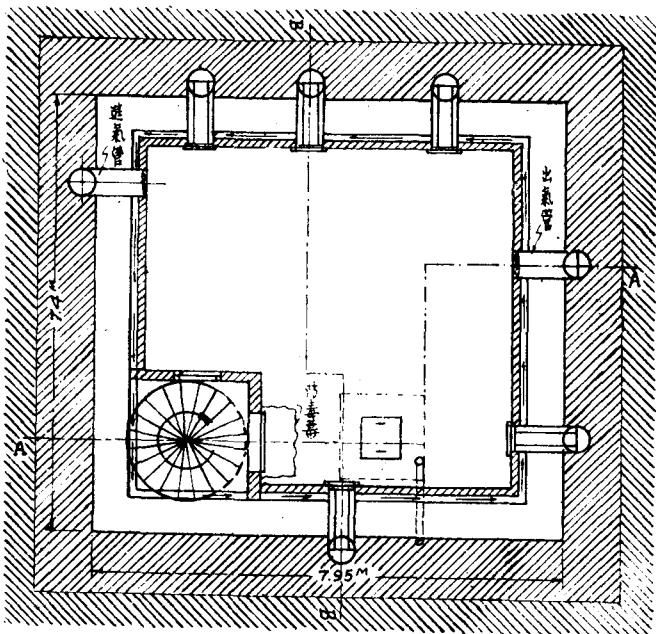


地下室頂面

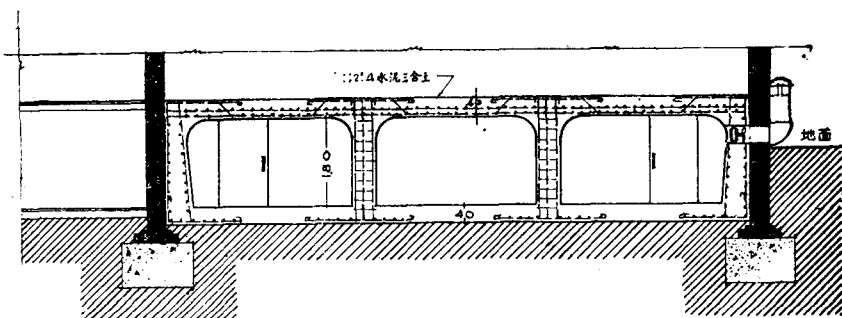
永久式地下室建築圖



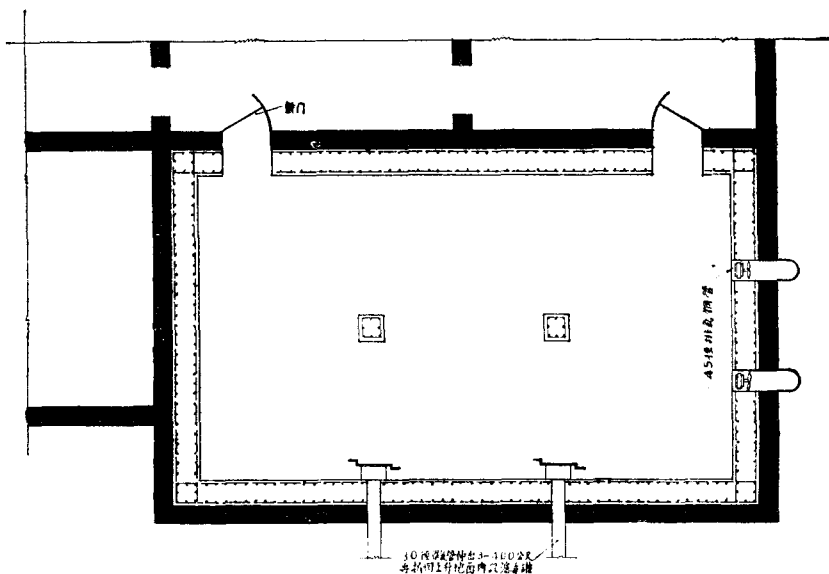
地下室剖面 A-A



地下室平面



利用房屋最下層建築永久式的地下室——剖面圖



利用房屋最下層建築永久式的地下室——平面圖

建築永久地下室施工說明書

- 1,地點 以居住的地方附近為合宜。
- 2,挖坑 地下室以能全部建在地下為原則，非有特別困難不得高出天然地面。
- 3,偽裝 地下室頂上及四週俱須堆鋪泥土草皮，作成偽裝工作。
- 4,排水 開挖的土坑大小，須比地下室尺碼略大，坑內的積水應完全排出。
- 5,材料 各項主要材料規定如下。
 - 水泥 國產水泥未受潮濕的。
 - 粗砂 須乾淨粗糙不含泥地雜質的。
 - 石子 須採用堅硬石子，乾淨多菱角的，大小半吋至二吋。
 - 鋼條 須用竹節鋼，未生鏽的。
 - 油毛氈 用五十五磅重油毛氈。
 - 避水漿 用雅禮避水漿，或慎昌洋行經售的美國避水漿 (In traseal)
- 6,鋼骨混凝土成份 為 1:2:4 須絕對依照規定成份調和，最好用和水泥機調和，如用人工調和時，先將粗砂及水泥用量斗量取，安放在不透水的鐵板上乾調，俟全部顏色均勻後，再加適量清水，每一桶水泥，用水約十八加侖調製代漿，再加石子拌和，此項石子須先用水洗淨，趁潮濕用量斗量取加入。
- 7,粉光 地下室內壁及地面塗 1:2 水泥漿，二、五公分厚，此項水泥漿須含有避水漿，可將避水漿先和入水中，再加水泥粗砂調和（每九二九平方公尺及一〇〇平方英尺約用避水漿一加侖）調和

時每十四加侖水對一加侖避水漿即可。

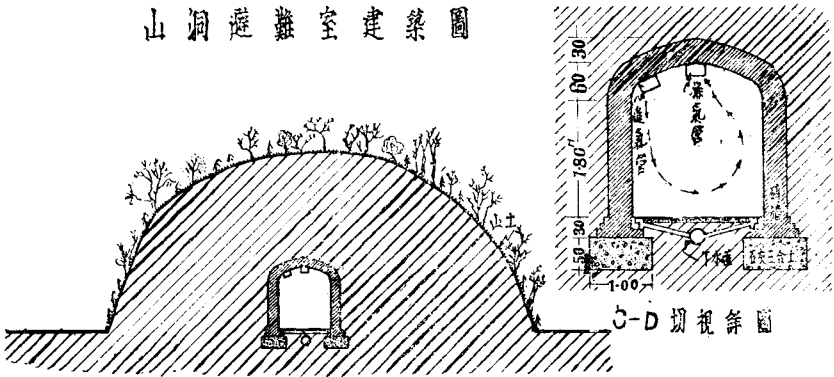
8. 使用時間 一次調製的三合土量，從加水時算起，以能在三十分鐘內用完為限，但無論調和及運用時間的久暫，凡稍形硬化的三合土，必須拋棄不用。
9. 水泥三合土倒築 水泥三合土倒入模殼後，須搗築緊密，模殼轉角處及四角，尤須緩緩築實，不可留有空隙蜂窠，但須小心留意，勿令鋼條及模殼移動位置，每日收工的一段，切面須使毛糙，次日接做時須用水洗濕，并括水泥漿，再接倒三和土。
10. 鋼條 各部份鋼條灣曲形狀，施工時另有詳細圖表，可參照用熟鐵絲安紮妥當，不論何部份最外一層鋼條，須距水泥三合土，外表面至少二、五公分，內表面(指抹水泥漿的一面)至少五公分。
11. 濕治工作 鋼骨水泥三合土倒成後，在一星期內須時常洒水保持濕度。
12. 通氣管 通氣管四條，用十八吋經生鐵管，伸出土面三十公分，兩條出氣，兩條進氣，進氣管裏面裝抽風機一具，電流停止時，則用人工濾過器替代，出氣管應安置橡皮鐵門或活塞。
13. 抽水機 出入口處如有雨水侵入，可導入水井內，再用抽水機抽乾。
14. 消毒設備 各種消毒藥品，由醫生指導，自行備辦。
15. 工具 地下室須存放少數挖土工具，以防出入口被炸開後，挖出路的使用。
16. 橡皮門 室內橡皮門用杉木製造，外包釘橡皮，以免露縫。
17. 滑桿 用二寸半徑，空心鐵管，兩節用螺旋轉上，表面須磨光，下端用螺絲於底板旋緊，上端插入洋灰內，并安鐵質夾板，詳細見圖。

- 18黃土 地下室四週須用黃土築緊，厚一、五公尺，稍薄亦可，黃土外面係泥土，頂部鋪築黃土或泥土均可。
- 19鐵門 兩處入口俱裝普通鐵板門，鐵厚二分，高二、〇〇公尺，寬一、五公尺，角鐵門框，（見圖）裏門外鎖，或逕安普通暗鎖均可。
- 20電燈水管 電燈用乾電池發電，電池以十支光為限，盞數不得超過八盞，自來水管可酌裝。
- 21偽裝網 用麻繩結網，繫以草木，與附近自然狀態相彷彿。
- 22說明書係創作，如設計有變更的時候，或應行改良各點，臨時由建築人商明工程師變更。

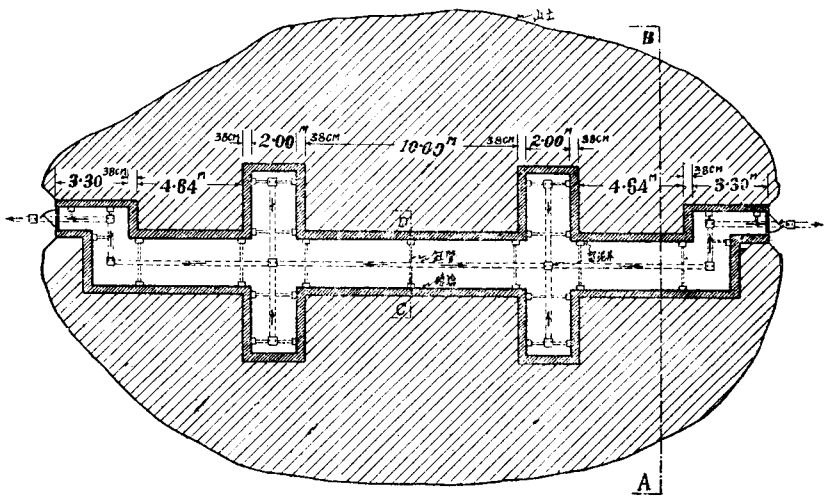
第四章 山洞避難室

有許多地下室，是建築在山腰的，這種地下室，就是山洞，在未說山洞之前，作者回憶在法國考察的時候，曾見法國的山洞，茲特先說給大家聽聽，法國的邊界，大多數的營盤，都是山洞，牠的山洞佈置或成龍骨形，這個形狀，就是當中一個總洞，兩旁有枝洞，所有士兵的住室，辦公室，電話總機室，食堂，廚房，都在枝洞內，並有小電廠，發出電力，除電燈以外，並供給洞中小修理廠用，這個小修理廠，設在洞內，專為修理汽車同軍械的用，現在歐洲的國家，因為國防關係，都把飛機存在山洞裏，因為飛機起落的關係，在洞外，必須建築一個平場，以便飛機起落，內中有飛機修理廠，規模宏大，令人看見，覺得人定勝天，至於山洞的建築，有用磚做的，有用石頭砌做的，也有用鋼筋水泥三合土築成的，我國在這個時候，應當利用我們的大山，摹倣歐洲的辦法，多開山洞，把我們要緊的工廠，飛機庫，營盤，都要做在山洞裏，同時我們的公共避難所，也應當利用山洞裏，有三種好處，第一排水方便，第二有安全的掩蓋，第三出進方便，所以建築地下室，以有山的地方，為最好。

山洞避難室建築圖



A-B 切立視圖



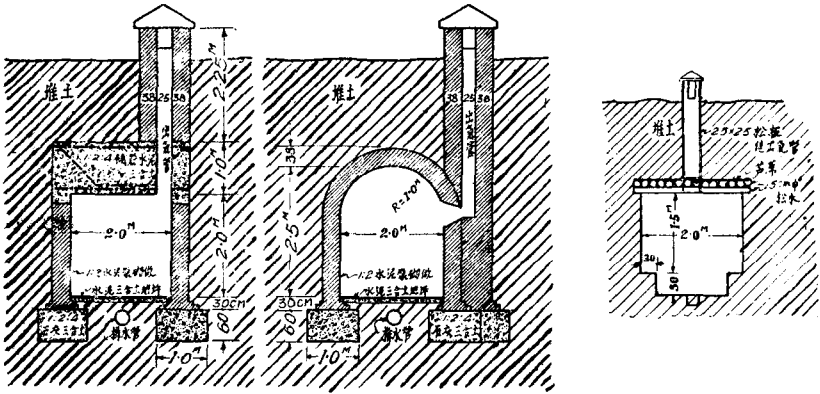
平面圖

第五章 防空壕

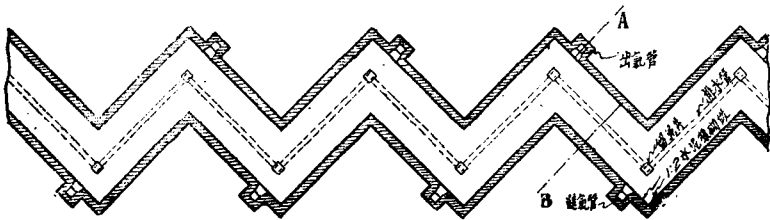
防空壕是有蓋式的壕溝，專為多數人避難用的，如學校機關團體兵營同市民用最相宜，建築的形狀，成鋸齒形，或成城牆形，直形的最不好，因為飛機上的機關槍很容易掃射在直綫壕溝內的人，所以建築防空壕都用曲形，以增加保護力，牠的建築方法，也是分臨時，半永久性，永久性三種，臨時的就看土質的軟硬來設計，軟土就要打樁以防土崩，硬土就不要打樁建築的方法，就是在地下挖一條深壕，深約兩公尺，壕脚寬一公尺二寸，壕口寬一公尺半，上面用木頭蓋着，好的防空壕，在木頭上面鋪一層板子，板子上面鋪一層油毛氈，以防雨水流到人身上，油毛氈上堆積土，越厚越好，最薄的積土，也要兩公尺，為防備敵人瞄準起見，壕的外面，就要加以偽裝，最好是鋪草皮，使飛機上的人看不見才好。

建築費用，若是自己有材料人工，就不須要錢了若是要包做，不用磚，每公尺約七元，要用磚的每公尺約九元，人都對面坐，土壤的兩邊，留通氣孔，門口裝設防毒幕，使外面毒氣不能進來，建築的地點，如學校須側近操場的旁邊，及房屋的附近，或樹林底下為最好，至於半永久式同永久式的建築方法，是同防空地下室所需用的材料一樣的，不過式樣是一個有蓋的壕溝。

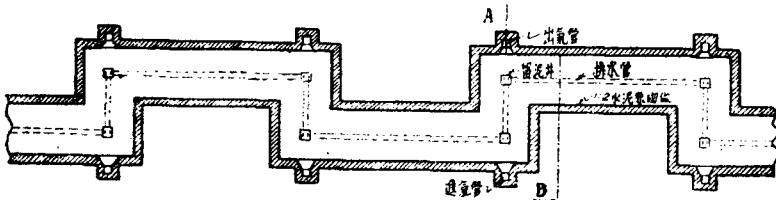
防空壕建築圖



A-B 切立視圖 · A-B 切立視圖 A-B 切立視圖



平面圖



平面圖

說 明

- (一)性質：鋸齒防空壕。
- (二)用途：適於公共團體機關學校用。
- (三)抗彈力量：此種防空壕，可以避免飛機上機關槍掃射，同炸彈破片兼有防毒之效力。
- (四)建築方法：就是在地下挖個土坑成鋸齒形，尺寸詳圖，上面鋪木料對徑至少六英寸，上面鋪土，用麻袋堆口，以便出入，壕之進出口，安置木樞，張掛一塊毛氈，或棉絮，做成簡單防毒幕，以避免外面毒氣攻入。
- (五)人數容量：每公尺長，對坐可容二人。
- (六)建築價值：每公尺長，約需七元，設有應用器具，自己工作，費用約可減少五分之一。
- (七)地點選擇：地址須擇較高爽地，及有樹木掩蔽的，較為合宜。

說 明

- (一)性 質：曲綫防空壕。
- (二)用 途：適於公共團體機關學校用。
- (三)抗彈力量：此種防空壕，可以避免飛機上的機關槍掃射，同炸彈破片，兼有防毒的效力。
- (四)建築方法：建築方法就是在地下挖個土坑，成曲線形，尺寸詳圖，上面鋪木柱，愈粗大愈好四圍用木樁打固，以防崩潰的危險，上面鋪土，越厚越好，用蔴袋堆口，以便出入，門口要用一塊厚布，或棉絮，做成簡單防毒幕，避免外面毒氣攻入。
- (五)人數容量：每公尺可容二人。
- (六)建築價值：每公尺長約需國幣九元，設有應用器具，自己工作，費用約可減少五分之一。
- (七)地點選擇：地址較高爽地，及有樹木掩蔽的，較為合宜。

說 明

- (一)性 質：露天防空壕。
- (二)適 用：於一般平民。
- (三)抗 彈 力：防禦破片的傷害。
- (四)構築方法：地點擇定，即按人數決定長度，用白灰粉劃好寬度，即按圖示尺碼，開始挖土，如能自備工具，則可自行工作，無須僱工。
- (五)容 量：每公尺容二人。
- (六)價 值：每公尺，約需四角。
- (七)選 地：地點宜選高爽而有掩蔽的地方，距離建築物須稍遠，以避房屋倒壓。

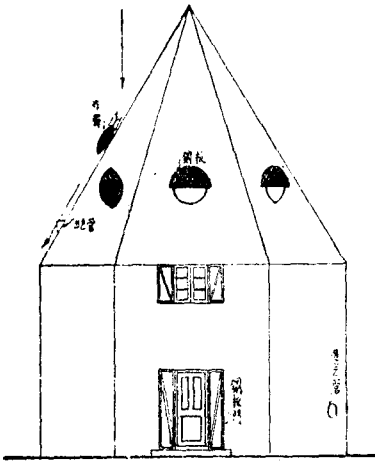
說 明

- (一)性 質：掩蔽防空壕。
- (二)適 用：於一般平民。
- (三)抗 彈 力：防禦破片，兼可防毒氣。
- (四)構築方法：按人數多少，決定長度，再用白灰劃好寬度，即按圖開挖土坑，挖完將坑兩邊各墊木料一條，上面排鋪，五公尺來長的木料再鋪以土，入口處要設防毒幕。
- (五)容 量：每公尺容二人，至三人。
- (六)價 值：每公尺，約需二元五角：(防毒幕在外)
- (七)選 地：地點宜選高爽而有掩蔽的地方

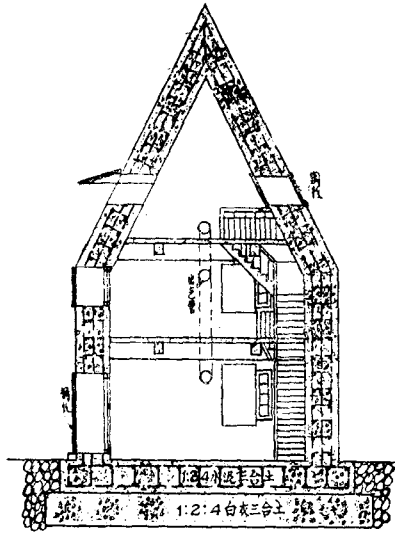
第六章 防空塔

防空塔是永久的建築物，這個塔是建築在地勢低凹多水的地方，利用屋頂的滑坡，把飛機上投下來的炸彈滑開，使他滑開再炸；他的形狀成錐形，由外面看起來，像一個尖頂塔，建築的材料，完全是鋼筋水泥築成的，因為預備炸彈在塔的四圍炸所以這個塔的體，以圓形或六角八角形最好，因為這幾種情狀，可以叫炸彈的破片也滑開，沒有直擊力到牆的身上，塔牆同塔頂的厚度，都要根據力學的計算，這個防空塔的門窗，外面要鋼版，內面要有玻璃窗門同防毒氣的窗門，為避免飛機上敵人看得見的緣故，外面要有迷彩同偽裝，內中要有通氣，防毒，衛生，光亮，通訊，各種設備。

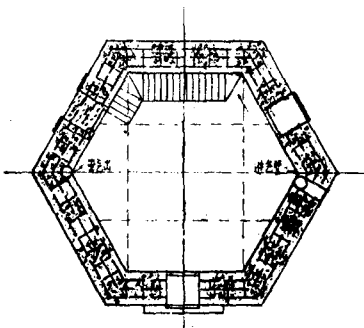
防空避難室設計圖



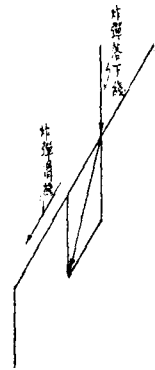
正立視



剖視

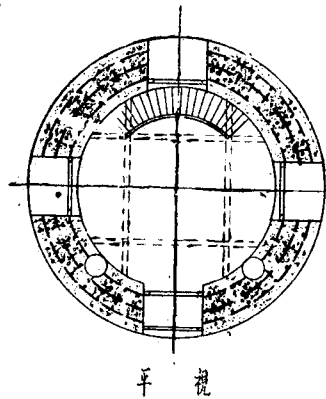
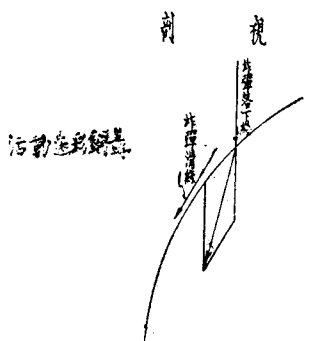
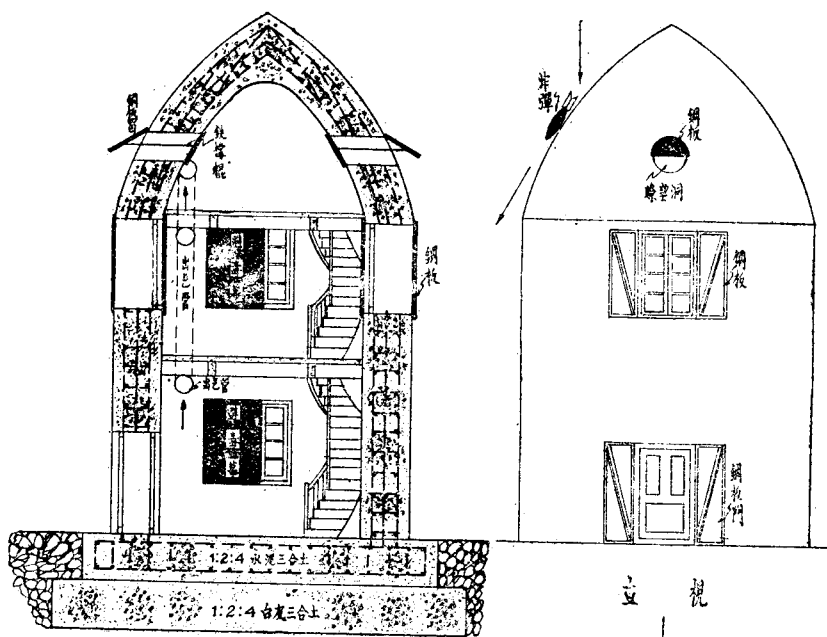


平視



炸彈自爆力線圖

防空塔建築設計圖



炸彈滑走力幾圖

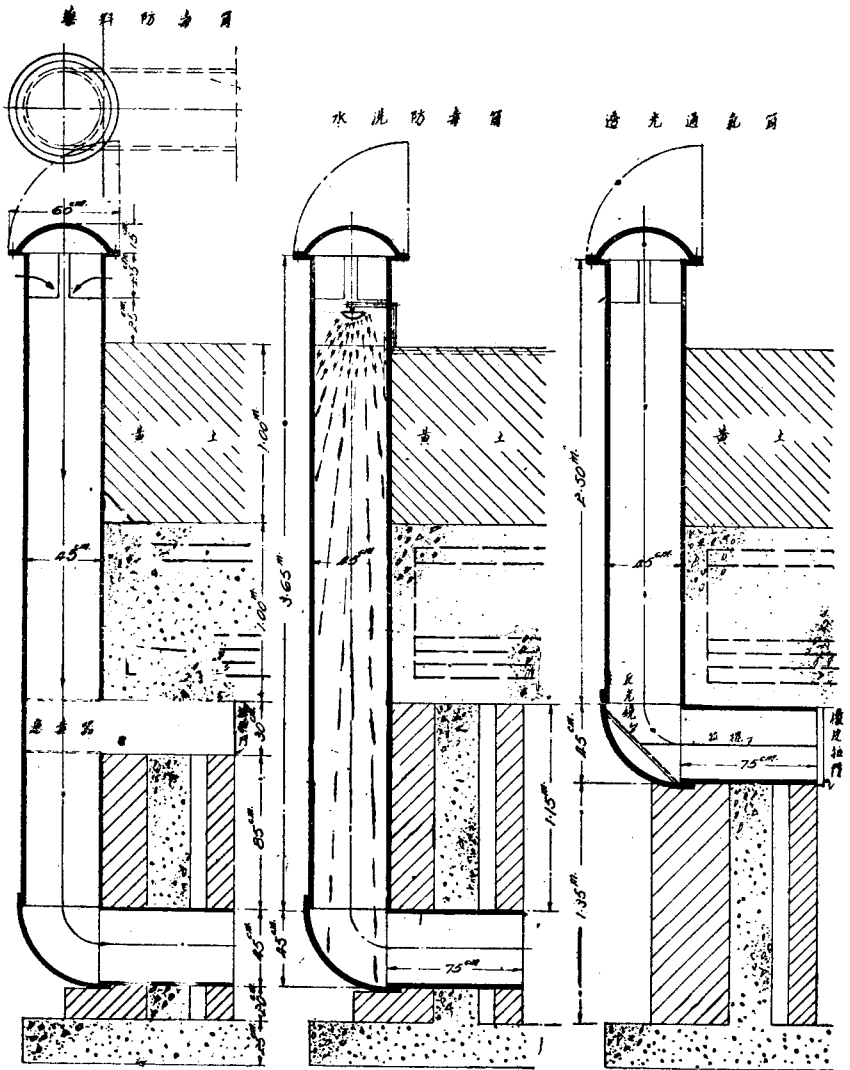
第七章 地下室防毒設備

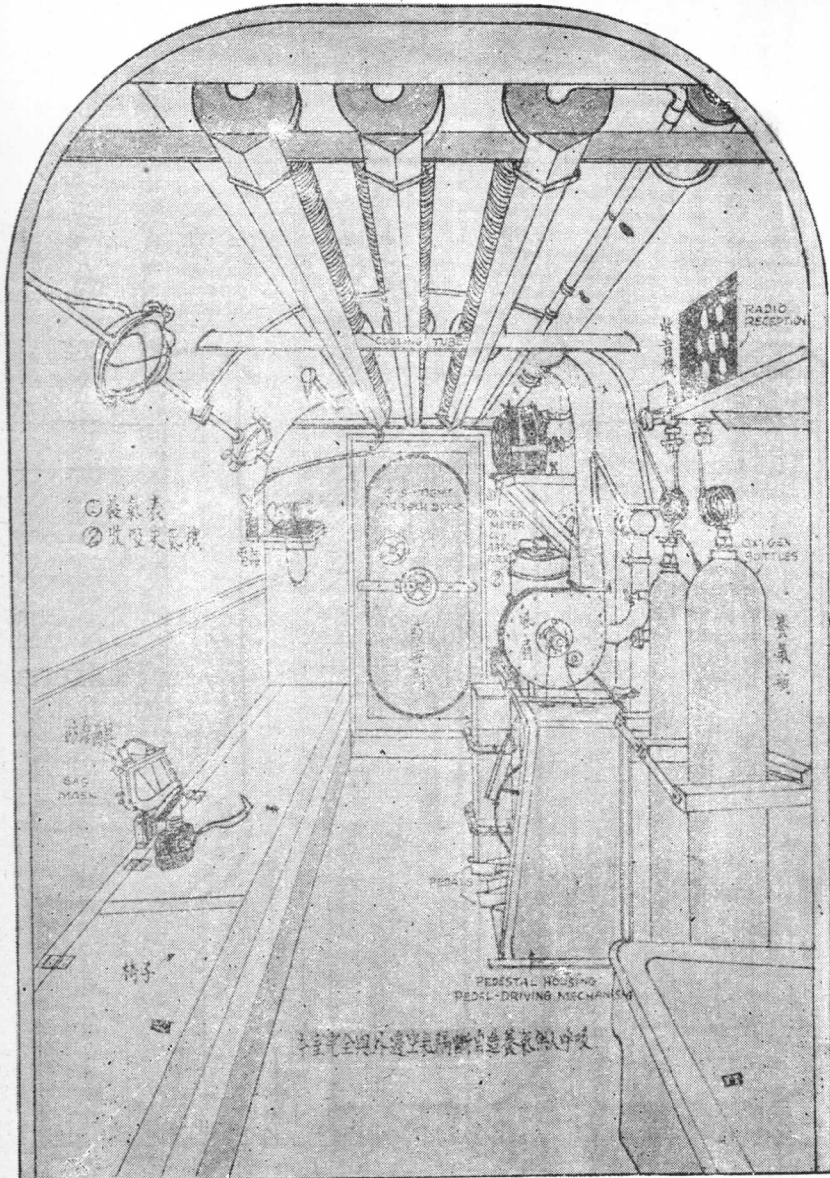
地下室往往受敵人毒氣彈的攻擊，把毒氣散佈在地下室外面，使外面的空氣有毒，毒氣隨着空氣流到地下室內，避難的人呼吸到肺內，就要毒死了，或者一種毒氣貼在人身上，身上的皮膚就爛了，所以地下室就要有防毒設備，防毒設備，有三種方法。

第一種完全與外面的空氣斷絕，就是把門窗閉緊，使外面有毒的空氣不能進室裏來，室內人呼吸的空氣，完全用化學方法供給，他的方法就是在室內放養氣，同時吸收炭氣，使室內空氣，保持他原來養氣的成份。

第二種方法，就是空氣過濾法，所有室內的空氣都由進氣孔進室內來，由排氣孔排出去，在進氣孔的地方安上一個消毒器，使外來有毒的空氣經過這個消毒器，就把毒氣消滅了，毒孔內放幾種藥料，這種藥料，專為解毒的，因為敵人的毒氣彈，不是一種，所以消毒的藥料，就不一樣了，這種消毒藥，在市上可購買，空氣經過了牠就沒有毒，所以這個法則，就叫做濾氣法。

第三種就是洗空氣法，在進氣管安上一個噴水的蓮蓬頭，噴出水來洗空氣，因為空氣裏含有毒氣，見水就溶解，把毒氣溶解在水內，所以空氣就沒有毒了，也有在室內安上一個石灰池子，這一層石灰水，用起水機，壓到蓮蓬頭內，使石灰水經過空氣，吸收空氣裏面的炭氣，這種方法，是因為室內人很多，炭氣太厚，只有用這方法消滅他，攙合空氣的容量，至於詳細的防毒同濾毒氣藥料，因不關乎工程，本書不加研究了。





AN UNDERGROUND ROOM BENEATH A
 GASPROOF OFFICE, LONDON
 英國倫敦地下防毒氣公事房內中設備圖

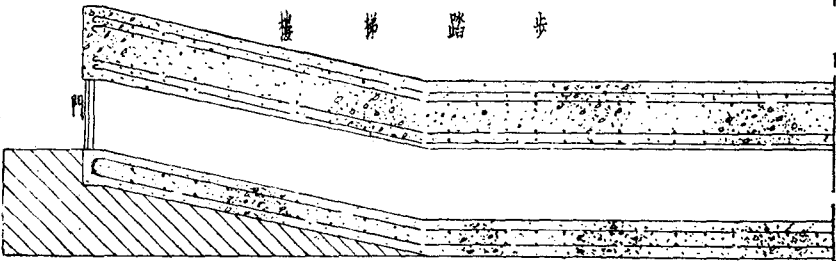
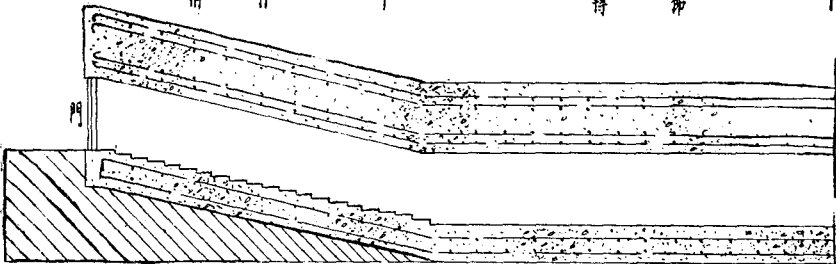
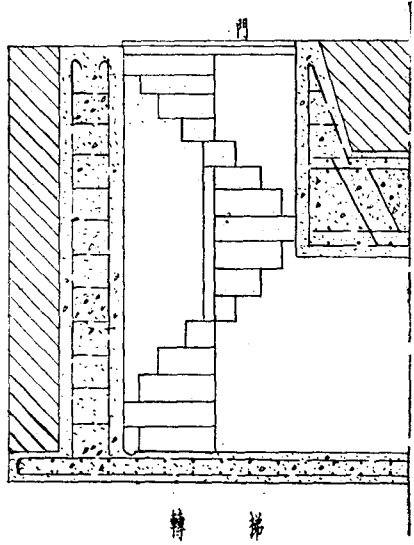
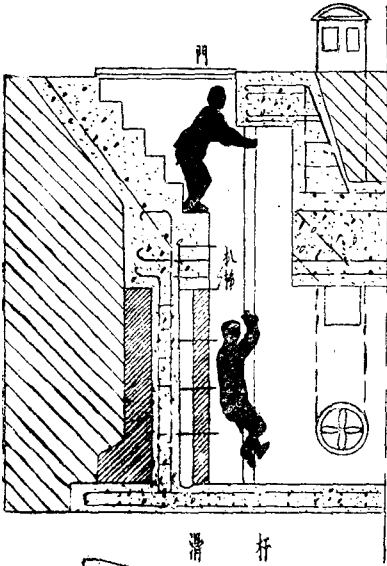
第八章 地下室交通設備

地下室的交通，就是由外面進地下室的過道，這種交通設備有二種：一種是進地下室的道路，一種是入地下室的梯道。

進地下室的道路，有二種式樣，一種明道，就是普通的道路，因為這種道路通到地下室，就不通別處了，所以給飛機上的人一個很好找地下室的記號，因此通地下室的道路，不要有特別明顯的顏色，如黃色的土路，灰白色的水泥路，或石塊路，都能夠使敵人在飛機上看得很清楚，這個道路，就是指示敵人某處有地下室，或是軍事的工事，那麼敵人一定要轟炸的，所以通地下室的道路，一定要有偽裝和迷彩的設備。

一種是暗道，又叫交通壕就是一條暗溝道，由房屋內到地下室，這種地下室，多半建築在房屋的外邊，或是花園底下，茲將進地下室的路徑，詳列於下，有樓梯，踏步，平路，斜坡，轉梯，扒梯，滑桿，共計七種，牠的建築方法：就是普通的建築，以上的交通設備，都是要看地方的情形來採用他。

地下室交通設備建築圖



平路斜坡

第一節 樓梯踏步，是入地下室用的，建築在地下室的一頭，或兩頭，建築的材料，以水泥或石頭為最好，因為不能腐爛，也有用木料做的，建築的方法，就和普通的樓梯一樣，因為這種的樓梯佔用地面很長，所以偽裝同保護及防毒氣，是很不容易的，又因為天面是做的雨水容易進去，叫地下室內有水，所以這種樓梯就要有防水同排水的設備。

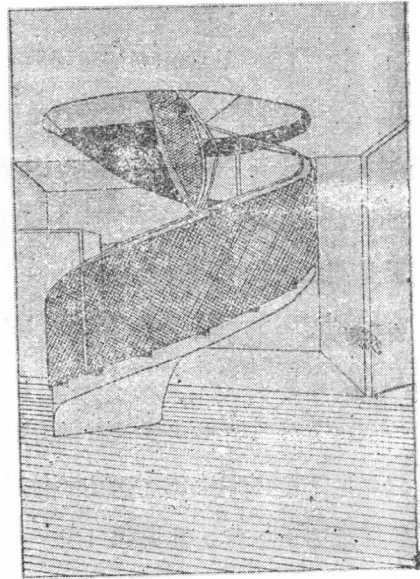
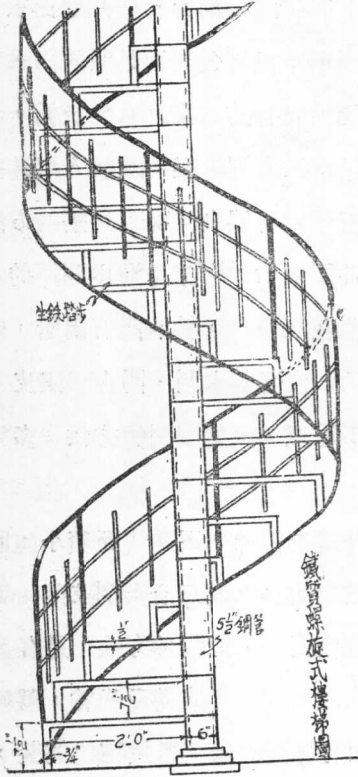
第二節 平路斜坡，這種的交通，是準備車輛或騾馬及病人車進室用的，建築材料，以水泥的為最好，用石版或磚鋪也可矣，建築的方法，就是同普通道路是一樣的，因為這種平路斜坡，多半是進山洞用的，所以牠的保護防毒氣同偽裝等設備，都做在洞門口，牠的門有兩層，外面是用鐵板做的，專為防備炸彈和破片的，內面有木門，門上鋪鐵皮，合縫的地方安橡皮，所以關緊以後，就不透氣，至於關門的方法，多半是用螺絲壓緊。

第三節 轉梯，是最省地方最容易保護的樓梯，因為佔面積小，所以做地下室多採用牠；建築的材料，有鐵製的有水泥三合土倒成的，牠的保護方法，就是進樓梯口上，用一個鐵板蓋子，開關的方法，是在蓋子底下，安有生鐵的牙齒板，板上安有齒輪，用搖手柄轉動齒輪，就可以開關鐵蓋板，這種的樓梯同門，本書繪有專圖於後，至於牠的偽裝，非常的容易，就是在鐵板蓋子上油以保護色。

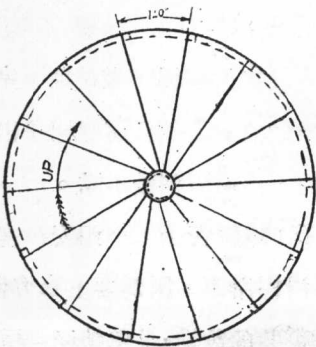
第四節 扒梯，扒梯是最經濟，進入最快的樓梯，做在地下室的牆上，成一個梯子樣，牠的材料，是用鐵條做的，人就扒這個梯子出入地下室，牠的保護同偽裝，是同轉梯一樣的，不過面積較小點。

第五節 滑桿，滑桿就是一根鐵棍子，或鐵管子，一頭安在室內地上，一頭豎在外面，人入地下室，就抱着滑桿滑下，因為要上來方便，又在滑桿旁邊安一個扒梯，至於牠的保護同偽裝的設備，是與轉梯一樣的。

轉梯構造圖



水泥三合土螺旋式樓梯圖



第九章 地下室光亮設備

地下室是築在地底下，不能開窗戶，所以陽光不容易透進屋裏來，所以地下室是黑暗的，有許多的地下室，沒有陽光進來的設備，以致室內黑暗，又因建築不得法，濕氣很大，微生物容易生長，人要到裏面去，非常的不衛生，雖然是有進氣孔，但是沒有陽光進來，總是不好，現在舉一個事實，我們往往進地下室時，就覺得有潮濕氣味，這是一個很明瞭的證明，所以地下室就要有光亮的設備，利用陽光來殺毒菌，同時是供給室內的人目光的用，光亮的供給有兩種，一種是利用太陽光，就是用一個透光桶和反光鏡，把光綫放在室裏來，這種反光鏡子，就是普通鏡子，不過放成四十五度，把光綫透進室裏來，再有一個方法就是點燈，燈又有二種，一種是油燈，這種燈最不合宜於地下室的用，因為油的燃燒要用空氣裏的養氣，同時養氣又要供給人呼吸的用，所以點這種油燈，就是減少室內的養氣，這是油燈不合宜於地下室用的原故，一種是電燈，電燈有二種供給法，一種是自己發電，或是用電機，或者用電瓶，這種方法最可靠，地下室安全，則燈亮安全，所以地下室內用電瓶為最好，再有一種用電燈公司的電，既然是省事，但是不可靠，若是敵人的飛機把電廠炸燬了，這就沒有電了，所以外面的電，是不可靠的，還是用自備的電較好。

第十章 地下室衛生設備

地下室是為人臨時避難的地方，因為飛機的轟炸時間很短，小的地下室，就用不着衛生的設備了，但是大的避難室，容人很多，非要有衛生的設備不可，因為避難室，與住家的房屋不同，所以衛生的設備，只

要有大小便池就可以，若是這個避難室，建築在山裏，或是地勢較高的地方，取水也方便，就可以用水沖式馬桶，或水洗，小便池的便溺，則由水溝排出，這是最衛生的，若是建築在地下，不能用新式的設備，則用普通馬桶，為防備臭氣進室內來，就要在廁所間安通氣管，一根是進新空氣的，一根是出臭氣的，進氣管安在較低處，出氣管要安得很高，因熱的臭空氣體質輕，容易排出，但是有軍用的地下室，往往因為守城或守要塞的關係，敵人的砲火連着轟炸，不能出地下室一步，這種軍用地下室，就要有廚房的設備，廚房因為有烟子，能給敵人一個最大目標，所以地下室廚房的火，就要沒有烟子的燃燒，普通都是煤油爐子，或是木炭爐子。

水也是地下室最要緊的一個東西，有的利用山上的流水，有的用地下的沁水，有的用水缸存水，也有用自來水的，但是自來水最不可靠，若是敵人燬了自來水廠，或是把水管炸斷，這就沒有水用了，這是很危險的，所以大的地下室，都有水井設備供給水用。

第十一章 地下室防水同排水的方法

地下室建築的地點，位置很多，有在平地的，有在山地的，也有完全建築在地下的，又有半節在地下，半節在地面上的，也有完全在地面上的，也有在山中間的，惟建築在山中間地下的，都有沁水之虞，所以這兩種的地下室，必要有防水同排水的設備，怎麼樣叫做防水呢？使外面的沁水同雨水不進室裏來，這就是防水，怎麼叫做排水呢？使室內囤積的污水及沁水弄出去，這就是排水。

第一節 完全建築在地下的地下室，其水的來源有三種，一種是天面的雨水，一種是室內地坪的沁水，一種是室內牆上的沁水，要使雨水

流不到地下室裏來，就是把地下室天面的積土，稍微堆高一點，使天面的雨水，從四圍流走，或是用溝道通到外面去，這就是防天面雨水的方法。

防室內地坪的沁水，是用三合土加避水漿，或用柏油Asphalt膠一層，上面再鋪一層油毛氈，油毛氈的上面再倒一層，水泥三合土，這就可以防止室內地坪的沁水。

至於防四圍牆上的沁水，也是一樣做法，不過是立着的，防止工程太大，手續太繁，有一個簡單的方法，就是在地下室的四圍，築一公尺五到二公尺厚的黃土，層層打緊築結，到不漏水為止，這就是防止四圍牆上沁水的方法。

第二節 半節在地下半節在地面上的地下室，防水同排水的設備，這種地下室，因為入地不深，沁水很少，可以用暗溝將水排出去，所以這種地下室，必要暗溝通到外邊，暗溝有用磚做的，或用石頭砌成的，也有用水泥管子，通出去的。

第三節 完全建築在地面上的地下室，這種地下室的建築，同房屋是一樣的，不過因為防備飛機的轟炸，做得要特別堅固，牠的防水方法，若是建築在平地上，就用不着防水的設備，若是建築在山坡下，就須防水的沖洗，排水的方法，非常的簡單，就是挖一條溝，把水排出去就完了，為防備室內潮濕起見，在地下室挖幾條濾水溝，通到外面去，那麼室內就乾燥了。

第四節 山洞防水方法及排水的設備，山洞的沁水很多，因為無法防水，只有排水，排水的方法有兩項，第一項是要排出由牆沁來的水，這種排水的方法，就是在牆外面砌上一層碎石子，石子下面，安設排水的溝道。第二項就是排地下的沁水，排這沁水的方法，就是在洞中，向

地面下，開一條暗溝，使沁水都沁到暗溝裏面去，這條溝的兩旁，安設支溝，通到牆外邊去，沁水自然流到外面去了。

至於地下室排水的方法同設備，就是在地下室裏設一個水庫，也有叫水井的，不過這個水庫，不通地下，所有四圍牆同地面沁來的水流到水庫內，用電力或人力的抽水機，排到外面去，這就是排水的方法。

第十二章 避難室門的設計

避難室的門有兩種作用，一種是防備炸彈的，叫着防彈門，一種是防備毒氣進來的，叫着防毒門，還有一種布簾子，也是防毒氣的，叫着防毒幕，在門的外邊，建築一個短牆，叫着護門牆，由門通到避難室的路，是灣曲的，叫着防彈路，因為炸彈的破片，都是走直線，要求室內不受炸彈的威脅，所以門外用護門牆，阻止炸彈的破片，來炸門，若是把門炸壞，則門內有曲折的道路，阻止直線的破片進到室內來，所以避難室的門，要有兩個以上才好，若是炸壞一個，還有一個門能夠出入，否則只有一個門被炸壞後，就要把室內的人閉死了，以上所說是設計避難室的原理，本書為使閱者明瞭起見，特將各種的構造，詳細繪圖說明於後。

1. 防彈門的構造

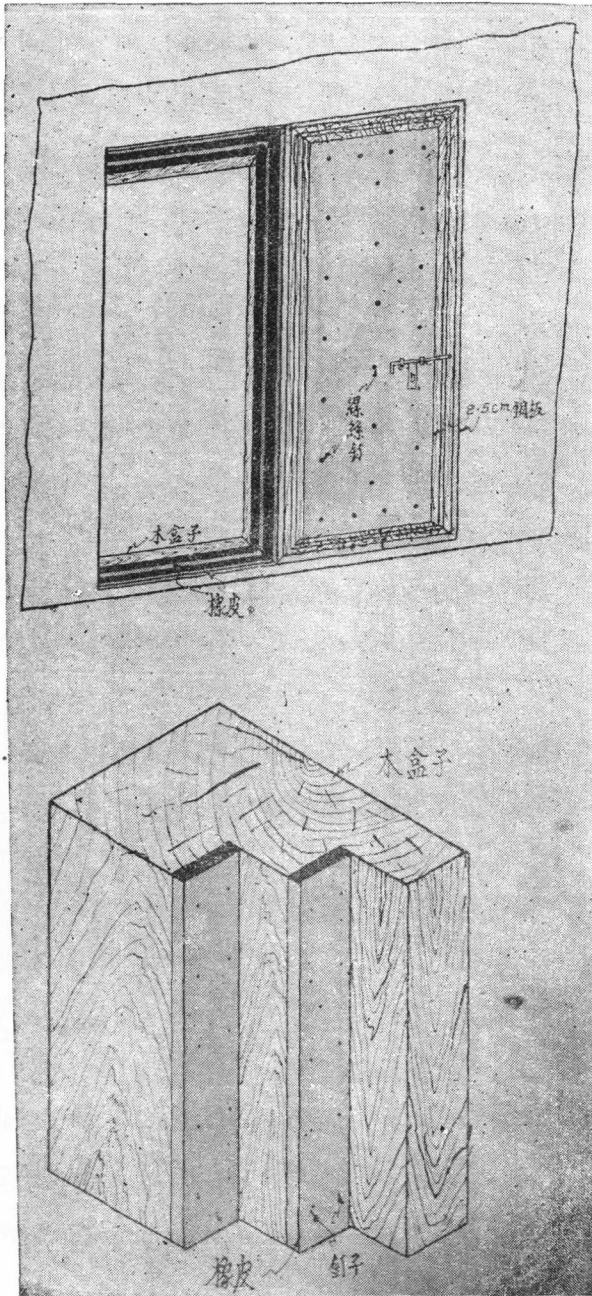
防彈門是阻止炸彈的破片，因為地形的關係，有立式，臥式，兩種，立式就是同普通門一樣，因為牠要防備炸彈的轟炸，所以特別要堅固，牠的構造就是用一塊厚約二公寸的木板門，內外用二公分厚的鋼板包住，用螺絲夾緊，門的四週要用橡皮包着，關門後不但可以防炸彈的破片，而且可以防止毒氣不進室內來。

臥式的防彈門，是平放在地下室人孔上（就是出入地下室的門）這

種佔地面很小，是用鋼板做成的，因為牠很重，不容易開關，所以在洞外面安兩條小鐵路，鋼板門就放在四個小車輪子上，在鐵路上滑動，用特造的手搖機關門，門內有防毒門，門上用橡皮合縫，使毒氣不能進室內來。

2. 防毒門的構造

防毒門是阻止毒氣進室內來的，牠的構造很簡單，就是普通的門，用鐵皮及橡皮包着四週，叫門關住後，不透氣就行了。



防毒門構造圖

3. 護門牆

護門牆是保護門的，牠的形狀成曲尺形，就是門外有門，建築的材料，是隨着避難室的重要使用的，普通用的，是土牆或沙包，好一點用磚石做圍子，中間裝土，最好是用鋼筋水泥三合土，為防飛機上敵人看得見同攻擊起見，上面須用遮蓋同偽裝。

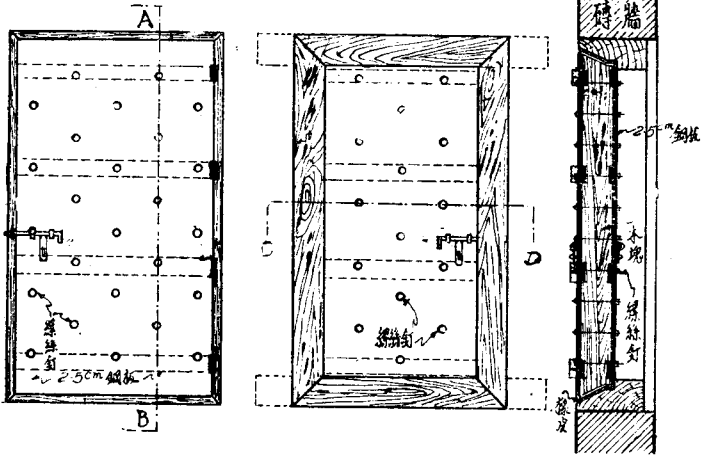
4. 護室路

護室路是為着保護室內的安全，使避難室通到大門的路不要成直線，就是做一個曲折的路，防備把門炸壞後，破片為曲折道路的牆所阻止，不能直接進到室內來傷人。

5. 防毒幕

防毒幕就是把普通的布簾子掛在臨時避難室的門口，叫室內的空氣同室外有毒的空氣隔離開，所以這種簾子要完全把門閉嚴，牠的顏色千萬不可用白的，紅的，黃的，以黑蓋顏色為最好。

立式避彈門構造圖



外視圖

內視圖

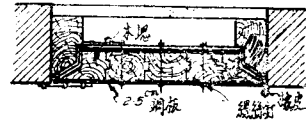
A-B切視圖



C-D切視圖



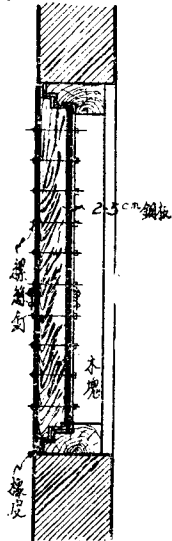
A-B切視圖



C-D切視圖

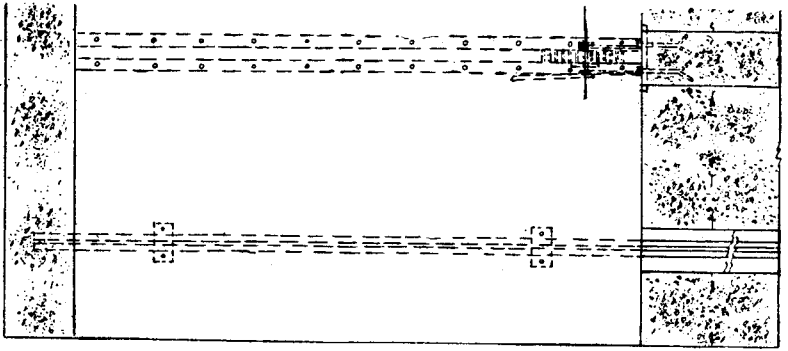
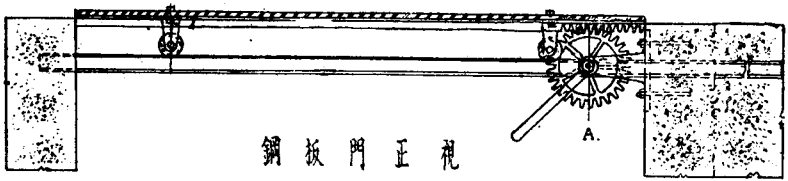


C-D切視圖



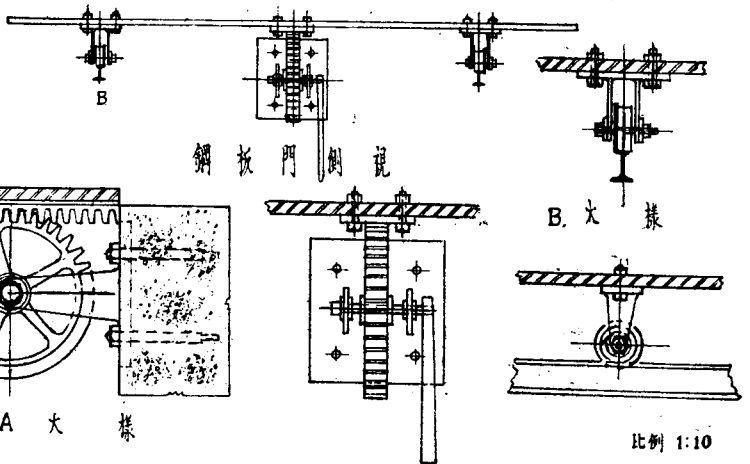
A-B切視圖

平式防彈鋼門構造圖



鋼板門平視

比例 1:20



第十三章 飛機攻擊的方法同破壞力量的計算法

飛機攻擊的力量，是隨着飛機上所帶武器的火力而增減，牠的攻擊方法有兩種，一種是掃射，就是把機關槍安在飛機身上，飛到約二十公尺高的地方，向日標掃射，這種的攻擊都是槍彈，力量不大，只能傷人馬，普通的建築物，就可以抵抗，一種是轟炸，就是飛機把炸彈帶到飛機上，向着日標地方投彈，利用炸彈力量來毀壞人民的房屋，同軍事上的工事，這種炸彈，種類很多，有毒氣彈，是專門向敵人散放毒氣的，只能用毒氣殺死人馬，不能炸毀建築物，再有一種是燃燒彈，是專門點火燃燒敵人房屋的屋，這一種也沒有力量毀壞敵人的建築物，再有一種是普通炸彈，專門破壞地面上敵人的房屋，同軍用上的工事，再有一種是穿甲彈，彈頭裝甲，是穿入建築物同軍用的工事及軍艦內，然後再炸，這種炸彈，破壞力量最大，牠的頭上，都有信管，信管能夠管制炸彈爆炸的時間，有一種一碰就炸的，也有一種，經過相當的時間才炸的，這種信管，是用在穿甲彈上的，再有一種大炸彈，兩頭都有信管頭，利用碰炸，尾端安有風壓機，就是風車壓動信管，使尾端爆炸，這種裝置，是準備空炸的，同時也可以作一種碰炸，牠的力量很大，是專為破壞敵人房屋同軍事的工事，及殺傷人馬用的，再有一種炸彈，是專為破壞敵人通信的電線，牠的構造，就是把兩個炸彈，繫在繩子兩頭，由飛機上，向敵人的電線上投彈，利用繩子掛在電線上，使炸彈互相的碰，自己爆炸，破壞敵人的通信網，但是這種炸彈力量很小，不能夠毀壞堅固的建築物，以上所說，是飛機攻擊同轟炸力量，大約的情形，至於飛機投彈時，炸彈所走的路線，並不是一個垂直線，因為飛機飛行力，同地心吸力，及空氣阻力同風向，能使彈道成一條斜線，或斜灣線，所以由飛

機上投下來的炸彈，在實際上說，是斜着到地面上的，因為炸彈爆炸，四圍的力量相等，不論牠是直下或斜下，牠的破壞力量是一樣的，總起來說，牠的炸法，有四種。

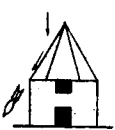
- 一，空炸
- 二，碰炸
- 三，潛炸
- 四，入土炸或穿甲炸或地雷炸



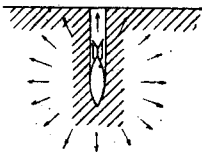
空炸



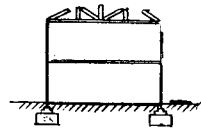
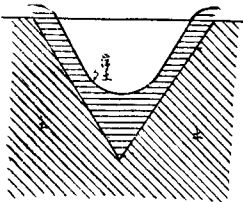
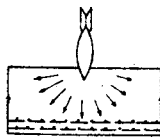
滑炸



入土炸



磁炸



炸後的情形

第一節 空炸

空炸是炸彈在空中爆炸，這種炸力，只能殺傷人馬，同破壞屋頂用，對於地下的工事如地下室等，根本不能夠炸壞，所以空炸的炸彈，與地下室同地面上永久性的建築物，沒有關係，牠的破壞力量，就不須計算了。

第二節 碰炸

碰炸就是炸彈落在地面上，碰着堅硬的地面，如石頭，水泥三合土，或很厚的鋼版，就爆炸了，這種爆炸力量，同破壞成度，用下列的公式，可以計算出來。

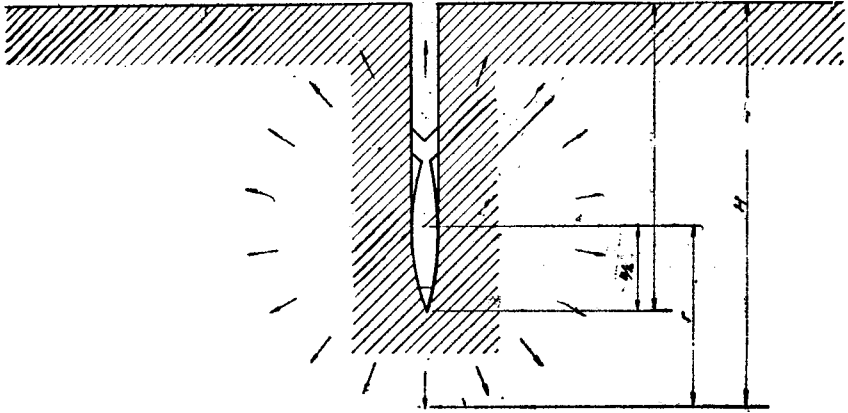
第三節 滑炸

滑炸，就是炸彈落在一個斜坡體上，因為不能站着，就滑走了再炸，失去牠要炸的地位，所以有種地下室，因地形關係不能建築在地底下，非建築在地面上不可，就要用斜坡的方法，叫他滑炸這種斜坡體以錐形，坡形，圓形，弧形為最相宜頂好能夠使炸彈滑到很遠的地方，或是一種水敞子內，越難保險地方越遠越好，不過這種立體的避難室，容易叫飛機在上空看見，成一個很顯明的目標，所以就要有很好的偽裝同迷彩，來掩護牠，至於牠建築的材料，以鋼筋水泥三合土為最好，石頭的滑坡也可矣，至於力量的計算，只有直擊力，因為牠是斜面，所以炸彈落在上面，同時可以滑走，牠的力量就小多了。

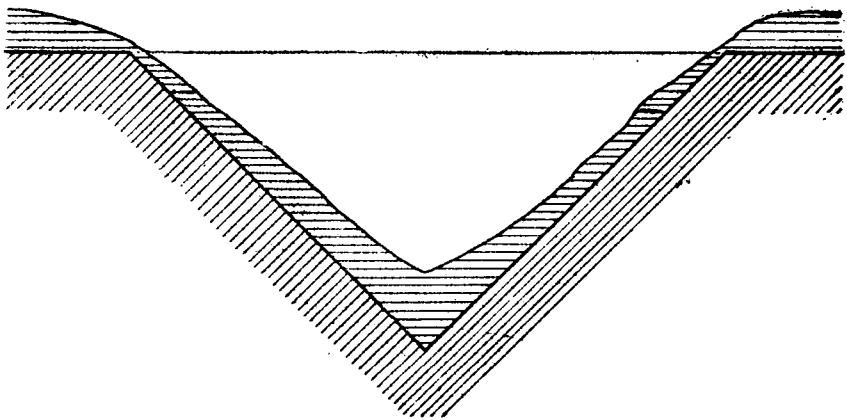
第四節 入土炸或穿甲炸或地雷炸

入土炸就是炸彈從飛機上墜下來的力量，鑽入土中，然後爆炸，這種爆炸破壞力量，非常大，若不是永久式的地下室，就容易毀壞，所以地下室要防備入土的爆炸，就要在地面上加鋪一層硬的材料，如石頭，水泥三合土，鋼版等，使炸彈碰着就炸，不能入土，至於炸彈入土破壞

的力量，可以用下列公式算出來。



炸彈入土未炸前之情形



炸彈入土已炸後之情形

第十四章 計算炸彈各種力量的公式

第一節 求炸彈由天空墮下來的直擊力，有一個飛機帶着炸彈，由某一個高度投下來，直接擊在被炸體上，在力學上說，可以用下列公式求出來。

$$E = \frac{M V^2}{2}$$

E = 直擊力以公斤八尺計算

M = 炸彈的重量以公斤計算

V = 炸彈着地前的速度，以每秒鐘所走的公尺計算。

第二節 求炸彈入被炸體的深度，炸彈由天空墜下來所發出的力量，從力量不滅的定理說，這個力量，必定要同炸彈侵入被炸體的深度相等，由這個定理，可以求出來炸彈侵入被炸體的深度H以公尺計算這個深度，可用下列的公式求出來。

$$h = \frac{E}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} \times W$$

D = 炸彈最大的直徑，以公分計算 cm

W = 被炸體的體質的抵抗係數 *Widerstand Sbeiwert Der Baustoffes*

這種係數，是隨着材料軟硬不同的程度定的，照試驗的結果，我們知道。

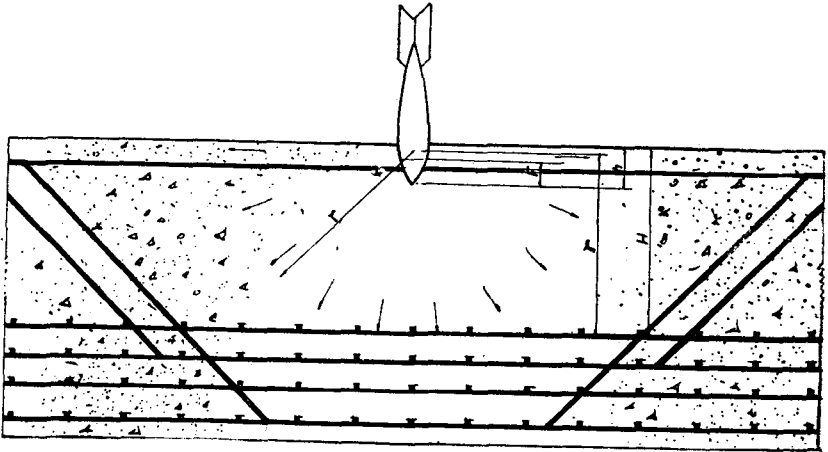
$$\text{土的抵抗係數 } W = \frac{1}{150}$$

$$\text{水泥三合土的抵抗係數 } W = \frac{1}{750} \sim \frac{1}{1200}$$

鋼筋水泥三合土抵抗的係數 $W = \frac{1}{1500} \sim \frac{1}{2250}$

鋼的抵抗係數 $W = \frac{1}{150000}$

第三節 求被炸體，被炸彈破壞力範圍，炸彈侵入被炸體爆發後，炸的破壞範圍，有皮爾氏的公式，可以求得出來。



炸彈碰炸鋼筋水泥三合土的情形

Perres 皮爾氏的公式

$$r = \sqrt[3]{\frac{L \times d}{C}}$$

r = 被炸體破壞的半徑以公分計算

L = 炸彈內炸藥的重量以公斤計算

d = 被炸體的阻止係數 Aerdämmungs Factor

C = 被炸體材料係數 *Beiwert Des Materials*

材料的係數

土 = 0.7

水泥三合土 = 3

鋼筋水泥三合土 = 6

材料的阻力係數，是隨着炸彈重量增減的。

炸彈重量	300 ~ 1000公斤	100 公斤
土	0.66	0.4
水泥三合土	0.25 ~ 0.4	0.175 ~ 0.275

若被炸體是土，炸彈鑽到土內到力量用完了的深度，炸彈就開始爆炸，在這個時候，炸彈內的火藥，是全力爆炸，所以 $L =$ 炸彈內的火藥重量或 = 一半火藥的重量有效，這要看土質軟硬，若是被炸體，是水泥三合土，炸彈鑽進被炸體很淺，炸彈大部份在外面爆炸，在這個時候 $L = 1/5$ 火藥重量有效。

C 值，同第二式中的 W 值，有相互的關係，各種材料的 C 同 W 的積數，大約是 0.004。

在實際上看起來，炸彈鑽入被炸體越深，破壞力就越大，如同土，鑽進土內越深，則破壞的範圍越大，若被炸體是水泥三合土，或是石頭，炸彈的頭部一碰着就立刻爆炸，因為牠不能鑽進去，所以牠的破壞力就少了，但是牠的破片，還能傷人馬，或毀壞地面上建築物，是很有力量的。

現在有兩個公式，是計算炸彈破壞被炸體，全破壞深度的。

第四節 求炸彈鑽到土內爆炸，全破壞的深度公式

$$H = h - \frac{B}{2} + r$$

h = 炸彈由空中丟下來，鑽到土內的深度。

H = 炸彈已經鑽入土內後，爆炸土坑的全深度以公尺計算。

r = 破壞的半徑，由第三公式求得的，以公尺計算。

B = 炸彈的長度，普通炸彈的長度約六倍牠的直徑，因為牠爆發力量的地位，在炸彈中心，所以用 $\frac{B}{2}$

第五節 求炸彈碰着水泥三合土時全破壞的深度公式

$$H' = \frac{h - F}{2} + r$$

H' = 炸彈破壞水泥三合土的全深度以公尺計算。

h = 炸彈由空中丟下來鑽到水泥三合土內的深度。

r = 被炸體破壞的半徑由第三公式求得的，以公尺計算。

F = 炸彈的延期信管，同補強裝置的長度，這個長度約等於炸彈的直徑，以公尺計算。

炸彈碰着水泥三合土後，此時爆炸的中心，是炸彈侵入水泥三合土的深度，除去彈頭金屬補強裝置的長度外，第一段中心的距離就是爆炸的中心。

第六節 樣題

現有敵人的飛機一架由四千公尺高的空中投下一百公斤的炸彈，這個炸彈落在水泥三合土面上。

1. 求這個炸彈的直擊力。
2. 求這個炸彈鑽到水泥三合土的深度。

3. 求破壞水泥三合土的面積。

4. 求全破壞的深度。

計 算 方 法

1. 求這個炸彈的直擊力

$$E = \frac{M V^2}{2} = \frac{10^3 \times 270^2}{2} = 320 \text{ 直擊力}$$

V = 速度的大小則看投下高度，同投彈的方法，大致在 250~550 公尺，

$$\text{每秒鐘 } \frac{m}{sec}$$

2. 求這個炸彈鑽到水泥三合土的深度

$$= \frac{E}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} W = \frac{320}{3.1416 \left(\frac{25}{2}\right)^2} \times \frac{1}{1200} = 0.55 \text{ 公尺}$$

3. 求破壞水泥三合土的面積

$$r = \sqrt[3]{\frac{L \times d}{C}} = \sqrt[3]{\frac{10 \times 0.175}{3}} = 0.83 \text{ 公尺}$$

$$\text{面積} = \pi r^2 = 3.1416 \times \frac{9}{0.83} = 2.16 \text{ 方公尺}$$

4. 求水泥三合土破壞的深度

$$H = \frac{h - F}{2} + r = \frac{0.55 - 0.25}{2} + 0.83 = 0.97 \text{ 公尺}$$

若見敵人的飛機結隊轟炸，如能連續命中，則破壞力更大了。

第七節 炸彈的威力實在情形

九月二十四日下午五點，日本飛機十三架乘着有雲的陰天，掩護着牠的飛機來襲擊武漢，我們防空司令部發現後，就放出空襲第一次的警號，不到數分鐘，敵機已到武漢的天空，當時曾投下幾個炸彈，有三個落在漢口襄河邊，武聖廟附近，著者當時奉命率領漢口市政府工程隊，前往救護，并考察炸彈威力破壞的實在情形，據附近居民談，敵機飛得很低，在下面用步槍就可射擊得着，第一個炸彈，正落在一個普通房屋的頂上，就穿了屋瓦，樓板，一直到地下，當時被炸的房屋：就轟倒了，四圍的房屋，因暴炸的震動，同空氣的壓力，也就隨着炸彈的聲音而傾倒了，檢查被炸地點的炸跡，同死屍身上的傷痕，可分三個圓圈說：

第一個圓圈內的房屋破壞，同人的喪亡，完全是被炸彈，直接炸毀的。

第二個圓圈內是炸彈的破片同震動，及風靡震倒吹塌的，這個圓圈內的人，是被破片打死的不少，但是大多數的人，是被自己住的房屋倒塌後壓死的，因為普通房屋，潰土的牆最多，所以一震動就倒了，在這個圈內，有一家，大小八人，正在吃飯，覺着房子要倒，就躲在一張樟木的，大棹子底下，結果房屋雖然是倒塌了，可是因為牠們有樟木堅固棹子的掩護，沒有受傷，也沒有打死，照這樣看起來，屋內稍有堅固的支柱，就可以保險了，還有一種附帶的殘毀，就是炸完後，到處起火，先以為是敵機投的燃燒彈，但是經檢查後，并不是燃燒彈，而是由每家廚房灶裏的火，燃燒了廚房倒下來的木料引起來的火，由這樣看來，著者覺得，在敵機空襲第一次警報的時候，家家都應當把自己廚房裏的火，撲滅了，或用別的方法，使廚房的火，不能變成引火的東西，才可以防止火災，而且當這個時候，人人都應當到避難室躲避，免得壓死，或

燒死，並且以後建築廚房的時候，應當用防火同堅固的材料來建築才好

•

第三個圓圈內，因為離炸彈稍遠，震動力及風靡力都很小，這種力量不能把房屋震倒，只能把屋上的瓦震下來，同時因空氣澎漲壓迫成的風靡，把關着的門窗都推開吹丟了，屋內器俱的陳設，都改變了原來的位置，掛的電燈，電扇，字畫，都震掉下來，望板上粉的灰，都一塊一塊的落下，不堅固的牆，也震開裂縫，若是溷土牆，就要傾倒了，在這個圈內，人的耳膜被震壞的很多，所有站在屋旁或簷下的人，有被磚瓦打傷打死的也很多。

著者覺得在聽着第一次警報時，就應當即刻把房內所有的門窗都大開起來，這就是給空氣一個出入的路，減少房屋被空氣壓迫的面積，那麼炸彈所發生的風靡，就不能夠毀壞門窗同玻璃了，同時要用棉花把耳孔塞着，使耳膜不致被風靡壓壞。

第二個炸彈，是落在兩家茶館裏，茶館內的人，本來是很多，又加當時得着空襲警報的人，都進到公共場去躲避，所以這兩個茶館樓上下，都佔滿了人，恰恰的有一個炸彈，落在這個茶館的屋上，一直穿破屋瓦到地暴炸，就把這兩個茶館的人，都炸死了，壓死了，燒死了，所以聽着警報的時候，不要都聚集在一團，才好。

還有一個炸彈，丟在漢陽一個菜場內，當時買菜的，同賣菜的及閒雜人，都聚集在菜場裏，約有幾百人，一個炸彈正落在人羣的當中，入土再炸，把地下的土同石頭都翻起來了，土塊石塊，同炸彈的破片飛到空中再落下來，被打傷打死的人很多，有一個賣牛肉的人，看見炸彈將要落下來的時候，他就躲睡在肉案的底下，等炸彈的聲音響完後，扒出來，看見旁邊的人，有受傷的，有死的，睡在滿地，只有他是好的，由

這樣看起來，一個肉案子就可以掩護着，那麼地下室，就更是安全可靠了。

再有一個事實，就是在石家莊，有一個公所，做了一個地下室，只有一個門出入，敵機轟炸以後把一個門炸毀，封閉了，因為內中沒有通氣的設備，及第二個門作出入路，所以內中的人都悶死在裏面了，由這樣看起來，地下室應當有兩個以上的門才好，還有很多地下室建築得不堅固，經敵機的炸彈一炸，就震動倒塌了，壓死的人很多，所以若是要做地下室，就應當做得堅固才好。

以上所說都是事實，所以地下室不要大，不要容人太多，萬一不幸中了炸彈，則全室的人，都要受傷或是死亡，所以這種建築，越分開越好，同時要有防彈，防火，防毒的設備，同出去的門路，及載重的力量，預備房屋倒在牠的身上，及炸彈落在牠的上面，都可以不致於毀壞，所以地下室，最好是成尖形或圓形的硬頂，使炸彈落在上面，就滑走了再炸，或者是碰炸，萬不可叫牠入土炸，因為入土炸是太利害了。

第十五章 炸彈破壞力量各種實驗表

炸彈破壞力量，雖有學理的公式，來計算牠的效能，但是都是學理的，本書為求精確起見特將湖北省防空協會製印的炸彈力量表，並附抄德譯野戰築城教範第八章對空防禦，及防空雜誌第一卷第三期，防空與防護篇內的記載，以及陸軍大學永久築城學『俄顧問司達維斯基』轟炸彈·擊成漏斗孔，比較表等篇，作為防空的參攷，附表於後。

抄防空雜誌第一卷第三期空襲與防護篇內

天蓋與炸彈重量之比例表

天蓋之厚度 (普通硬土)	天蓋之厚度 (石製)	天蓋之厚度 (普通水泥製)	天蓋之厚度 (鐵筋水泥製)	天蓋所能抵抗 炸彈之重量
3	0.75	0.40	0.25	10 小型炸彈
5	1.5	1.0	0.70	50
8	2.5	1.7	1.1	100 中型炸彈
12	4.0	2.10	1.4	300
20	6.0	3.0	2.0	1000 大型炸彈

附註：厚度以公尺計算，重量以公斤計算。

抄德譯野戰築城教範卷三

第八章 對空防禦

1. 防禦破片及風靡力。

構築鐵筋水泥三合土，頂蓋，及牆壁，厚至 40 公分，始可抵抗破。

欲禦風靡力，則頂蓋須以雙層強固之厚板，再加軌條及支柱，於其中間鋪填五十公分土層，覆以積土蓋即足。

防護牆壁，須用水泥三合土，築磚石層，每石塊厚須0.25公尺。

2. 防禦輕炸彈及中等炸彈之全彈命中

2.50公尺厚之鐵筋水泥三合土蓋，能抵抗輕及中等爆彈（全重五百公斤炸藥量二百五十公斤）之全彈命中。

如欲增加強度，可取三十公分之距離，裝以 N.P. 40. 之支柱，用鋪道石，築一堅實之遮彈層。遮彈層須用水泥漿粘着堅硬之石塊，或以五十公分厚之水泥三合土作成。

牆壁之厚度，須三公尺，其水泥三合土混合成份，為1：2：4。內中尚須加添鋼條。

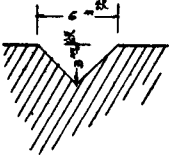
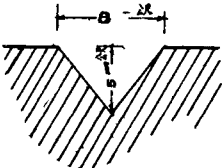
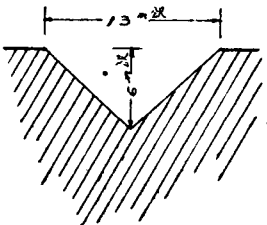
3. 防禦重炸彈之命中

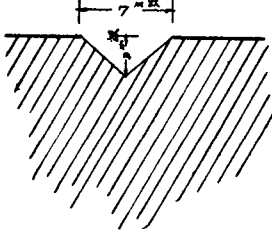
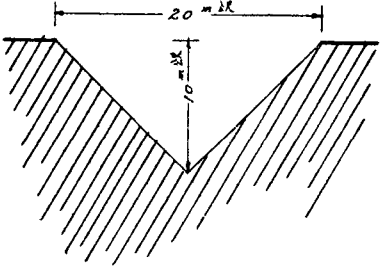
抵抗重爆彈（全重二千公斤炸藥量八百公斤）之全彈命中，須築3.50公尺之強厚頂蓋。

若其頂蓋厚為五公尺時，須有極大之空間距離。

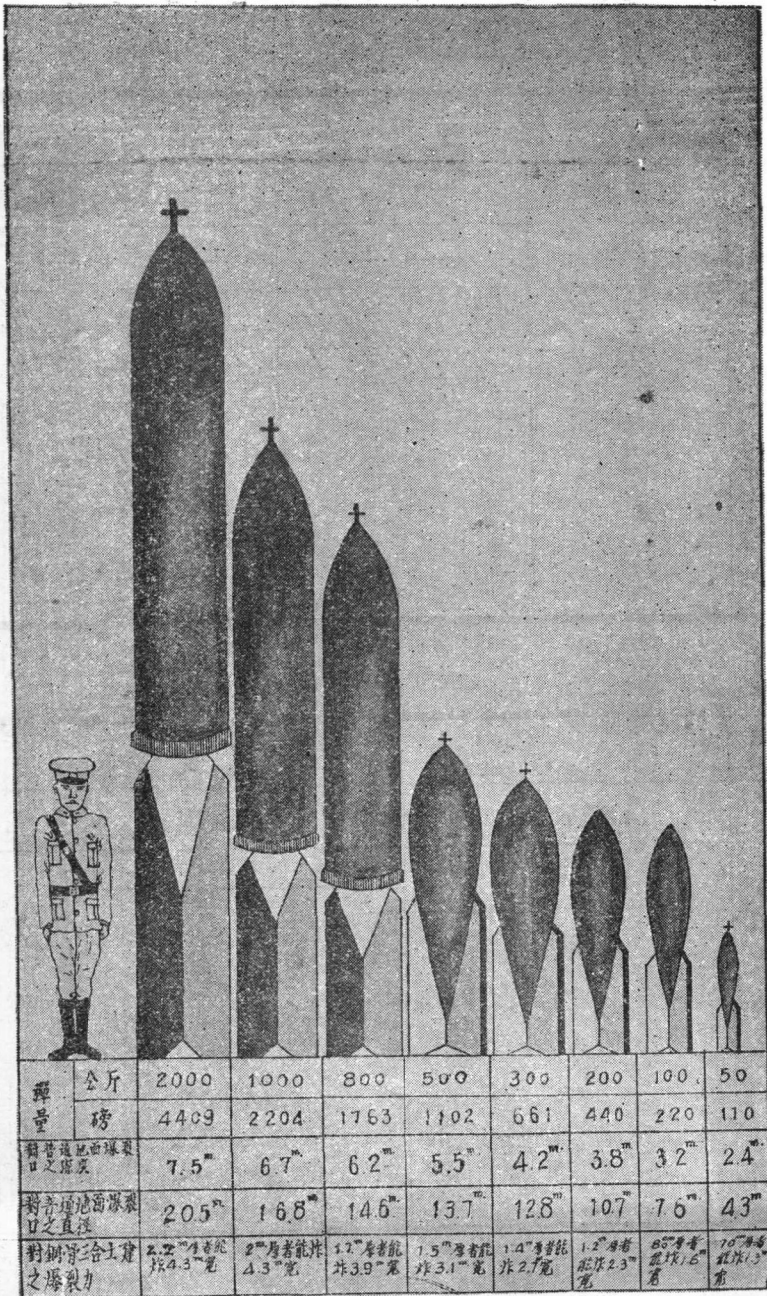
牆壁則須4.50公尺厚之鋼筋水泥三合土，底層之厚，須為0.50公尺，且須具有突出1.0公尺之防彈層。

抄陸大永久築城學₁俄顧問司達維斯基₂教授轟炸彈擊成漏斗形孔比較表

國別	德		國
炸彈重量	17Kg 公斤	37Kg 公斤	106Kg 公斤
炸彈炸後土坑成漏斗形漏斗孔及深度			

國別	法	國
炸彈重量	150Kg 公斤	635Kg 公斤
炸彈炸後土坑成漏斗形漏斗孔及深度		

各種飛機炸彈重量及破壞力表



湖北省防空協會炸彈力量表

各種炸彈能入各種體質深度表

設于五〇〇(公尺)高度，投下的地雷彈及破甲彈時，對於各種物質的侵徹深度，如下表。

區 炸 彈 公 種 斤 類		彈 侵 徹 深 度 (公 尺)						
		着 速 力 (公尺)	土 砂	混 凝 土		軟 鋼 板	西 洋 式 房 屋	貫 穿 層 數
				良 混 凝 質 土	良 混 凝 質 土			
地 雷 彈	50	113	3-6	0.11	0.08	0.08	2-3	
	200	625	7-10	0.27	0.11	0.17	4-6	
	500	1850	10-15	0.40	0.28	0.25	直 穿 至 地 下 室	
	2000	8300	20-30	0.79	0.55	0.45	連 地 基 一 齊 破 壞	
破 甲 彈	100	314	7-10	0.28	0.20	0.14	3-4	
	500	2160	20-30	0.79	0.55	0.30	直 穿 至 地 下 室	
摘 要			因深度就不同侵入了					

各種炸彈能破壞各種建築物厚度表

炸 着 景 况	炸 彈 種 類 (公斤)	炸 藥 量 (公斤)	能破壞的厚度(公尺)			
			露天的混 凝土壁		設於於地下 的混凝土壁	
			有 鐵 筋 者	無 鐵 筋 者	有 鐵 筋 者	無 鐵 筋 者
與 壁 成 直 角 時	50	25	0.45	0.58	0.58	0.92
	200	100	0.64	1.00	1.00	1.53
	500	250	0.96	1.46	1.46	2.20
	2000	1000	1.60	2.38	2.38	3.44
與 壁 平 行 時	50	25	0.60	0.86	0.86	1.55
	200	100	0.82	1.48	1.48	2.80
	500	250	1.11	2.16	2.16	3.80
	2000	1000	2.02	3.60	3.60	6.18

各種炸彈能破壞物質厚度表

防禦炸彈的種別(公斤)	鋼筋混凝土的厚度(公尺)	尋常土的厚度(公尺)	普通混凝土的厚度(公尺)	良質混凝土的厚度(公尺)
小型彈 10 (最大 10)	0.25	3.00	0.75	0.40
中型彈 {	50	5.00	1.50	0.70
	100	8.00	2.50	1.00
大型彈 {	300	12.00	4.00	2.10
	1000	20.00	6.00	3.00

抵抗機關槍及步槍材料之強度表

材 料	厚 度 (公 尺)	材 料	厚 度 (公 尺)
碎 尺	0.15	乾草果木之束堆	5.00
小 石 (裝入于袋者同)	0.40	松 材 及 縱 材 (在四百公尺以內)	0.90
普通沙或土等	0.50	松 材 及 縱 材 (在四百公尺以外)	0.65
濕 土 濕 沙	0.60	櫛 材 (在四百公尺以內)	0.70
土 囊	0.40	櫛 材 (在四百公尺以外)	0.55
草 皮	0.80	鐵 板	0.015
泥 炭	1.10	鋼 板	0.012
鬆 積 雪	3.00	特 種 鋼 板	0.0075
搗 固 積 雪	2.00	磚 牆 (抵抗單發命中彈)	0.25
附註： 在近距離，因被彈面較小，故掩護物之厚度宜為增加，大約在一百公尺之距離，積土須厚至一公尺，始有效力，若近至五十公尺，則更當加厚。			

此表抄自德國野戰築城教範(第二卷)

第十六章 建築避難室各種材料重量表

工程材料每立方英尺重量表

名		稱	比 重	每立方呎 之重量(磅)
中 文	英 文	文		
火 成 石	Basalt		2.7-3.2	168.6-200.4
紅 磚	Staffs red brick		1.87	117.5
青 磚	Staffs blue brick		1.90	119
斑 點 磚	Staffs brindled brick		1.90	119
火 磚	Staffs fire brick		2.30	143.4
象 皮	Caoutchouc		0.93	58
水 泥	Cement		2.72-3.05	170-188.3
鉛 粉	Chalk		1.8-2.7	112.3-168.4
木 炭	Charcoal		0.36	22.4
石 灰	Chloride of lime		2.22	140
泥 土	Clay		2.0	124.4
煤	Coal		1.37	85.5
焦 煤	Coke		0.5	31.2
三 合 土	Concrete		2.0	144.4
硬 象 皮	Ebonite		1.38	86.4
火 石	Flint		2.59	161.5
粉 泥 石	Flour-spar		3.15	197
花 崗 石	Granite		2.5-2.75	157.2-172.8
水 泥	Cement			86-94
水泥三合土	Concrete			110-140
鋼筋水泥三合土	Concrete, Reinforced			150-160
磚 (上等)	Brick pressed.			130-150
磚 (中等)	Brick ordinary.			110-130
磚 (下等)	Brick soft.			90-100
花 鋼 石	Granite			140-190
石 灰 石	Lime stone			140-170

砂	石	Sand stone		130-150
青	石	Slate		160-180
生	鐵	Cast iron		450
熟	鐵	Wrought iron		485
生	鋼	Cast steel		492
熟	鋼	Rolled steel		490
白	鐵	White metal		456
清	水	Fresh water		62.5
大	理石	Marble	2.65	165.8
雲	母石	Mica	2.68-3.15	172.8-197
透	光岩	Rock crystal	2.65	165.8
沙	石	Sand-stone	2.3	143.4
泥	石	Slate	2.8	176.2
肥	皂	Soapstone	2.6	162.4
硫	磺	Sulphur	1.98	124.4
瓦		Tile	1.4-2.00	88-125.2
山	毛櫟	Beech wood	0.75	46.8
樺	木	Birch wood	0.74	46.3
黃	楊	Box wood	1.30	81.2
輦	木	Cork wood	0.24	15
烏	木	Ebony wood	1.19	74.3
榆	木	Elm wood	0.58	36.2
枋	木	Fir wood	0.56	35
鐵	木	Iron wood	1.20	75
堅	木	Lignum vitae wood	1.34	84.6
楓	木	Naple wood	0.75	47
橡	木	Oak wood	0.62-0.85	43.2-53.5
松	木	Pine wood	0.47	29.3
白	楊	Poplar wood	0.36	22.4
虎	尾樅	Spruce wood	0.52	32.4
柚	木	Teak wood	0.80	50

水泥三合土水泥漿每立方英尺重量表

水 泥 漿		水 泥 三 合 土	
混 合 數	每立方呎之重量(磅)	混 合 數	每立方呎之重量(磅)
1 : 1	145.1	1 : 1 : 2	147
1 : 2	143.3	$1 : 1\frac{1}{2} : 3$	145
1 : 3	140.0	1 : 2 : 4	144
1 : 4	137.7	$1 : 2\frac{1}{2} : 5$	143
1 : 5	138.6	1 : 3 : 6	142
1 : 6	135.5	1 : 4 : 8	140
1 : 7	137.6		

鐵筋水泥三合土，每立方英尺重量為任普通三合土上加三磅至五磅，但普通計算鐵筋水泥三合土，每立方英尺重量150磅。

水泥三合土材料計算表

水泥三合土體積 M ³	1:2:4				1:2½:5				1:3:6				1:4:8				1:2½:5,1:3:6,1:4:8							
	水泥		砂		分口石		水泥		砂		分口石		水泥		砂		分口石		水泥		砂		分口石	
	桶	M ³	桶	M ³	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³	桶
0.1	0.21	0.05	0.09	0.09	0.17	0.15	0.11	0.05	0.09	0.09	0.15	0.11	0.05	0.09	0.09	0.15	0.11	0.05	0.09	0.09	0.15	0.11	0.05	0.09
0.2	0.41	0.09	0.18	0.18	0.34	0.29	0.21	0.09	0.18	0.18	0.58	0.42	0.19	0.28	0.28	0.73	0.52	0.24	0.38	0.38	1.02	0.74	0.33	0.66
0.3	0.63	0.14	0.28	0.28	0.50	0.44	0.32	0.14	0.28	0.28	0.88	0.63	0.33	0.50	0.50	1.17	0.84	0.38	0.58	0.58	1.31	0.95	0.42	0.85
0.4	0.83	0.18	0.37	0.37	0.67	0.58	0.42	0.18	0.37	0.37	1.01	0.74	0.42	0.67	0.67	1.46	1.05	0.47	0.76	0.76	1.51	1.05	0.47	0.94
0.5	1.04	0.23	0.46	0.46	0.84	0.73	0.52	0.23	0.46	0.46	1.18	0.84	0.52	0.84	0.84	1.68	1.18	0.52	0.94	0.94	1.68	1.18	0.52	1.05
0.6	1.24	0.28	0.55	0.55	1.01	0.88	0.63	0.28	0.55	0.55	1.31	0.95	0.63	0.88	0.88	1.84	1.31	0.63	1.05	1.05	1.84	1.31	0.63	1.18
0.7	1.45	0.32	0.64	0.64	1.18	1.02	0.74	0.32	0.64	0.64	1.46	1.05	0.74	1.02	1.02	2.07	1.46	0.74	1.18	1.18	2.07	1.46	0.74	1.31
0.8	1.66	0.37	0.74	0.74	1.34	1.17	0.84	0.37	0.74	0.74	1.68	1.18	0.84	1.17	1.17	2.30	1.68	0.84	1.34	1.34	2.30	1.68	0.84	1.46
0.9	1.86	0.41	0.83	0.83	1.51	1.31	0.95	0.41	0.83	0.83	1.84	1.31	0.95	1.31	1.31	2.53	1.84	0.95	1.51	1.51	2.53	1.84	0.95	1.68
1	2.07	0.46	0.92	0.92	1.68	1.46	1.05	0.46	0.92	0.92	2.07	1.46	1.05	1.46	1.46	2.76	2.07	1.05	1.68	1.68	2.76	2.07	1.05	1.84
2	4.14	0.92	1.84	1.84	3.36	2.92	2.10	0.92	1.84	1.84	4.14	2.92	2.10	2.10	2.10	5.46	4.14	2.10	3.36	3.36	5.46	4.14	2.10	3.76
3	6.21	1.38	2.76	2.76	5.04	4.38	3.15	1.38	2.76	2.76	6.21	4.38	3.15	3.15	3.15	8.19	6.21	3.15	5.04	5.04	8.19	6.21	3.15	4.70
4	8.28	1.84	3.68	3.68	6.72	5.84	4.80	1.84	3.68	3.68	8.28	5.84	4.80	4.80	4.80	10.72	8.28	4.80	6.72	6.72	10.72	8.28	4.80	5.64
5	10.35	2.30	4.60	4.60	8.40	7.30	6.20	2.30	4.60	4.60	10.35	7.30	6.20	6.20	6.20	13.15	10.35	6.20	8.40	8.40	13.15	10.35	6.20	6.58
6	12.42	2.76	5.52	5.52	10.08	8.76	7.35	2.76	5.52	5.52	12.42	8.76	7.35	7.35	7.35	15.48	12.42	7.35	10.08	10.08	15.48	12.42	7.35	7.52
7	14.49	3.22	6.44	6.44	11.76	10.22	8.40	3.22	6.44	6.44	14.49	10.22	8.40	8.40	8.40	17.74	14.49	8.40	11.76	11.76	17.74	14.49	8.40	8.46
8	16.56	3.68	7.36	7.36	13.44	11.68	9.45	3.68	7.36	7.36	16.56	11.68	9.45	9.45	9.45	20.16	16.56	9.45	13.44	13.44	20.16	16.56	9.45	9.40
9	18.63	4.14	8.28	8.28	15.12	13.14	10.50	4.14	8.28	8.28	18.63	13.14	10.50	10.50	10.50	22.50	18.63	10.50	15.12	15.12	22.50	18.63	10.50	9.40
10	20.70	4.60	9.20	9.20	16.80	14.60	11.80	4.60	9.20	9.20	20.70	14.60	11.80	11.80	11.80	24.80	20.70	11.80	16.80	16.80	24.80	20.70	11.80	9.40

水泥三合土材料計算表(續)

20	41.40	9.20	18.40	33.60	29.20	21.00	9.40	18.80
30	62.10	13.80	27.60	50.40	43.80	31.50	14.10	28.20
40	82.80	18.40	36.80	67.20	58.40	42.00	18.80	37.60
50	103.50	23.00	46.00	84.00	73.00	52.50	23.50	47.00
60	124.20	27.60	55.20	100.80	87.60	63.00	28.20	56.40
70	144.90	32.20	64.40	117.60	102.20	73.50	32.90	65.80
80	165.60	36.80	73.60	134.40	116.80	84.00	37.60	75.20
90	186.30	41.40	82.80	151.20	131.40	94.50	42.30	84.60
100	207.00	46.00	92.00	168.00	146.00	105.00	47.00	94.00
200	414.00	92.00	184.00	336.00	292.00	210.00	94.00	188.00
300	621.00	138.00	276.00	504.00	438.00	315.00	141.00	282.00
400	828.00	184.00	368.00	672.00	584.00	420.00	188.00	376.00
500	1035.00	230.00	460.00	840.00	730.00	525.00	235.00	470.00
600	1242.00	276.00	552.00	1008.00	876.00	630.00	282.00	564.00
700	1449.00	322.00	644.00	1176.00	1022.00	735.00	329.00	658.00
800	1656.00	368.00	736.00	1344.00	1168.00	840.00	376.00	752.00
900	1863.00	414.00	828.00	1512.00	1314.00	945.00	423.00	846.00
1000	2070.00	460.00	920.00	1680.00	1460.00	1050.00	470.00	940.00

水泥漿材料計算表

水泥 漿體 積 M ³	1:1		1:2		1:3		水泥 漿體 積 M ³	1:1		1:2		1:3	
	水泥	粗砂	水泥	粗砂	水泥	粗砂		水泥	粗砂	水泥	粗砂	水泥	粗砂
	桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³		桶	M ³	桶	M ³	桶	M ³
0.1	0.52	0.06	0.36	0.08	0.27	0.09	1	5.21	0.60	2.56	0.82	2.71	0.94
0.2	1.04	0.12	0.71	0.16	0.54	0.19	2	10.42	1.20	7.12	1.64	5.42	1.88
0.3	1.56	0.18	1.07	0.25	0.81	0.28	3	15.63	1.80	10.68	2.46	8.13	2.82
0.4	2.08	0.24	1.42	0.33	1.08	0.38	4	20.84	2.40	14.24	3.28	10.84	3.76
0.5	2.61	0.30	1.78	0.41	1.36	0.47	5	26.05	3.00	17.80	4.10	13.55	4.70
0.6	3.13	0.36	2.14	0.49	1.63	0.56	6	31.26	3.60	21.36	4.92	16.96	5.64
0.7	3.65	0.42	2.49	0.57	1.90	0.66	7	36.47	4.20	24.92	5.74	18.97	6.58
0.8	4.17	0.48	2.85	0.66	2.17	0.75	8	41.68	4.80	28.48	6.56	21.68	7.52
0.9	4.69	0.54	3.20	0.74	2.44	0.85	9	46.89	5.40	32.04	7.38	24.39	8.46
							10	52.10	6.00	35.60	8.20	27.10	9.40

水泥漿材料計算表(續)

20	104.20	12.00	71.20	16.40	54.20	18.80
30	156.30	18.00	106.80	24.60	81.30	28.20
40	208.40	24.00	142.40	32.80	108.40	37.60
50	260.50	30.00	178.00	41.00	135.50	47.00
60	312.60	36.00	213.60	49.20	162.60	56.40
70	364.70	42.00	249.20	57.40	189.70	65.80
80	416.80	48.00	284.80	65.60	216.80	75.20
90	468.90	54.00	320.40	73.80	243.90	84.60
100	521.00	60.00	356.00	82.00	271.00	94.00
200	1042.00	120.00	712.00	164.00	542.00	188.00
300	1563.00	180.00	1068.00	246.00	813.00	282.00
400	2084.00	240.00	1424.00	328.00	1084.00	376.00
500	2605.00	300.00	1780.00	410.00	1355.00	470.00
600	3126.00	360.00	2136.00	492.00	1626.00	564.00
700	3647.00	420.00	2492.00	574.00	1897.00	658.00
800	4168.00	480.00	2848.00	656.00	2168.00	752.00
900	4689.00	540.00	3204.00	738.00	2439.00	846.00
1000	5210.00	600.00	3560.00	820.00	2710.00	940.00

鐵 筋 洋 灰 三 合 土 工 程

計 算 圓 鐵 條 重 量 表

(A) 每英尺寬須要鐵筋之橫斷面積表

(B) 每方英尺須要鐵筋之重量表

c to c of bars	3"		1"		5"		3"		7"		1"		1 1/8"		1 1/4"	
	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.
2"	0.66	2.280	1.18	3.960	1.84	6.30	2.65	9.120	3.61	12.380	4.71	16.140	5.96	20.460	7.36	25.260
2" 1/2	0.53	1.824	0.94	3.168	1.47	5.040	2.12	7.296	2.89	9.888	3.77	12.912	4.77	16.368	5.89	20.208
3"	0.44	1.520	0.79	2.640	1.23	4.200	1.77	6.080	2.41	8.240	3.14	10.760	3.98	13.640	4.91	16.840
3" 1/2	0.38	1.308	0.67	2.264	1.05	3.602	1.51	5.214	2.06	7.066	2.69	9.227	3.41	11.696	4.21	14.430
4"	0.33	1.140	0.59	1.980	0.92	3.150	1.33	4.560	1.80	6.180	2.36	8.070	2.98	10.230	3.68	12.630
4" 1/2	0.29	1.013	0.52	1.760	0.82	2.800	1.18	4.054	1.60	5.494	2.09	7.174	2.65	9.097	3.27	11.228
5"	0.26	0.912	0.47	1.584	0.74	2.520	1.06	3.648	1.44	4.944	1.88	6.456	2.39	8.184	2.95	10.104
5" 1/2	0.24	0.828	0.43	1.439	0.67	2.289	0.96	3.314	1.31	4.491	1.71	5.864	2.17	7.439	2.68	9.178
6"	0.22	0.760	0.39	1.320	0.61	2.100	0.88	3.040	1.20	4.120	1.57	5.389	1.99	6.820	2.45	8.420
6" 1/2	0.20	0.703	0.36	1.221	0.57	1.943	0.82	2.812	1.11	3.811	1.45	4.977	1.84	6.399	2.27	7.789
7"	0.19	0.651	0.34	1.131	0.53	1.800	0.76	2.605	1.03	3.530	1.35	4.601	1.70	5.845	2.10	7.216
7" 1/2	0.18	0.608	0.31	1.056	0.49	1.680	0.71	2.432	0.96	3.296	1.26	4.394	1.59	5.456	1.96	6.736
8"	0.17	0.570	0.29	0.990	0.46	1.575	0.66	2.280	0.90	3.090	1.18	4.044	1.49	5.115	1.84	6.315
8" 1/2	0.16	0.537	0.28	0.932	0.43	1.483	0.62	2.146	0.85	2.909	1.11	3.798	1.40	4.815	1.73	5.945
9"	0.15	0.506	0.26	0.879	0.41	1.397	0.59	2.022	0.80	2.740	1.05	3.578	1.33	4.535	1.64	5.599
9" 1/2	0.14	0.479	0.25	0.832	0.39	1.323	0.56	1.915	0.76	2.596	0.99	3.388	1.26	4.297	1.55	5.305
10"	0.13	0.456	0.24	0.792	0.37	1.260	0.53	1.824	0.72	2.472	0.94	3.238	1.19	4.093	1.47	5.052
11"	0.12	0.414	0.21	0.719	0.33	1.145	0.48	1.657	0.66	2.245	0.86	2.932	1.08	3.717	1.34	4.589
12"	0.11	0.380	0.19	0.660	0.30	1.050	0.44	1.520	0.60	2.090	0.78	2.690	0.99	0.410	1.22	4.210
net section	0.11	0.380	0.19	0.660	0.30	1.050	0.44	1.520	0.60	2.090	0.78	2.690	0.99	3.410	1.22	4.210

鋼 筋 水 泥 三 合 土 工 程

計 算 方 鋼 條 重 量 表

(A) 每英尺寬須要鋼筋之橫斷面積表

(B) 每方英尺須要鋼筋之重量表

c to c of bars	$\frac{1}{4}$ "		$\frac{3}{8}$ "		$\frac{1}{2}$ "		$\frac{5}{8}$ "		$\frac{3}{4}$ "		$\frac{7}{8}$ "		1"		1 $\frac{1}{2}$ "	
	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.	sq.in.	lbs.
2"	0.36	1.320	0.84	2.940	1.50	5.160	2.34	8.100	3.36	11.640	4.62	15.840	6.00	20.580	9.37	32.100
2" 1/2	0.29	1.056	0.67	2.352	1.20	4.128	1.87	6.480	2.69	9.312	3.70	12.672	4.80	16.464	7.50	25.680
3"	0.24	0.860	0.56	1.960	1.00	3.440	1.56	5.400	2.24	7.760	3.08	10.560	4.00	13.720	6.24	21.400
3" 1/2	0.21	0.735	0.48	1.681	0.86	2.950	1.34	4.631	1.92	6.654	2.64	9.050	3.48	11.765	5.36	18.350
4"	0.18	0.660	0.42	1.470	0.75	2.580	1.17	4.050	1.68	5.820	2.31	7.920	3.00	10.290	4.68	16.050
4" 1/2	0.16	0.587	0.37	1.307	0.67	2.294	1.40	3.600	1.49	5.174	2.05	7.041	2.67	9.142	4.16	14.271
5"	0.14	0.528	0.34	1.176	0.60	2.064	0.94	3.240	1.34	4.656	1.85	6.336	2.40	8.232	3.75	12.840
5" 1/2	0.13	0.480	0.31	1.068	0.55	1.875	0.85	2.943	1.22	4.229	1.68	5.755	2.18	7.477	3.41	11.663
6"	0.12	0.440	0.28	0.980	0.50	1.720	0.78	2.700	1.11	3.889	1.53	5.280	2.00	6.860	3.12	10.700
6" 1/2	0.11	0.407	0.26	0.903	0.46	1.591	0.72	2.498	1.03	3.589	1.42	4.884	1.85	6.346	2.88	9.896
7"	0.10	0.377	0.24	0.840	0.43	1.474	0.67	2.314	0.96	3.325	1.32	4.525	1.72	5.879	2.68	9.170
7" 1/2	0.10	0.352	0.22	0.784	0.40	1.376	0.62	2.160	0.89	3.104	1.23	4.224	1.60	5.488	2.50	8.560
8"	0.09	0.330	0.21	0.735	0.38	1.290	0.59	2.025	0.84	2.910	1.15	3.960	1.50	5.145	2.34	8.025
8" 1/2	0.08	0.311	0.20	0.692	0.35	1.214	0.55	1.906	0.79	2.739	1.09	3.728	1.43	4.843	2.20	7.554
9"	0.08	0.293	0.19	0.652	0.33	1.144	0.52	1.796	0.75	2.580	1.02	3.511	1.33	4.562	2.08	7.116
9" 1/2	0.08	0.277	0.18	0.617	0.32	1.084	0.49	1.701	0.71	2.444	0.97	3.326	1.26	4.322	1.97	6.741
10"	0.07	0.264	0.17	0.588	0.30	1.032	0.47	1.620	0.67	2.328	0.92	3.168	1.20	4.116	1.87	6.420
11"	0.07	0.240	0.15	0.534	0.27	0.937	0.40	1.472	0.61	2.115	0.84	2.878	1.09	3.739	1.70	5.832
12"	0.06	0.220	0.14	0.490	0.25	0.860	0.39	1.350	0.56	1.940	0.77	2.640	1.00	3.430	1.56	5.350
net section	0.06	0.22	0.14	0.49	0.25	0.86	0.39	1.35	0.56	1.94	0.77	2.64	1.00	3.43	1.56	5.35

第十七章 新制度量衡表

度 量 衡 法	
標 準 制	
長 度 (單位公尺)	地 積 (單位平方公尺)
1公里(Km)=1000 公尺=10公引	1公頃 = 100 公 畝
1公引 =100 公尺=10公丈	1公畝 = 100 平方公尺
1公丈 = =10公尺	1公厘 = 1 平方公尺
1公尺(m)= =10公寸	重 量 (單位公斤)
1公寸 =0.1 公尺=10公分	1公鎰 = 1000公斤=10公擔
1公分 =0.01 公尺=10公厘	1公擔 = 100公斤=10公衡
1公厘 =0.001公尺	1公衡 = =10公斤
容 量 (單位公升)	1公斤 = 水 1 立方公 寸 之 重 量 =10公兩
1公秉 =1000 公升=10公石	1公兩 = 0.1公斤=10公錢
1公石 =100 公升=10公斗	1公錢 = 0.01公斤=10公分
1公斗 = =10公升	1公分 = 0.001公斤=10公厘
1公升 =1立方公寸=10公合	1公厘 = 0.0001公斤=10公毫
1公合 =0.1 公升=10公勺	1公毫 =0.00001公斤=10公絲
1公勺 =0.01 公升=10公撮	
1公撮 =0.001公升	

市 用 制	
長度 (單位市尺簡作尺)	容量 (單位市升簡作升)
1 里 = 1500 尺	1 石 = 10 斗
1 引 = 10 丈	1 斗 = 10 升
1 丈 = 10 尺	1 升 = 1 公升
1 尺 = 1/3 公尺	1 升 = 10 合
1 尺 = 10 寸	1 合 = 10 勺
1 寸 = 10 分	1 勺 = 10 撮
1 分 = 10 厘	重量 (單位市斤簡作斤)
1 厘 = 10 毫	1 擔 = 100 斤
地積 (單位市畝簡作畝)	1 斤 = 1/2 公斤
1 頃 = 100 畝	1 斤 = 16 兩
1 畝 = 6000 平方尺	1 兩 = 10 錢
1 畝 = 10 分	1 錢 = 10 分
1 分 = 10 厘	1 分 = 10 厘
1 厘 = 10 毫	1 厘 = 10 毫
	1 毫 = 10 絲
英 美 制	
長 度	容 量
1 英里 = 80 鎖 (Chain)	1 立方碼 = 27 立方英尺
1 鎖 = 100 節 (Link)	1 立方英尺 = 1728 立方英寸
1 鎖 = 66 英尺	1 美加倫 = 231 立方英寸
1 鎖 = 22 碼	1 英加倫 = 277.42
1 碼 = 3 英尺	1 英加倫 = 4 瓜脫 (Quart)
1 英尺 = 12 英寸	1 瓜脫 = 2 品脫 (Pint)
面 積	1 品脫 = 4 及爾 (Gill)
1 平方英里 = 640 畝	重 量
1 畝 = 10 平方鎖	1 美噸 = 200 磅
1 平方鎖 = 484 平方碼	1 英噸 = 2240 磅
1 平方碼 = 9 平方英尺	1 磅 (Pound) = 16 安斯 (Ounce)
1 平方英尺 = 144 平方英寸	= 7000 克冷 (Grain)

度量衡比較表						
長 度						
公尺 (m)	英尺 (foot)	漢尺 (海關尺)	市尺	公分 (cm)		英寸 (inch)
				1	2.54	0.3937
1	3.28084	2.79199	3			1
0.30479	1	0.851	0.91439	公里 (km)	英里 (mile)	里 (市用制)
0.35816	1.17509	1	1.07449	1	0.62137	2
0.33333	1.09361	0.93056	1	1.6093	1	3.21869
				0.5	0.31069	1
面 積						
平方公尺 (m ²)	平方英尺 (ft ²)	平方漢尺	平方市尺	平方公分 (cm ²)		平方英寸 (inch ²)
1	10.76391	7.79521	9	1		1.15500
				6.45160		1
0.09290	1	0.72420	0.83611			
0.12828	1.38084	1	1.15453	公畝 (are)		畝 (市用制)
				1		0.15000
0.11111	1.19599	0.86113	1	6.66666		

度量衡比較表

體 積

立方公尺 (m ³)	立方英尺 (ft ³)	立方漢尺	立方市尺	公升市升 (litre)	英加倫 (277.42 cu. in.)	美加倫 (231 cu. in.)
1	35.31467	21.76415	27	1	0.22008	0.26417
0.02831	1	0.61629	0.76453	4.54380	1	1.20034
0.04595	1.62261	1	1.24053	3.78543	0.83310	1
6.03704	1.30795	0.80607	1			

重 量

公斤 (kg)	磅 (lb)	市 斤	公 噸	英 噸 (2240lb)	美 噸 (2000lb)
1	2.20460	2	1	0.98420	1.10230
0.45360	1	0.90720	1.01605	1	1.12000
0.5	1.10230	1	0.90720	0.83286	1

度量衡公制折合表		
工 能		
1 英尺磅 (ft. lb)	=	0.1383 公斤公尺(kg. m)
	=	0.324×10^{-3} 公熱單位(kg. cal)
1 英熱單位 (b. t. u.)	=	0.252 公熱單位(kg. cal)
	=	0.2928 瓦特小時(watt-hr)
1 英熱單位每磅(b.t.u./lb)	=	0.556 公熱單位每公斤(kg. cal/kg)
1 馬力小時(H. P. Hr)	=	2.737×10^5 公斤公尺(kg. m)
	=	641.2 公熱單位(kg. cal)
工 力		
1 馬 力(H. P.)	=	746 瓦 特(Watt)
	=	4564 公斤公尺每分鐘(kg.m./min)
	=	76.06 公斤公尺每秒鐘(kg.m./sec)
	=	10.70 公熱單位每分鐘(kg.cal/min)
1 鍋爐馬力(boiler.H.P.)	=	9804 瓦 特(Watt)
	=	8417 公熱單位每小時(kg.cal./hr.)
1 英熱單位每小時(b.t.u./hr)	=	0.2928 瓦 特(Watt)
1 英尺磅每秒鐘(ft-lb/sec)	=	1.356 瓦 特(Watt)
熱 度		
1 度 華 氏 (F°)	=	$9/5$ (攝 氏 $+ 32^\circ$)
1 度 攝 氏 (C°)	=	$5/9$ (華 氏 $- 32^\circ$)

度量衡公制折合表

衡 重	
1 格 林 (gr.)	= 0.0648 公 分 (g.)
1 盎 斯 (oz.)	= 28.35 公 分 (g.)
1 英 磅 (lb.)	= 0.4536 公 斤 (kg.)
1 英 擔 (cwt.)	= 50.80 公 斤 (kg.)
1 英 噸 (ton)	= 1016.1 公 斤 (kg.)
1 美 噸 (short ton)	= 907.2 公 斤 (kg.)
衡 重 (珍品 Troy weight)	
1 格 林 (gr.)	= 0.0648 公 分 (g.)
1 盎 斯 (oz)	= 31.10 公 分 (g.)
1 英 磅 (lb)	= 0.3732 公 斤 (kg.)
1 大 克 拉 (carat)	= 15.55 公 分 (g.)
1 克 拉 (carat)	= 0.2053 公 分 (g.)

度量衡公制折合表

密 度

1 磅每英尺	(lb./ft.)	= 1.488	公斤每公尺	(kg./m)
1 磅每立方英尺	(lb./cu. in.)	= 27.68	公分每立方公分	(g./cu.cm.)
1 磅每立方英尺	(lb./cu. ft)	= 16.02	公斤每立方公尺	(kg./cu.m.)
1 磅每立方碼	(lb./cu. yd.)	= 0.5933	公斤每立方公尺	(kg./cu.m.)
1 磅每平方千分英尺	(lb./sq. mil.ft)	= 2.936	公斤每立方公尺	(kg./cu.m.)
1 磅每平圓千分英尺	(lb./cir. mil.ft)	= 2.316	公斤每立方公尺	(kg./cu.cm)
1 磅 每 碼	(lb./yb.)	= 0.496	公斤每公尺	(kg./m)

壓 力

1 磅每平方英寸	(lb./sq.in.)	= 0.07031	公斤每平方公分	(kg./sq.cm.)
1 磅每平方英尺	(lb./sq. ft)	= 4.883	公斤每平方公尺	(kg./sq.cm.)
1 英噸每平方英尺	(long ton/sq.ft)	= 10.94	公噸每平方公尺	(kg./sq.in.)
1 美噸每平方英尺	(short ton/sq.ft)	= 9.765	公噸每平方公尺	(kg./sq.in.)
1 英寸水高	(in. of water)	= 2.54	公分每平方公分	(g./sq.cm.)
1 英尺水高	(ft. of water)	= 30.48	公分每平方公分	(g./sq.cm.)
1 英寸水銀高	(in. of mercury)	= 34.53	公分每平方公分	(g./sq.cm.)
1 大 氣	(Atmos.)	= 1.033	公斤每平方公分	(kg./sq.cm.)

計 算 各 種 形 體 面 積 體 積 公 式 表

名 英	文 中	稱 文	已 英	知		數 文	公 式
				文	中		
Area of circle		圓 形 面 積	Radius=r, $\pi=3.1416$		半徑=r		πr^2
Area of sector of circle		扇 形 面 積	Radius=r, Arc=Lc		半徑=r, 弧線=Lc		$\frac{rLc}{2}$
Area of segment of circle		弓 形 面 積	Chord=c, Middle ordinate=M		弦線=c 中線=M		$\frac{2}{3}cM(\text{Approximate})$
Area of ellipse		橢 圓 形 面 積	Semi-axes=a and b		半軸線=a 及 b		πab
Surface of cone		圓 錐 體 面 積	Radius of base=r; Slant height=S		底面半徑=r 側高=S		πrS
Surface of cylinder		長 圓 體 面 積	Radius=r, height=h		半徑=r, 高=h		$2\pi rh$
Surface of sphere		球 體 面 積	Radius=r		半徑=r		$4\pi r^2$
Surface of zone		地 球 體 面 積	Radius of sphere=r Height of zone=h		圓體半徑=r 圓體高=h		$2\pi rh$
Volume of prism or cylinder		長 圓 體 體 積	Area of base=b; Height=h		底面面積=b 高=h		bh
Volume of pyramid or cone		圓 錐 體 體 積	Area of base=b Height=h		底面面積=b 高=h		$\frac{bh}{3}$
Volume of frustum of pyramid or cone		圓 錐 截 體 體 積	Area of bases=b and b' Height=h		底面面積=b 及 b' 高=h		$\frac{h}{3}(b+b'+\sqrt{bb'})$
Volume of sphere		圓 體 體 積	Radius=r		半徑=r		$\frac{4}{3}\pi r^3$