

耐爆防護施設に就て

正會員 板倉忠三*

目次

- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 緒論 | 4. 防護施設々計標準 |
| 2. 防護施設の分類 | 5. 防護施設々計例 |
| 3. 諸防護施設の選擇 | 6. 結語 |

1. 緒論

耐爆防護施設の計畫に當り、最もその方針を左右するものは、その規模即ちその耐爆の目標程度である。而して投下爆彈の命中公算は、特に空爆の目標になる様な軍事施設其他特に重要な施設以外には決して高いものではない。

急降下爆撃は別として、水平爆撃の際投下爆彈の半數必中界は、投下高度 3000 m の時 55 m と發表されてゐるものがあるが、之は勿論明瞭な一定目標に對するものであり、且つ諸種の狀況が極めて良好な場合である。都市、港灣等の空襲に當つては、敵機が 4000 m 以下に降下する可能性も少く、防禦砲火、友軍戦闘機等の攻撃を受けつゝ投下することを考へれば、命中公算は遙かに低いものとなるであらう。

情報局の發表によれば、かかる場合の命中公算は 1/50~1/100 となつてゐる様である。

現在歐洲の交戦國間に於ても、直撃彈による一般の損害は、爆風及び彈片の破壊作用によるものに比すれば、問題にならない程度であると云はれてゐる。一面又、直撃彈を受ければ、小型焼夷彈以外は普通の施設では抵抗不能で、中型以上の爆彈の直撃に耐へしめんとすれば、一般には殆んど實施不能の程度に迄極めて大規模となる。従つて普通一般的の防空施設は直撃彈よりも、爆風、彈片よりの防護に重點を置く方が經濟的且つ實際的と考へられる。

而して、この種防護施設標準として現在迄に公表せられてゐるものは、英國のものが最も多く且つ最も組織が完備してゐると思はれる。同國では、防護施設の側壁に對しては 500 封度 (227 kg) 中裝爆彈が、15 m の地點に落下爆發しても安全な様に、又天井に就ては 2.25 封度 (1 kg) 焼夷彈が直撃しても安全なるものを標準に採つてゐる。

本篇はこの意味に於ける耐爆防護施設々計標準として、文獻に現はれたる英國のものを主とし、之に獨伊瑞等諸國のものを収録して組織的に取扱ひ、その中若干のものは我が國のものと比較し、一部に筆者の小私案をも附加し更に英國に於ける設計實施例を擧げた。何等か御參考ともなれば幸甚である。尙、破壊爆彈の爆風、彈片の作用に就いては、土木技術誌第 2 卷第 11 號の拙著を御參照願ひたい。

2. 防護施設の分類

破壊爆彈に對する防護施設は種々あるが、之等を分類すれば次の通りである。

1. 防護の對象による分類

* 工學士 北海道帝國大學助教授

(1) 直撃に対する防護施設

重量爆弾に対して防護せんとすれば純然たる要塞建築となるから、通常國民防空の見地よりは輕量の焼夷彈程度のものに對して考慮すべく、英國では 1 kg 又は 10 kg 焼夷彈を考へてゐる。建物内特に地下室等には上層建物の崩壞荷重を考慮してゐるが、之も爆彈の直撃と考へることは出來ない。

(2) 爆風及び彈片に對する防護施設

都市防空又は國民防空に於て計畫すべきものは凡て之に屬する。

2. 目的による分類

(1) 防空監視員又は防護係員用, (2) 一般家庭用, (3) 官廳, 會社, 工場等の勤務者用, (4) 公共用

上の内 (1) は 1~2 名を收容し, 特に監視區域を見透すことを要する。(2) は 10 名位を限度とし (3), (4) は 20~50 名位を收容し得るものがあるが, 出来るだけ收容人員を減じ, 萬一の直撃に損害を最小限に止める様にするべきである。英國 Finsbury には地下 6 階建 7 600 名收容のものが計畫されてゐるが, この程度になれば中級以上の爆彈の直撃に耐へる設計でなければならない。

3. 建設形態による分類

(1) 建設の場所による分類

(a) 空地に建設するもの, (b) 既存建物又は構造物の近く建設するもの, (c) 同上の側壁を利用するもの, (d) 既存建物の内部に建設するもの, (e) 同上地下室を利用するもの

(2) 床面又は天井面と地表面との高低差による分類

(a) 地上式, (b) 半地下式, (c) 地下式, (d) 隧道式

(3) 築造の種類による分類

(a) 新設のもの, (b) 既設建物又は構造物をその儘利用するもの, (c) 同上を補強するもの, (d) 同上の一部を補強するもの

(4) 建設材料による分類

(a) 鋼鐵製のもの, (b) 場所打又は組立式鐵筋コンクリート造のもの, (c) 同上コンクリート造のもの, (d) コンクリート塊又は煉瓦積のもの, (e) 砂利, 碎石又は礫積のもの, (f) 盛土砂のもの, (g) 木造のもの, (h) 是等を混じて用ひるもの

5. 耐力による分類

重量爆彈の直撃に耐へる防護施設は別として, 爆風及び彈片に耐へるべき防護施設はある一定の横壓力に抵抗する様に設計すべきである。而して, 落下爆發する爆彈の大きさ, 數量, 建設物よりの距離等に就いて適確な豫想はなし難いが, 防護施設の效力はその横抵抗力と共に増加することは明らかである。今この横抵抗力より考へて, 防護施設を分類した一例は次の通りである。

第 1 級	横抵抗力	10.0 ton/m ²	以上のもの
第 2 級	"	5.0 "	"
第 3 級	"	2.5 "	"
第 4 級	"	1.2 "	"
第 5 級	"	1.2 "	以下のもの

既存の石造, 煉瓦造及びコンクリート造の建物は第 3~4 級程度の抵抗力を有すると考へられるから, 之以下

のものは特に防護施設と呼ぶことは出来ない。

6. 換気設備上の分類

(1) 気密防護室, (2) 特殊換気装置を有する防護室, (3) 給気装置を有する防護室

7. 永久性による分類

(1) 一時的施設, (2) 半永久的施設, (3) 永久的施設

(1) は溝を掘つた程度のもので, 所謂 Trench Shelter と唱へられるものである。

本稿に於ては主として (2), (3) に就て述べることにする。

3. 諸防護施設の選擇

1. 一般論

叙上の防護施設の種類は多種多様であるが, 實施に當つては充分にその得失を吟味し, 最も適切且つ經濟的なものを採擇すべきである。而してこれら諸型式選擇の標準と目されるものを挙げれば次の通りである。

(1) 地下水位の高低

(2) 地質並に土質の種類

(3) 側壁に充分の横強度を附與し得ること

(4) 構築材料は入手容易, 且つ價格低廉であること

(5) 構築材料はその大いさ重量共に特に大ならず, 一般向として工法容易にして専門的知識を要することのなるべく少ないこと

(6) 永久的構造とした時は特に戦時防護施設としてのみならず, 平時に於ても利用の途の多いこと

(7) 一時的構造とした時は, 不用に歸した際に除去若しくは他に流用可能なること

(8) 重要な水路, 道路, 鐵道, 構造物, 大工場又は軍事施設に近接した場所は比較的爆撃の目標となり易いから, 相當高度の防護を要し, 個立したものは多くの場合最小限の防護でよい

而して上述諸式の得失を挙げれば次の通りである。

2. 地上式

(1) 利點: 出入口に斜路, 階段を要せず出入容易であること。排水に對して特別の考慮を要しないこと。構築方法によつては他日の用に供する途の廣いこと。

(2) 缺點: 特別な材料により側壁を強くしなければならぬこと。覆土する場合相當の土量を他より求める必要のあること。覆土の法尻に特に法止を施さなければ所要面積大となり, 小區域には不適當なこと。

3. 地下式

(1) 利點: 地上式よりは構築材料少なくしてより以上の強度を附與し得ること。場所を潰すこと少なく, 従つて比較的狹隘な場所にも構築し得ること。大規模のものは之を利用して, 將來大建築又は大構造物の基礎となし得ること。

(2) 缺點: 地下水位高く排水困難, 又は土質軟弱の場所には構築し得ないか, 非常に高價となること。半永久的のもの以外, 特に木造のものは後日の使用に耐へないのみか, 構築材料も流用不能なること。出入口に相當距離の階段又は斜路を要すること。

4. 半地下式

(1) 利點: 深さを適當にすれば掘鑿土を覆土に用ひて過不足なしに出来ること。階段, 斜路共に適當の長さに

止め得ること。構築に要する地積は地上式程には要しない。家庭用、公園等には花壇、築山等に用ひ得ること。叙上の2つよりは概して工費低廉であること。

(2) 缺點；地積を潰すことは地上式と殆んど同程度であるが、地上式の様に他日に用途なく、地上式の様に之を基礎としてその上部に構造物を築造出来ない。又排水施設を要する。

5. 隧道式

(1) 利點；地面の利用價值を100%ならしめ得て、地上の建造物に無關係に坑道を掘進せしめ得ること。建設の中途に於ても擴張、計畫變更容易で横坑を掘鑿して解決し得ること。深さ充分ならば防護完璧で、重量爆彈に對して防護し得るものは、中級爆彈に抵抗し得る他種のものより低廉なること。建設中途でも充分役立つこと。山腹に建設したものは特に好都合である(圖-1、圖-2 参照)。

圖-1. 山腹に於ける隧道式防護施設例(1)

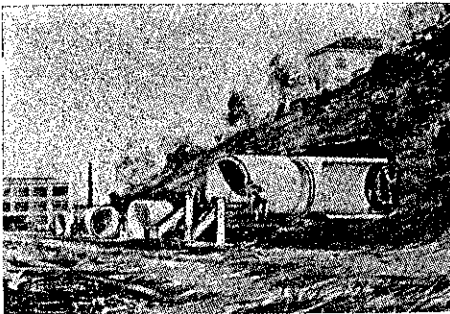
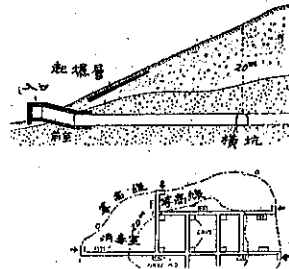


圖-2. 山腹に於ける隧道の防護施設の例(2)
(F A 醫療室)



(2) 缺點；階段、斜路が長大となる傾向が多い爲收容に時間を要すること。水脈に突當れば工費大となり場合によつては大なる費用を投じなければ工事の繼續を困難ならしめること。

6. 既設強大建物を側壁に利用するもの

依存建物が充分の強度を有する時は、比較的少費用で之と同程度の耐力を有せしめ得るが、その建物が崩壊した場合には被害は大である。従つてその崩壊荷重に對する防護と共に埋没の際の非常口の考慮を要する。

7. 既設建物内に設けるもの

外部に地積無く止むを得ない場合、又は工場等で附近に適當なる避難地無く空襲時避難に要する時間をなるべく僅少にせんとする時は建物内に設けることがある。而してその場合の注意事項は前項に準ずる。

8. 地下室を利用するもの

建物の地下室を利用することは、之が適當に補強されれば收容時間、強度等より考へて最も良好なものと云へやう。但し建物が爆撃目標になり易い場合は充分の補強を要する。而して大建築物ならば少くとも輕量爆彈の直撃を考慮すべきである。

9. 構築材料に就て

(1) 鋼鐵製ものは組立容易且つ壁厚が薄くても防護充分であるが、戦時は資材入手難の憾みがある。

(2) 木材は比較的豊富で細工も容易であるが、單獨では強度不充分且つ相當長期間に亙る時は濕氣に對して好まからず、後日の用途は殆んど無いと云つてよい。

(3) 場所打コンクリート又は鐵筋コンクリートならば鋼鐵に次いで強度を與へ得るが、永久構造物に使用の豫

定ある以外は後日の除去に困難であり、又戦時は鐵筋は用ひられない。

(4) 最も上の條件に適ふものは Scrap Value のあるもので、この爲には煉瓦、コンクリート塊又は中空コンクリート塊であらう。而して、天井材料としてはコンクリート塊以外に適當なものは見當らない。

(5) 土砂、砂利、碎石及び礫の類も適當な枠に入れて充分搗固めたものは單價も安く、入手容易のことが多いが、特にこれらの枠が腐朽せずそれ自體相當の強度あるものならば好都合である。前項の諸材料と組合せて用ひれば完璧と云へやう。

4. 防護施設々計標準

1. 一般論

普通の防護施設には直撃弾は採らないが、特に重要構造物で之を考慮する場合には、爆彈重量が2倍になつてもコンクリートの厚は25%増加せしめればよいと云はれる。

而して大體の標準としては、100 kg 爆彈に對しては、その裝備種類によつて配合 1:2:4 の良質コンクリート 1.10~1.80 m あれば直撃によりコンクリートは破損しても、内部收容者に對しては安全であると稱せられてゐる。

然し乍ら側壁厚を十分にすれば、爆彈が防護室の外方に落下する公算は、天井に命中する公算の 16/9 と云はれてゐるから材料の節約等から考へても直撃に對しては、輕量で一度に多數落下する可能性あるものを考へた方が有利であらう。

表-1. 氣密室の場合 1 人當り最小床面積及び空積 (收容 1 時間)

國名	床面積 (m ²)	空積 (m ³)	備考
英國	0.56	1.4	1 人當り腰掛長 0.33 m
獨逸	0.7~0.8	3.0	1 人當り腰掛奥行 0.45 m
日本	—	0.65	{ 1 人當り敷地面積 1.5 m ² , 腰掛奥行 0.30 m, 高 0.36 m, 長 0.45~0.50 m

表-2. 自然又は人工換氣を行ふ場合 1 人當り最小床面積及び空積

國名	床面積 (m ²)	空積 (m ³)	通氣量 (毎分立)	備考
英國	0.35~0.56	1.4	—	{ 人體の體温による自然換氣は 1 人 1 時間 4.2 m ³
獨逸	0.6	1.0	24	
伊國	0.5~1.0	2.0	30	

表-3. 防空壕内法寸法 (m)

國名	高さ	幅	人當り長さ	備考
英國	1.93	1.0	0.33	兩側席 防護室、前室 1ヶ當り最小床面積 5 m ² 20 名以下の時は 3 m ² となし得る 4 列 席
獨逸	1.80~2.50	1.50	0.60	
伊國	2.50	3.0~4.0	—	
日本	1.40	{ 0.70 1.00	0.45	小型 { 片側席 大型 { 兩側席 防護室 { 兩側席
	1.50		0.45	
	1.50		0.45	
	1.60		0.45	

表-4. 防護室 1 ケ當り最大收容人員 (人)

國名	防護室型式			備考
	小型	中型	大型	
英國	12 以下	20~50	50 以下に仕切る	1200 收容のものあり 既存建物を利用して 600 收容のものあり
獨逸	12 以下	25~50	50 以下に仕切る	
伊國	—	25	50 以下に仕切る	
日本	5 以下	20		

2. 床面積及び空積

所要床面積及び空積は構築すべき防護室が氣密室なるか、自然又は人工換氣の設備あるかによつて異なる。而して大體の收容室の大きさの標準として示されてゐるものは表-1~4 の通りである。

3. 防空壕の間隔

防護施設特に防空壕は數多近接して構築する際は、その中間或ひはその内 1 ケに爆彈が命中しても隣接防空壕に損害を及ぼさぬことを必要とする。而して之が爲には側壁厚又はその横抵抗強度が問題になることは云ふ迄もないが、次項の強度を與へた場合、防空壕相互の純間隔は、英國に於ては最小 7.60 m 要すれば 12~15 m とし、更に既設建物に近接してゐる時はその崩壊による被害を避ける爲、最小建物の高さの 1/2 又は 7.60 m 要すれば 12~15 m 離すこととしてゐる。我が國に於ては、大型防空壕 (收容人員 20 名程度) にあつては 10 m、小型防空壕 (收容人員 5 名程度) に於ては 5 m 以上とされてゐる。

更に既存建物の側壁を利用するものにあつては、建物内の防護室に準じて補強すべきである。尙危險物貯藏庫ガスタンク、石油タンク或ひは其他燃焼物等の附近は極力避くべきは言を俟たない。

4. 側壁及び天井厚

爆風及び彈片に對し防護の側壁厚として推奨されてゐるものは表-5 の通りである。

表-5. 爆風及び彈片に對する防護側壁厚 (cm)

防護材料	獨逸	英國	瑞西	日本
鋼 鐵	1.5~2.0	3.5	1.5~2.0	2.5
煉 瓦	38	{ 41 47 ¹⁾	38	42
コンクリート	20	{ 38 ²⁾ 30 ³⁾	20	30
鐵筋コンクリート	15	30	15	20
特に鐵筋量の多い鐵筋コンクリート	—	25 ⁴⁾	13 ⁵⁾	—
木板の間、又は囊詰の砂利又は礫	30	—	30	45
土 砂	25	{ 60 25 ⁶⁾	40	50
土 砂	50~75	最小 76	50~75	75
書 籍 類	—	—	—	50
布 團	—	—	—	100
壘	—	—	—	100

表中 1)=中空煉瓦積、2)=配合 1:6、3)=強コンクリートと稱し配合 1:1.9:3.8、水量 35~40%、スランプ 10 cm 以下、4)=壁兩側に 6 mm 徑の鐵筋を 30 cm 間隔に入れたもの、5)=10 mm 徑の鐵筋を 2 方向網目 15 cm に入れ兩側交叉點を互ひに連結したもの、6)=鋼板間に粗い砂利を詰めたもの (鋼板厚前面 6 mm、背面 12 mm)

但し英國のものは 500 封度 (227 kg) 爆弾が 15 m の地點に落下爆発した際にも安全なりとして内務省の發表したもの、瑞西のものは“Technische Richtlinien” A. A. O. によるもの、獨逸のものは暫定的取締規則によるもの、日本のものは警視廳の發表によるものである。

而して英國では表-6 の設計荷重をも示してゐる。

表-6. 天井及び側壁に對する設計荷重及び壁厚

種類	設計荷重 (lb/ft ²) (kg/m ²)		防 護 壁 厚 (cm)				
			普通コンクリート	強コンクリート	鐵筋コンクリート	煉瓦	砂囊
天 井	400	1960	—	88	11.5	—	—
側壁上部	200	980	38	30.5	30.5	34.3	76
側壁下部	400	1960	—	88	—	—	—

この場合側壁に對しては前述の通り 500 封度 (227 kg) 爆弾が 15 m の地點に於て爆裂しても安全なりとし、天井には 2.25 封度 (1 kg) の機夷彈の直撃に耐へるとしてゐる。

更に 25 封度 (11.3 kg) の爆彈の直撃にも安全な鐵筋コンクリートの厚さは 55.4 cm、600 封度 (272 kg) 爆彈が 3 m の地點に落下爆発した時にも安全を期するが爲には、90~120 cm の鐵筋コンクリートの外壁を要することとなる。

又煉瓦造及び鐵筋コンクリート造側壁の耐力比較は表-7 に示す通りである。

表-7. 煉瓦造及び鐵筋コンクリート造側壁に對する總彈の爆發中心よりの危險範圍

爆 彈 種 類 (lb) (kg)	危 險 範 圍 (m)	
	煉瓦壁 (厚 34 cm)	鐵筋コンクリート壁 (厚 30 cm)
50 23	15	6
600 272	58	15

土中に於てはこの危險範圍は 1/6 程度に減少し表-8 の通りである。

表-8. 土中の鐵筋コンクリート壁に對する危險範圍 (m) (壁の柱間隔 2.50 m)

爆 彈 種 類 (lb) (kg)	壁 厚 (cm)			
	10	15	20	30
50 23	2.70	1.50	1.20	0.90
600 272	11.00	6.10	4.90	3.70

一般に輕裝の防護室を土中に埋めるよりは種々の材料を組合はした地上式の方が有利とされてゐるが、その理由とする處は次の通りである。

(1) 近接地點に着弾した場合には土中の防護室は埋没され、收容者は殆んど救助困難の状態となる可能性大である。

(2) 爆彈が地中深く侵徹して爆発した場合、強壓の瓦斯を一時に放出するから、土中埋設物に對する破壊力は

餘程増加される。

而して防護施設用組合せ材料としては、次の如きものが挙げられてゐる。

鉄筋コンクリート 30 cm 厚と同等強度を有する壁としては、鉄筋コンクリートを 15 cm 厚とし、之に 38 cm 厚に覆土したもの、生子鐵板や鋼板をコンクリートで捲立てたもの、或ひはコンクリート管や床板製の防護室を覆土すること等である。

5. 側壁の施工

前節 1 及び 9 に於て述べた處によつて各種材料を用ひる側壁の施工方法、種類等は次の通りである。

(1) 土砂積

麻袋、空俵、木箱等に土砂又は砂利の類を詰め、之を積重ねたもので、厚さ 70 cm 以上あれば大體防護の目的を達し得る。且つ費用も少いと考へられる。英國に於て適當とされてゐるものは、底幅 1.20 m、上幅 0.70 m、高さ 2.40 m で砂嚢は 4 角にし、積方は English Bond とする (圖-3 参照)。而して英軍の標準砂嚢は麻織製、大きさ 50×25×13 cm、容積 0.015 m³、重量 24 kg で、口は特に閉ぢず折り返へしておく。高さ 2.45 m として長 1 m 當り 130~160 個となる。之に要する勞力は詰方 3 名、運搬積方 2 名、その外高さ又は運搬距離の増加によつては尙若干名を要するが、この程度の人數で 1 時間に 60 ケ積むと云ふ。又特に袋詰機械があるが之によれば 4 名で操作し 1 時間の能力 230 個である。

然し乍ら麻袋、空俵は耐久性無く英京ロンドン の例によれば、氣候湿度の關係もあらうが 2 ケ月間風雨に曝されて崩壊したと云ふ。木箱は比較的豊富に得られ、前者よりは耐久性もあり、クレオソート等の防腐劑を塗布すれば持久期間を延長し得、更に形状は規則的で體裁もよい。

(2) 煉瓦積

Header and Stretcher 積みとし、煉瓦を豊富に得られる地方では長手 3~4 枚積みとすれば空積でも相當の結果を得られる。練積ならば確實であり、長手 2 枚積程度でよいが、この場合には後日の撤去に便するため目地モルタルは 1:5 の登配合のものを推奨してゐる。

(3) 石 積

石垣と同様で切石ならば煉瓦の場合に準じ、玉石ならば練積にしなければならない。石材豊富な地方には適當であらう。厚さは石の強度により多少増減すべきである。

(4) コンクリート塊積

永久構造のつもりならば場所打コンクリートがよいけれども、特に型枠其他餘分の材料を多く要し一般向としては専門家の手を煩はす必要ある場合が多く、更に出来上りの強度にも不同の甚しい危険がある。のみならず移轉又は後日の撤去、他への利用は殆んど不可能と

圖-3. 砂嚢積防護壁の一例

砂嚢 1 ケ 50×25×13 cm、容積 0.015 m³、高さ 2.45 m、1 m 當り 130~160

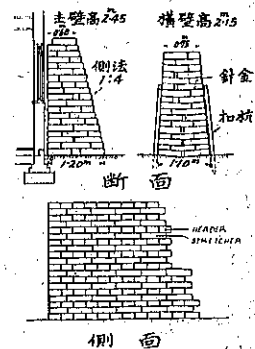
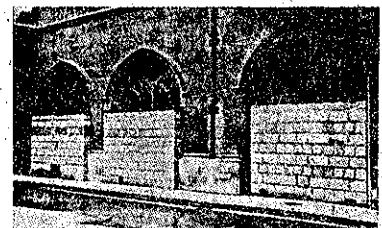


圖-4. 中空コンクリート塊を用ひたる建物防護の一例



云つてよく、状況が變化すれば處置に困窮することになるだらう。豫め運搬取扱ひの便を考へ適當な大きさのコンクリート塊を打つておき、之を煉瓦又は切石と同様に積上げるのである。製作者及び製作場を一定にすれば強度も一定し得、施工も特に技術を要すること少く、移轉、撤去にも便であるが、然し乍ら相當小型にしても重量大で取扱困難の憾みがある。

(5) 中空コンクリート塊積 (圖-4 参照)

コンクリート塊の内部を空洞にしたもので、据ゑてから内部に土砂を詰め、順次積み重ねる。その 1 枚の塊の大きさは、取扱ひに制限され大體次の 2 種類が考へられる。

(イ) 25×25×25 cm 壁厚 4 cm 程度重量約 20 kg

(ロ) 45×25×25 cm 壁厚 4 cm 程度重量約 35 kg

上下積重ね面の連絡は塊の上面及び下面に 夫々溝及び突起を豫め作つておき、之を噛み合はせるか、或は配合 1:5 程度の貧配合モルタルで目地を仕上げることにする。又 (ロ) の場合には長手方向の中央に仕切り壁をつければ尙丈夫になる。砂袋等よりは體裁よく整然として居り、耐久性は比較にならない。

(6) 特殊溝形コンクリート塊積 (筆者私案)

これは筆者が私案として抱いてゐるものであるが、普通家庭の臺所、洗し元等のコンクリート製の樋をそのまま用ひるものである。市販のもの寸法は通常次の 2~3 種類である。

(イ) 長 90×幅 20×深 16.5 cm 壁厚 3.5 cm 重量約 32 kg

(ロ) 長 90×幅 16.×深 16.5 cm 壁厚 3.5 cm 重量約 28 kg

(ハ) 長 60×幅 16.5×深 16.5 cm 壁厚 3.0 cm 重量約 16 kg

材料施工を吟味すれば、相當の強度あるものを得られるし、2 枚並べとし溝の内部に土砂を填充すれば大體前述の諸條件を満足するものと考へられる。而して (ハ) ならば 1 本 1.20 圓位で得られるから側壁面積 1 m² 當り 24 圓位である。之を防護員又は警備員の詰所或ひは監視所に用ひる時は便利である。防護員、監視員等は瓦斯マスクを携行してゐるから、詰所としても氣密とする必要はなからうし、防護員等の活動の爲にも出入口の扉は無い方がよく、爆風、彈片に對しては出入口なるべく近接して側壁と同程度に衝立風に充分長く壁を設ければよい。而して半地下式とすれば掘鑿土量と塊の詰土とを平均させることも出来、又コンクリート塊をも節約し得る。而して天井には少く、大型のものをコの字形に並べれば小型焼夷彈程度の直撃には耐へられる。木造の防空壕でも 20 人收容地下式で材料を選べば、材料費のみでも 300~400 圓で、然もどうしても大工を必要とし、勞力費を加算すれば 500 圓を突破する。且又如何に材料を節約しても捨切りが相當量に上り、更に地上式に不適當なことは云ふ迄もない。之に比して筆者提案のものは、前節 I に述べた諸條件を具備して居り、特に地上式として用ひ得る處に特徴がある。只費用は高くなるが、木造のものは一度土中に埋めたならば、之を復活再用する途のないのに比し、平時に於て充分活用し悪疫流行の根源を除き衛生施設向上に役立たせ得る。而して道路側溝用の大寸法のものを充てれば、多少の破損はあつても戦後本來の目的の爲に使用出来るのである。

6. 爆彈の直撃に耐へる天井厚

普通小規模の防護室に對しては直撃を考慮しないが、大規模の防護室或ひは構造物には之を考慮する必要があることがある。

而して直撃作用は全く未知の世界と云つてよく、従つてその防護も必ずしも適確とは云ひ得ないかも知れないが、現在歐洲諸國で行はれてゐるものを挙げれば次の通りである。

(1) 軽量爆弾 (12.7 kg 程度)

(イ) 覆土 4.50 m 下の普通の地下室

(ロ) 特に鉄筋量を多くした鉄筋コンクリート 45 cm 厚

(ハ) 普通の鉄筋コンクリート 56 cm 厚

コンクリートの品質は細粗骨材を吟味することは勿論であり、粗骨材の径も 1.5~6.5 cm 位とするが、配合は 1:2:3~1:2.5:4 程度とし、水セメント比は 35~50% としてゐる。而して施工は厚 15 cm 位毎によく搗き、鉄筋のまはりには特に注意して打つのである。

(2) 中級及び重量爆弾

(イ) 鉄筋コンクリート 60 cm 厚に覆土 20 cm 厚

(ロ) 鉄筋コンクリート 150 cm 厚に覆土 13 cm 厚

(ハ) 鉄筋コンクリート 60 cm 厚 2 枚の間に土 3 m 厚

(ニ) 鉄筋コンクリート 60 cm 厚に礫 1 m, 更に土若干

(ホ) 鉄筋コンクリート 60 cm 厚に空隙 76 m

(ヘ) 鉄筋コンクリート 200 cm 厚

上の内 2 枚の鉄筋コンクリート版間に空隙又は土、礫等を置くものは第 1 層を貫通しこの中で爆裂した場合には、この気密室内の爆発圧により收容者に反へつて悪影響を及ぼすとも云はれてゐる。

7. 出入口及び非常口

英國では出入口は收容豫定人員が警報發令後 7 分間で全員を收容し得る様その位置及び大きさを考慮すべしとされ、同國の小學校中には 3 分間以内に收容する様訓練してゐる所もある。

而してその幅は 76 cm 以上とし、收容人員 12 名以上の場合には非常口を要し、非常口が他の防護室又は建物等の入口を兼ねてゐれば、幅 84 cm, 高 1.10 m 以上あることを要する。

出入口、非常口の扉は外開きとし地上式防護室ならば側壁と同程度の横抵抗強度を有せしめるか或ひは同程度の戸又は壁で防護すること。気密を要しない、例へば防空係員の監視用等の爲にはこの防護壁を充分長からしめれば、扉は省略しても差支へないと思はれる。而して出入口と非常口とはなるべく充分な相互の距離を保たしめ、建物の崩壊の影響土砂等による埋没等を避けしめることが特に重要である。

扉は直接爆風、弾片等に曝露されぬ場所ならば木製でもよいが、この場合にはその外側にアスベストセメント又は其他適當な耐火材で被覆すべきである。防護室が地下式又は半地下式の場合には出入口を斜面にするか、階段にすべきであるが、斜面の場合には 1/8 以下、出来れば 1/20 程度の勾配に選べば、收容には比較的時間を要しない利益があるが、地積を多く要する外、地面の濕つた時或ひは冬季凍結した場合には收容者の混雜することを考へれば危険が多い。

この様な危険が無く、確實に入出せしめ且つ地積を少くする爲には階段がよい。

階段の寸法は蹴上げ、蹴込み夫々 20 cm とするもの及び 30 cm 位が適當であらう。而して非常口は今少しく急でも差支へなく、場合によつては垂直の梯子を用ひることもある。

又気密室とする際は、出入口、非常口は窓と共に充分の防護を要する。而して收容に餘り混雜を來さない程度に屈曲せしめる方がよい。又これらの勾配は地積が制限されてゐる場合には防護室の深さを限定する。

8. 採光

採光の爲、天井に角硝子等を取付けた照明窓を設備することもあるが、之は 30~60 cm 厚に覆土した場合には用ひられない。換氣を兼ねて薄厚鐵管、コンクリート管、焼土管等も用ひられるが、この場合雨水の浸入を防ぐ爲、彈片に抵抗出来る様な特殊な厚硝子を入手し得れば好都合である。

又好天氣の際、内部を乾燥させる爲以外、平時はなるべく覆ひを掛けて雨水を避けるべきである。而して出入口非常口の近く、及び如何なる場合にも外部に面した側壁に窓を設けることは好ましくない。

9. 換氣及び給氣

換氣装置の有無及びその能力は防護室の容量に直接関係があり、設計上重要なものである。小規模の防護室では特に換氣装置を設備する必要はなく、收容人員の體温によつてのみでも相當の効果があると云ふ。

直撃彈に耐へしめ、且又毒瓦斯に對して氣密にする場合は特に淨化装置を要する。而してこの種氣密收容室設計上の主要問題は新鮮な空氣の供給であつて、之には大體次の 3 方法がある。

(1) 氣密室

防護室の氣密を完全にすれば給氣量は室の容積に限定されるから、濕氣が過多となり次第に空氣が混濁して呼吸困難になる。この方法は氣密が完全ならば毒瓦斯は室内に入らず、又強度充分ならば爆風、彈片に對して安全なるのみならず、維持費極めて低廉であるが、他の型式に比して大容積を要する(第 5 章第 2 節表-1, 2 参照)。而して收容人員が餘りに多過ぎれば有効時間の経過を待たずに危険となる。故に小規模の家庭用防護室以外には用ひない方がよい。

(2) 換氣筒を上方迄伸ばすもの(圖-5 参照)

毒瓦斯は一般に空氣よりも比重が大であるから地面を匍ひ、普通の氣象状態では相當速かに空中に彌散する。故に氣密室に於て吸込、吐出 2 本の換氣筒を地上 9 m 位迄上方に突出してあれば、多くの場合毒瓦斯の襲來を受けても、防護室内の空氣は清淨に保たれると云ふ。この方法は比較的低廉且つ容易であるが、上空に彌散した毒瓦斯がこの筒を通つて防護室内に入り込む危険なしとしない。従つてかゝる場合、内部から之を氣密にする準備を要する。この場合勿論防護室内に Ventilator を設備した方がよい。

圖-5. 換氣筒を 9 m 上方迄伸ばした防護室の一例圖

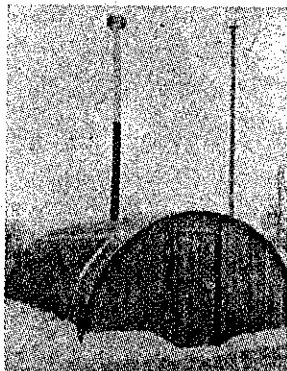
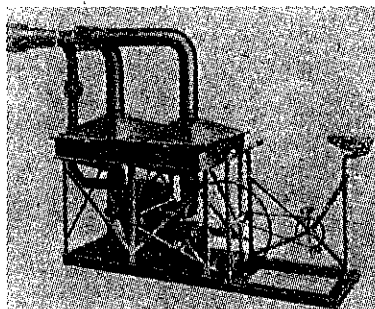


圖-6. ベタル起動空氣淨化機(能力 50 人用)



(3) 空氣淨化及び調節装置を有するもの

機械的吸入扇装置で空氣を吸入し、共に吸引した毒煙、小塵芥等を液狀又は氣體にして濾過する。その装置の操作は手動、ベタル式(圖-6 参照)又は電動、汽動等がある。これによつて内部の空氣は無限に保持され、更に外氣壓によつて隙間又は淨化装置等から室内に侵入することを防止し得る。この式は大きな公供用や中型程度の防護室に用ひられる。

空氣淨化装置を有する防護室の床面積は 100 名當り、57.5 m² なるに反し、密閉式のものでは 232 m² を要すると云ふ。

10. 防水

地下式は同量の材料に對して強度最も大であるが、浸水に對しては最も不利である。半地下式にあつても地下水位の高い場合之に對して充分の考慮を拂ふべきである。防水の爲には良質のコンクリートを打つことが必須條件であるが、尙側壁基部に波形鋼板等を埋込めば最も安全である。

水溜をコンクリート製として設備すればよいが、水密にすること困難な憾みがある。又、出入口より入る雨水に對しては排水ポンプを必要とすることがある。普通浸水部は水溜の個所、又は床と側壁との間の施工繼目にあると見られてゐる。

11. 防毒及び衛生施設其他

(1) 防毒

一般に建築物を完全氣密にすることは極めて困難であつて、高級建築材料と見做されてゐる煉瓦、石、コンクリート、或ひは漆喰等も長時間には多少共毒瓦斯を透通する。

従つて完全防毒を期待するならば側壁内面に特殊の防毒氣密塗料を塗工すべきであらう。然し乍ら、最も氣密を阻害するものは窓、扉等の開口部及び既存建物では特に床、床下の通氣孔其他の空隙裂罅である。窓硝子等は厚いセロファンを張つても、爆風、彈片には耐へられず、外部を壁で防護し、パテ等で隙間を塞ぐことが必要であり、扉には特殊の工法を採用し、通氣孔等は全部閉塞すべきであらう。

然し長期に亙る時は通氣の悪い爲、建物の腐蝕を早めることは否めない。

(2) 衛生施設

手洗所等の衛生施設を要する程長時間の空襲を受ける可能性が多いかどうかは別として、之を設ける時は出来るだけ場所を取らないことが必要で、英國でも Chemical Closet が多い様である。薬劑としては使用簡單で排泄物を分解して無害にするもの、臭氣止等を用ひてゐる。

(3) 其他の施設

其他防護室に必要な施設としては收容期間によつて考へ方が違つて來る。長期間の收容には殆んど普通家庭の日用品が必要となるが、小規模短時間の收容のものでも、座席、土砂に埋つた場合之を除去する鍬ショベル等の道具、簡単な醫藥、醫療材料器具等は必要であらう。而して大規模長期間收容の公供用のものならば、此の外照明裝置、ラジオセット、手洗所、擔架、消火器、簡単な娛樂具等更に場合によつては電話、空氣淨化裝置、食料貯藏庫、食事、就寢用の諸設備の必要があるかも知れない。

この内、照明裝置は出来るだけ普通電燈線と切り離しても差支ない様蓄電池、小型石油發動機による發電機等のものも考へられ、特に病院、其他重要建物で空襲時その機能を停止すべからざる所では電燈線が切斷されたならば、自動的に作働する發電機又は蓄電池等を設備すべきであらう。

又側壁に夜光塗料を塗工するのも一策であり、この場合は床から 1 m 位の高さ迄塗る。出入口を示す標識も極めて小さな燈火によるか、或ひは夜光塗料を用ひる方がよい。

前室には毒瓦斯に汚染された外衣を消毒する特殊施設及び醫療施設も亦必要のことがあらう。

12. 既設建物内の防護室

既設建物内に防護室を設ける時は、考へる爆彈の大きさ及びその建物の階級によりその危険率は異なるが、直撃を考慮に入れない場合は、なるべく建物の中央部、地下室が適當で、飾窓、出入口等大きな開口部ある時は特に内部を選び、厚い壁の部屋又は適當な壁體で防護された廊下等に造るべきである。

而してこの種防護室の周壁は、煉瓦造ならば厚 35 cm、鐵筋コンクリート造ならば厚 30 cm 以下ならざること

が望まれてゐる。之と共に 既往の壁を厚くすること及び出入口窓等の開口部の保護が必要である。之に関しては後述 14 を参照ありたい。

この場合天井は建物が 1 階ならば標準の厚さでよいが多層階の建物ならば、この建物上部の崩壊荷重を見込んで厚くするか補強すべきである(次項参照)。

13. 地下室利用の防護室

煉瓦造又は鉄筋コンクリート造の永久的建物に於て、その地下室を防護室に利用せんとすることは相當に多いが、5~6 階以上の高層建物にあつても、大型重裝爆彈の直撃に耐へしめんとすることは困難と見られるが、中型爆彈に對しては或る程度損害を減じ得られる。この時は爆彈の爆裂によるものは考へないとしても、建物の上層部が破壊崩落して地下室の天井に激突する力を考慮する必要があると共に、建物上層部の火災に對する防護方法を構ずるの要がある。

(1) 崩壊荷重に對する設計

普通床版の設計荷重の外に見込むべき附加荷重は英國及び獨逸に於て多少異り表-9 の通りである。

而して上層階に金庫其他特殊の重量物の存在する時は別に之を考慮するのである。

表-9. 地下室利用防護室天井設計の崩壊荷重

建物の種類	崩壊荷重 (kg/m ²)	
	英國	獨逸
地下室上 2 階建の煉瓦造又は石造或は多層階の鉄骨又は鉄筋コンクリート造	980	1500
同上 3~4 階建煉瓦造又は石造	1470	2000 ¹⁾
同上 4 階建以上の煉瓦造又は石造	1960	2500 ²⁾

表中 1)=4 階迄の中位の建物, 2) 6 階迄の高い建物

又建物の屋根が非常に軽い場合、例へば硝子張りの天井を具へた工場内に防護室を構築せんとする時、その地下防護室の天井は英國では次の通りとしてゐる。

表-10. 地下室利用防護室天井の設計

設計荷重 (lb/ft ²)	(kg/m ²)	徑間長 1.80 m		徑間長 2.40 m		徑間長 3.00 m		徑間長 3.65 m		徑間長 4.90 m		徑間長 6.00 m	
		版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)	版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)	版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)	版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)	版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)	版厚 (cm)	鐵筋徑 (mm)
250	1220	12.7	13	15.3	16	17.8	16	22.9	19	30.5	22	38.1	25
280	1370	12.7	13	17.8	16	18.3	16	22.9	19	30.5	22	38.1	25
300	1470	12.7	13	17.8	16	18.3	16	22.9	19	33.0	22	40.6	25
350	1710	15.3	13	17.8	16	22.9	19	25.4	19	33.0	22	43.2	25
380	1890	15.3	13	17.8	16	22.9	19	25.4	19	35.6	22	43.2	25
400	1950	15.3	13	17.8	16	22.9	19	25.4	19	35.6	22	45.7	25
450	2200	15.3	13	20.4	16	22.9	19	27.9	19	35.6	25	45.7	25
480	2340	15.3	16	20.4	16	25.4	19	27.9	19	38.1	25	48.3	25
500	2440	15.3	16	20.4	16	25.4	19	27.9	22	38.1	25	48.3	28.6
550	2690	15.3	16	20.4	16	25.4	19	30.5	22	40.6	25	50.8	28.6
600	2930	17.8	16	22.9	19	25.4	19	30.5	22	40.6	25	50.8	28.6

- (イ) 配合 1:1.5:3 のコンクリート厚 15 cm 以上
- (ロ) 配合 1:1.7:4.2 のコンクリート厚 10 cm 以上
- (ハ) 煉瓦又は石造拱形で適宜な持送りをつけて、拱の基部を側方から支持したもの 厚 20 cm 以上
- (ニ) 袋入の土砂、砂利、碎石又は之等の材料を組合せた場合 厚 46 cm 以上

今英國に於て發表された崩壊荷重、床版の自重及び通常の動荷重を含んだ設計荷重に對し、徑間を 1.80~6.00 m とした 6 種の場合に就き、許容張應力 1265 kg/cm^2 の鐵筋を底面より 2.5 cm の被覆を與へ、縱横 2 方面に 15 cm 間隔とし、コンクリートは配合 1:2.5:4 その最大許容壓應力 53 kg/cm^2 とし、 $n=15$ 、彎曲率は單純梁として版厚、鐵筋徑を算出したものは表-10 に示す通りである。

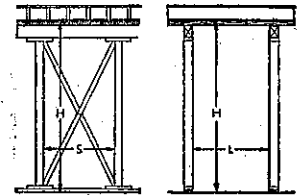
(2) 崩壊荷重に對する天井の補強

地下室利用防護室天井の上層建物の崩壊荷重に對する補強には、(イ) 同一材料により床版厚を増加すること、(ロ) 同上柱の斷面を増加すること、(ハ) 異種の材料により床版厚、柱の數を増加すること等が考へられるが、(ハ) の方法が最も手軽で應急處置としては適當である。而して補強材料としては木材が用ひられる。英國に於て寸法 $23 \times 7.6 \text{ cm}$ の板材を天井版の下面に隙間なく敷並べる時板及び桁の許容彎曲纖維應力を $f=56$ 及び 84 kg/cm^2 の 2 種とした場合、桁の純徑間寸法並に之を支承する柱の寸法等に就て發表されたもの一例は表-11 に示す。

圖-7. 地下室天井補強例 (1)



圖-8. 地下室天井補強支補材 (表-11 参照)



尙この場合柱はその間を $7.6 \times 5.0 \text{ cm}$ の筋違で補強し、柱の基部には $15 \times 5 \text{ cm}$ の底板を敷き、その下に樫、榎、樺、楓等の堅木の $30 \times 46 \times 5 \text{ cm}$ の枕木を並べ、これより床版に荷重を分布せしめるのである (圖-7, 8 参照)。

表-11. 地下室天井補強用木材の寸法 (圖-8 参照)

崩壊荷重 (kg/m^2)	板の純徑 間(L) (m)		桁の純徑 間(S) (m)	柱 の 寸 法 (cm)									
	桁寸法 (cm)			高 $H=2.30 \text{ m}$		高 $H=2.60 \text{ m}$		高 $H=2.90 \text{ m}$		高 $H=3.20 \text{ m}$			
	$f(\text{kg/cm}^2)$			$f(\text{kg/cm}^2)$		$f(\text{kg/cm}^2)$		$f(\text{kg/cm}^2)$		$f(\text{kg/cm}^2)$			
	56	84		56	84	56	84	56	84	56	84		
980	2.11	2.59	15×15	1.10	1.20	15×7.6	15×7.6	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10
			15×23	1.60	1.80	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10
1470	1.73	2.11	15×15	1.00	1.10	15×7.6	15×7.6	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10
			15×23	1.50	1.60	15×10	15×10	15×10	15×10	15×13	15×10	15×13	15×10
1950	1.50	1.83	15×15	0.90	1.00	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10	15×10
			15×23	1.35	1.50	15×10	15×10	15×10	15×10	15×13	15×10	15×13	15×13

尙この外床版の下に波形鋼板を置き、之を I 形鋼桁で支へるものがある (圖-9 参照)。更に小型地下室の補強として考へられるものは次の通りである。

既往の地下室の外側壁が 35~45 cm 程度、間仕切り壁厚が 23 cm 位ならば、外壁の周圍は土壤であるから大體充分と云へるが、之以下の厚ならば 23 cm 厚位迄に煉瓦又はコンクリートの壁を附加すれば安全と云へる。

又天井が木製ならば波形鋼板の類を天井に張り、新らしく附加した壁にその支点を置く鋼桁で支へる。その間隔は 45 cm 程度とし、現在の天井の木造桁と直角に置くものである。

(3) 地下防護室の耐火

上層建物内に火災が起つた際、地下防護室を救ふ爲には次の様な考慮が必要である。

(イ) 現在の地下室の天井が鉄筋コンクリート造で、充分厚く漆喰等を塗り耐火的にすること。

(ロ) 木造ならばその下に鉄筋コンクリート床版を打つか、又は厚 1.7 mm 以上の鋼板を隙間なく敷並べること。

(ハ) 現在の天井の下に厚 5 cm 以上の木材を隙間なく敷並べる程度でも相當耐火的になるとも云ふが、之が耐火木材ならば相當の効果がある。

(ニ) 現在の木造天井の下に木、鋼板又は鉄筋コンクリートの層を置き、現在の天井との間に適當な耐火材を置く。

(ニ) の目的に用ひる材料としては、砂ならば厚 7.6 cm 以上あればよいとされてゐるが、英國で特に造られてゐるものに次の様なものがある。

Durasteel Sheet; 2 枚の鋼板間に壓縮したアスベストを挟んだもので、テルミット焼夷弾の燃焼熱 3 000°C にも耐へると云ふ。標準寸法は 1.80 m × 0.76 m × 10 mm, 6.3 mm, 3.2 mm である。

Kimolo Board; アスベストと珪藻土とから作られ木と同様になつたもので、その標準寸法は 2.40 m, 2.10 m, 1.20 m × 1.20 m × 6.3 mm, 厚は 25 mm 迄製作可能と云ふ。

Noignite; 耐火漆喰で木、煉瓦、石、鋼及び硝子製品等の諸種建築材料に簡単に附着する。耐火天井、床等には 5~10 mm 位の厚さに塗工すれば充分と云ふ。

Fire Resisting Lime Wash; 英國內務省が木材に對して用ひることを推奨してゐるもので、消石灰 1 kg, 鹽 280 gr を 570 c.c. の冷水に溶かして作る。

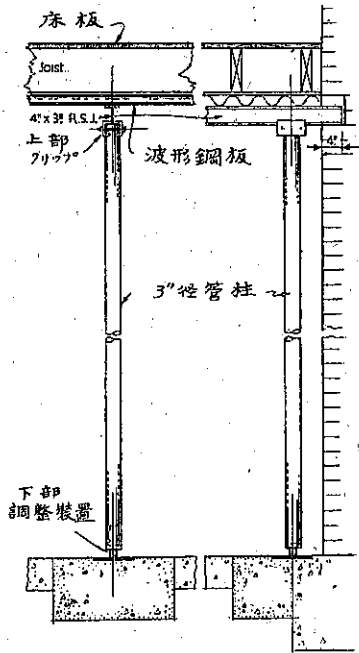
14. 既存建物の防護

普通の木造建物は直撃は勿論、爆風、弾片作用に對しても全く耐力が無いと云つてよい。茲に述べるものは、煉瓦、鐵筋又は鐵骨コンクリート造其他特に重要な永久構造の建物に對するものである。而してその方法には次の如きものが考へられる。

- (1) 特に出入口、窓等の開口部の外方に砂囊、コンクリート塊等を積んで防護壁を築造すること。
- (2) 扉、窓等の硝子に厚いセロファンを張るか、或ひは寧ろ之を取外し、シャッター、砂囊、コンクリート塊等を積み上げる。
- (3) 天井は之を支へる柱を附加して補強し、側壁は煉瓦、コンクリート等で壁厚を増加する。
- (4) 緊急時に活動すべき防護員又は收容人員の爲、建物内又は之に近接して防護室を設備する。

又鋪道上にある地下室照明用角硝子防護の爲、細長いコンクリート塊材をボルト締めにして三角形に組立てたものも考案されてゐる(圖-10 参照)。

圖-9. 地下室天井補強例(2)



之は幅 15×厚 12 cm のコンクリート塊より成り、組立てた高さ 1.10 m、底の長さ 0.75 m である。而して 660 kg の重量を 6 m の高さから同一點に 3 回落下せしめてその強度を試験してゐる（圖-10 (ロ) 参照）。

5. 防護室設計例

敘上の標準によつて設計した防護室で、文献に表はれたものゝ中代表的數例を擧げて説明する。

1. 既成コンクリート部材による渠形防空壕 (Trench Shelter) の捲立 (圖 11, 12, 13 参照)。

設計荷重; 屋蓋及び側壁下部 1 953 kg/m², 400 lb/ft²)

側壁上部 977 kg/m²(200lb/ft²)

内法寸法; 高さ 1.93 m, 幅 1.42 m, 空積長 1 m 當り 2.88 m³

圖-11. 既成コンクリート部材による捲立渠形防空壕

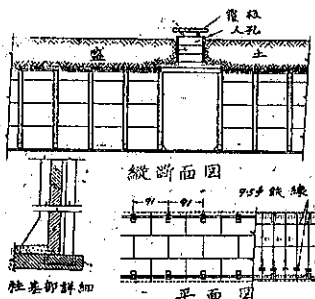


圖-12. 渠形防空壕捲立用既成コンクリート部材

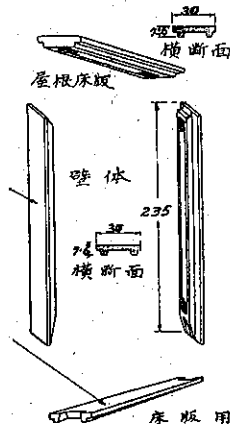
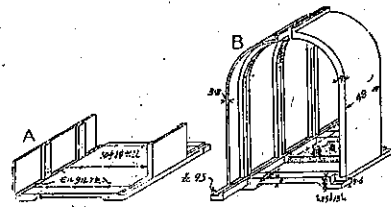


圖-13. 渠形防空壕捲立用既成コンクリート部材



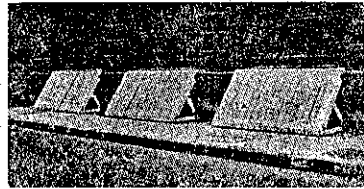
(1) 圖-11 に示すものは既成コンクリート柱断面 15×11.4 cm のものを 91 cm 間隔に立て既成コンクリート製床材及び屋蓋材を支懸材として所々 4 本の徑 16 mm の鋼鋸で締め付けるのである。柱の 15 cm 側には凹みがあり側壁用既成コンクリート板を嵌め込む様にする。而して側壁材上下の連絡は相袂りである。換気孔は標準の人孔既成品を利用し、その上端に既成コンクリート製の覆板を取付け雨水の浸入及び大型弾片等に対して防護せしめる。

(2) 圖-12 は特に柱材を用ひず幅 30 cm, 厚 7.6 cm, 高 2.35 m の既成コンクリート板で側壁を構成し、同じ構造の屋蓋及び床版材と噛み合はせる。各部材は組合せに都合のよい様に凹みが附けられてゐる。而して床は場所打としても施工される。

(3) 圖-13 は Westminster の Trench Shelter として設計し廣く採用されてゐる型である。A は床部材を隙間なく敷並べる。床部材相互の接目には各 3 ケの 50 mm 徑の排水孔があり、床部材と側壁部材との隙間には

圖-10. 鋪道地下室照明窓防護用組立式コンクリート材の一例

(イ) 照明窓防護の状況 (ロ) 荷重落下試験後の状態



モルタルを填充する。而して側壁部材は溝形をなし、両端の厚い部分は隣接部材の端部と合成して柱の用を爲さしめてゐる。

圖Bは屋蓋兼側壁、床部材及び側壁支承材の3部材より成立つてゐる。床部材は幅15cm、厚6~18.5cmで両端は厚くなり、圖に示す通り端部15cmの間は厚を7.6cmとして側壁支承材を受ける。この側壁支承材は長95cmとし1本で側壁部材2ヶを支持する。側壁部材は拱形をなして天井をも構成し、1部材の幅48cm、厚は中央部で3.8cm、両端部9cmとし、9cmの部分は隣接2ヶと組合はせて柱或ひは梁材を兼ねしめる。而してこの部材は両側2枚を突合はせとし、突縁は幅5cmで径9.5mmのボルトで締める。尙この合端はV字形の溝をなし組合せ後モルタルを填充する。組立完了後の内法の高さは2.17mで床面は炭殻の類を敷きつめる。

2. 既成コンクリート製家庭用小型防護室例(圖-14, 15)

収入1週に\$25以下の家庭用として設計されたAnderson Shelterの一種を例に挙げる。Anderson Shelterは内法寸法長1.83m幅1.20mで床及び側壁の地面以下はコンクリート造、それ以上は山形鋼材と波形亜鉛引鐵板より成り、入口を残して最小45cm厚に覆土したものである。こゝに例を取つたものは、地上又は半地下式で既成コンクリート部材の組立式で、各部材の空隙内には組立完了後土砂を填充する。而して内法寸法は幅1.20

圖-14. 既成コンクリート部材組立による地上又は半地下式小型家庭用防護室

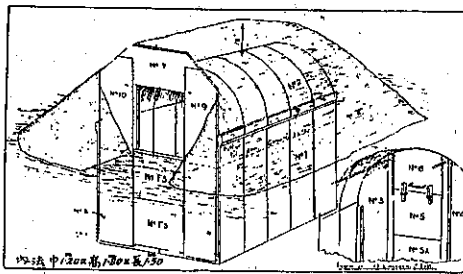
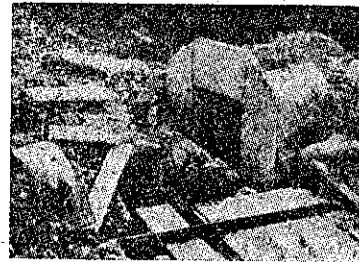


圖-15. 圖-14のものが殆んど直撃されたと同程度の場合の状況



m、高1.80m、長1.50mである。入口の防護には圖中 No. 6の部材を内側から栓で止めて側壁と同強度を與へる(圖-14参照)。又は圖-15はLondonの郊外37kmの場所に於て彈重は明らかではないが殆んど直撃を受けたと同様の模様を示すもので、覆土も附近のものも吹飛ばされた状態に於ても内部の收容人員は全く無事であつたと云ふ。

3. 鉄筋コンクリート造小型防護室(圖-16, 17参照)

Londonに於ける家庭用の小型防護室で、既存家屋に隣接又はその側壁を利用してゐるから、建物の崩壊荷重をも見込んでゐる。

(1) 圖-16は既存家屋に隣接したもので内法長6.90×幅2.82×高2.26mである。入口は螺旋階段、非常口は梯子付で共に前室がある。前室には氣密扉を具へ、空氣淨化装置、蓄電池式照明装置、衛生施設があり、電氣及び上水道は公共用のものと連絡してゐる。屋上は深1.20mの盛土をし法窓には石礫を用ひRoch garden又は花壇にしてゐる。入口は地面上にあり、既存家屋と防護室上の盛土との間を通つて之に達するものである。構造は全部鉄筋コンクリート造で外壁、床、屋蓋は厚30cm、鐵筋は径19mm、心々23cm間隔に縦横2層に入つてゐる。而して屋蓋から螺旋形階段に互つては、径12mm鐵筋が心々15cmの間隔である。

(2) 圖-17は建物の側壁に隣接して造られたもので内法は長8.81×幅3.15×高2.29mである。入口は縦方向

圖-16. 既存建物に近接して構築した鉄筋コンクリート造小型家庭用防護室

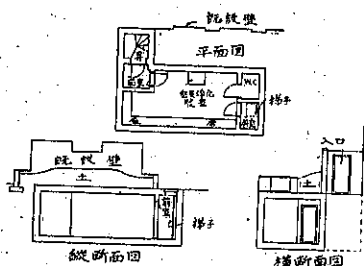
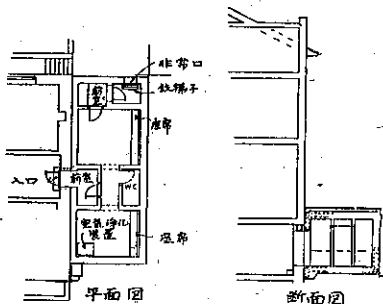


圖-17. 既存建物に隣接して構築した鉄筋コンクリート造小型家庭用防護室



の側壁の中央附近で建物内に通ずる。非常口には鉄梯子を具へ共に前室があり気密扉を有する。空気浄化装置、薬劑処理手洗所を設備し電気設備は主家から引く。地面下 1.20 m に床があり、庭園の擁壁に接した片側のみが地上に出てゐる。外壁、床版、屋蓋の各部は厚 38 cm、間仕切り壁は厚 15 cm で鉄筋は次表-12 の通りである。

表-12.

種 類		縦 方 向		横 方 向	
		徑 (mm)	間 隔 (cm)	徑 (mm)	間 隔 (cm)
床 鉄 筋	上 層	9.5	30	19	15
	下 層	16	30	19	30
屋 蓋 鉄 筋	上 層	16	30	19	30
	下 層	16	30	19	6
側 壁 鉄 筋	内 側	(垂 直 方 向)		(水 平 方 向)	
		19	15	16	30
	外 側	19	30	16	30

4. London and North Eastern Railway Co. 設計實施防護施設例 (圖-18, 19, 20 参照)

London & North Eastern Railway Co. が鐵道従業員の爲南部地區に於て實施したものは次の 3 種である。

(イ) 鐵筋コンクリート捲立の渠形防空壕, (ロ) 覆土無しの函形防護室, (ハ) 覆土した拱形防護室

右の中(イ)は柱を鐵筋コンクリート杭にした外は、I. の(1)と大同小異であるから、省略して(ロ)及び(ハ)に就て述べる。

(1) 地上式の函形防護室 (圖-18 参照)

覆土する様な地積の無い例へば軌道の間等に設置したもので、收容人員 50 名、内法長 16.78 × 幅 2.44 × 高 2.14 m である。場所詰鐵筋コンクリート造でその構造は次の表-13 に示す。

側壁垂直方向の主鐵筋はその上端を 90° に彎曲せしめて屋蓋中に埋込ましめる。屋蓋は入口及び非常口上に伸びてその覆ひとなつてゐる。コンクリートの配合は基礎、床、側壁は 1 : 2.25 : 6 で粗骨材の粒形 2.5~0.3 cm、屋蓋はセメント 100 kg に就き粗骨材 0.43 m³、細骨材はその空隙を満すに

圖-18. 軌道間の如き狭地域に構築した地上式函形防護室



充分の量としてゐる。入口は幅 0.91 m で 90° に屈曲して扉に達する。気密室とする時は 2 重にし得る構造である。非常口は幅 0.76 m で入口前面には之と 0.76 m の間隔を置いて、防護室全幅に互り屋蓋を有する牆壁を有してゐる。扉は木製で板厚 2.2 cm 隅部を平鋼で補強してゐる。

表-13.

種類	コンクリート厚 (cm)	主 鉄 筋		副 鉄 筋	
		径 (mm)	間隔 (cm)	径 (mm)	間隔 (cm)
床	(10 cm 灰上) 10	—	—	—	—
屋蓋中央部	20	16	15	12	41
屋蓋端部	15	16	15	12	41
側 壁	41	19	10.5	19	46

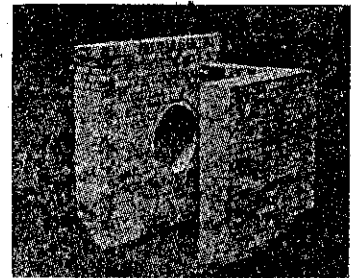
(2) 土覆拱形防護室 (圖-19, 20 参照)

充分地積のある場所に構築するもので収容人員 50 名、内法幅床面で 4.88 m、高中央部で 2.44 m、長さ 6.86 m である。構造は既成鉄筋コンクリート拱材を 1.24 m 間隔に配置し、厚 10 cm の既成鉄筋コンクリート屋蓋床版を支へる。拱材は中央で 2 等分して多角形に製作し、ハンチの個所で深 28 cm、頂點で 24 cm、頂點では兩側半分の拱材相互接觸面は半径 76 cm の突出面とし兩端に向ひ全幅 18 cm を 48 cm に増加してゐる。而してこの突縁は径 30 mm、長さ 53 cm のボルトで締め

圖-19. 土覆拱形防護室



圖-20. 土覆拱形防護室非常口



つけ蝶番或ひは串接合としてゐる。起拱部では連続基礎の塊コンクリート幅 76 × 厚 69 cm 中に埋込んだ牛頭軌條により拱材を支持せしめる。拱材の鉄筋は径 22 mm 鋼線 4 本で、径 8 mm の肋筋を 15 cm 間隔に巻く。拱材間の鉄筋コンクリート屋蓋版は径 12 mm の鋼線に網目約 12 cm 間隔に 2 cm の被覆を保持して配筋する。1 個の大きさは幅 37 cm × 長 1.21 m で拱の側面に噛み合ふ様下側に突縁を有する。隣接床版の間は組合後空隙 1.3 cm 残ることとなり之にモルタルを填充する。屋蓋の上は覆上前に Bituminous Roofing Felt で巻く。破風及び入口の壁は 34 cm 厚の煉瓦積、入口に入る通路は純径間 0.91 m の既成コンクリート屋蓋床版で覆ふ。入口の他端は非常口となり、76 cm 径の鉄筋コンクリート管を横たへて厚 31.3 cm の煉瓦積で支へる。この管の内側端には内側開きの小木製扉があり、外側端は之を支持する煉瓦積が 90° に屈曲し、幅 0.91 m の非常口通路及びその防護牆壁をなしてゐる (圖-20 参照)。

5. 無筋コンクリート造小型防護室 (圖-21 参照)

側壁は場所詰、屋蓋は既成コンクリート塊材で構成され無筋である。英國の無筋コンクリートの標準 (表-5, 6 参照) に準據した設計で側壁厚 38 cm、屋蓋厚 15 cm とし、収容人員は 12 人以下、内法幅 1.07 m、床面積 1 人當り 0.35 m² であるから長さば 33 cm となる。圖-21 は長さは収容人員に応じて適當に定められる。入口は幅 46 cm で特に扉を設けず、側壁と或る間隔を置いて側壁と同強度の牆壁を設けてゐる。この間隔を 0.38 m とす

圖-21 (イ) 無筋コンクリート造小型防護室
上部背面, 前面圖

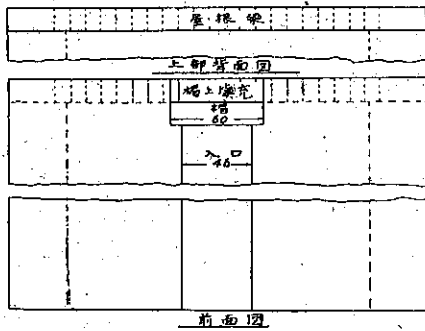


圖-21 (ハ) 無筋コンクリート造
小型防護室牆壁配置圖

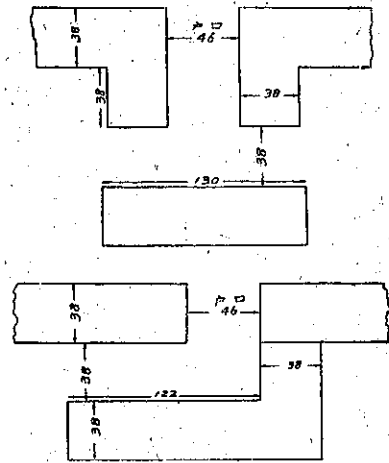


圖-21 (ロ) 無筋コンクリート造小型防護室平面, 断面圖

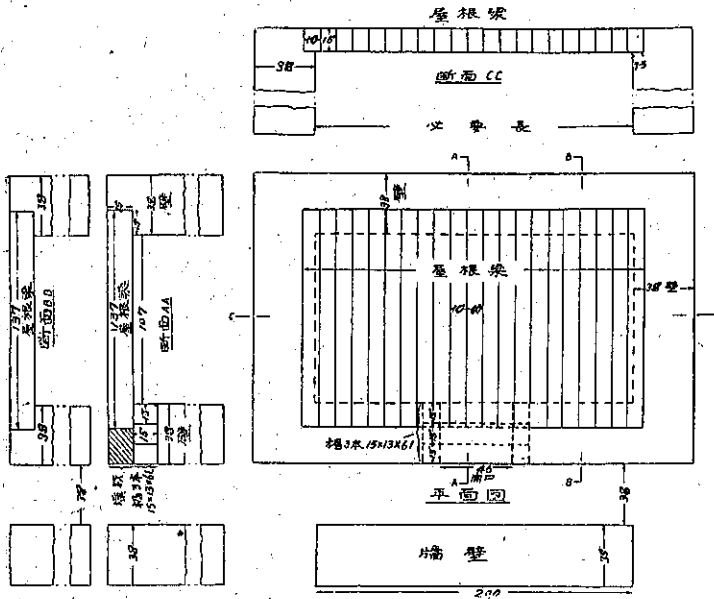


圖-21 (ニ) 同上屋蓋部材型枠

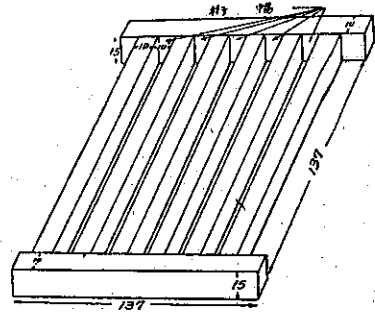
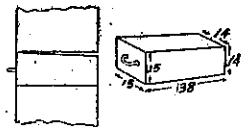


圖-21 (ホ) 同上換気孔詳細圖



れば壁長は 2.00 m あれば、如何なる方向からの弾片に對しても充分防護出来ることになる。圖-21 (イ) は前面及び背面圖、(ロ) は平面及び断面圖、(ハ) は牆壁と入口との種々の組合せを示す。

防護室の入口が既存建物の強度の大なる側壁に面してゐれば、この牆壁の必要はない。

屋蓋材は長 1.37 m × 幅 10 cm × 厚 15 cm の既成コンクリート部材で、無筋でもよいが、尙細い針金を入れて取扱組立等の際破壊を防止すると共に、大弾片の衝撃にも下側が破碎して收容者に危害の加はることを防がしめる方がよい。型枠は普通用ひられる如何なる種類のものでもよく特に面の仕上は要しない。第 1 回の部材製作が終れば出来上つた部材を型枠に洗用して次々に製作し得る (圖-21 (ニ) 参照)。この時は建築紙の如きものを型枠の側面及び底面に用ひる。

組立の際は入口の上に椀材 15 × 13 × 61 cm を 3 本正しく据ゑる屋蓋部材をその上に並べる。この時椀の上には

隙間を残しコンクリート又は煉瓦で填充する。

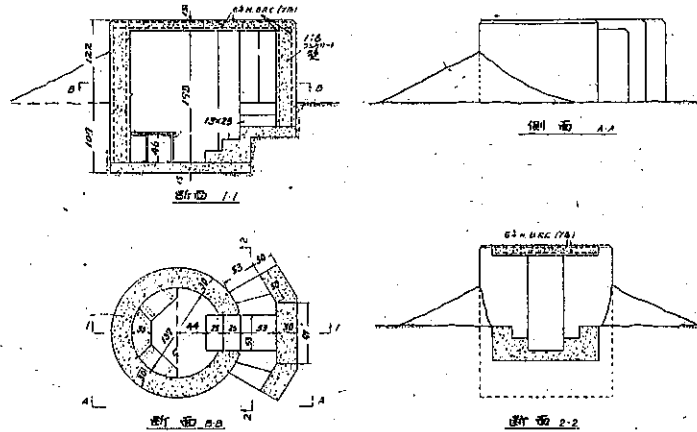
換気装置を必要とする時は側壁の上部に長さ壁厚 (38 cm), 15 cm 角の木箱を型枠取付の際適当な個所に入れコンクリート現所詰終了後この木箱を抜取る。圖-21 (ホ) はこの換気孔を塞ぐ栓で、長 38 cm, 一端は 15 cm 角、他端は 14 cm 角で大きい方の端に鐵片其他適當なものを埋込み把子とする。

7. 倫敦船渠の防護室例 (圖-22 参照)

倫敦船渠では附近煉瓦工の落下に抵抗する様地下室の補強、揚水場の防護、監視員の見張所としての防護室等の諸設備を整へてゐる。茲に挙げるものは樋門の個所に設備した圓形の監視員の防護見張所である。斯るものは一般に上屋の近くに構築されるから、爆

風、彈片の外煉瓦工の崩落に對して設計する必要がある。内法徑 1.37 m, 高 1.98 m, 側壁は配合 1:6 コンクリート 30 cm 厚で B. R. C. 鐵網を用ひたコンクリートである。床版は厚 15 cm で 3.8 kg/m² の重量の B. R. C. の鐵網を 2 層用ひて補強してゐる。側壁には外側で幅 30 cm, 高 5 cm, 内側で幅 15 cm, 高 1.2 cm の監視孔を具へてゐる。防護室へ入るには階段による。その蹴上げは 18 cm, 蹴込みは

圖-22. 倫敦船渠に於ける監視員用見張防護室



25 cm である。入口は牆壁で防護し、この壁が又入口通路を覆ふ屋蓋を支へてゐる。勿論この入口前面に近く既存の強大建物があれば牆壁は省き得て、通路の屋蓋は建物の側壁に支へしめる。必要によつては覆土する。

8. Finsbury の大防護施設 (圖-23 参照)

倫敦の Finsbury 市區に於て 7600 人收容の大防護施設を計畫した。之は平時はガレーチ其他に用ひるもので 5 階建全地下式である。相當彈重の爆彈の直撃にも耐へる様土 0.60 m, コンクリート 0.60 m の起爆層下に 1.50 m の砂層を置き更に 1.20 m 鐵筋コンクリート屋蓋を有してゐる。圓形で外徑 49.38 m, 内徑 34.36 m である。各層は螺旋形斜路になつてゐる。圖-23 (イ) はその配景圖で、圖の説明に示す通りの配置である。

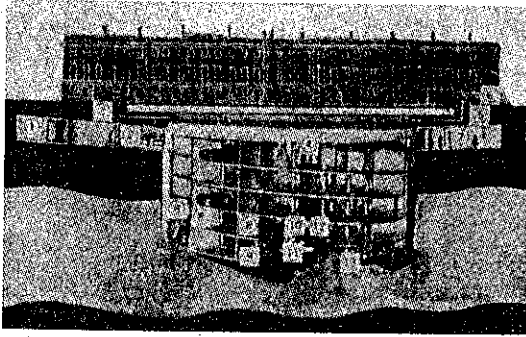
施工に關しては色々細部に互つて計畫もあるが、今その概略を述べる。土質は倫敦白亜で 3 m 位迄は掘鑿機を用ひて掘鑿し、半徑 8.10 m の圓形に 8 本の 43 cm 徑の鐵筋コンクリート杭を基礎下迄達せしめ、圓の中央地點に出入用の孔を残して、鐵筋コンクリートの最上層を直接地面に施工し、この床版の下を螺旋形防護室の上より第 1 階床版の深さ迄掘り、こゝに床版コンクリートを打つ。この操作を繰返へして最下層に達するが外側壁は掘鑿の進行と共に施工される。

而してこの杭は一時的にこの構造を支へることとし、最下層に達したならば基礎を打ち、杭は鐵筋コンクリート壁に合體させるか或ひは、8 本の杭を徑 81 cm に擴大して圓柱とする。この壁又は柱は、上層を直接支持すると共に、爆彈の直撃による衝撃荷重に耐へしめる。頂上の床版は最後に仕上げる。屋蓋床版は厚 1.20 m, 螺旋勾配の 5 層の床版は 15 cm 厚で、これらが内部輪形杭に掛る荷重は 1 本に就き 100 ton 以上となる。

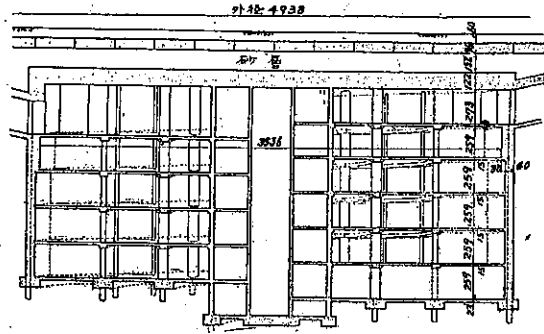
而してこの荷重は構造物完成の後には 200 ton 近く迄増加する計算と云はれる。尙これら 8 本の外柱は更に半

圖-23. Finsbury に於ける 7600 人收容防護施設の設計例

(イ) 配景圖



(ロ) 断面圖 (寸法單位 cm)



(1) 入口階段 (2) 前室及び醫務室 (3) 換氣 (平時) 給氣 (戰時) 設備 (4) 平時ガレージに使用する昇降機 (5) 非常時のみの給氣設備 (6) 街路より斜路への入口 (7) 斜路 (8) 仕切り壁 (9) 貯蔵庫 (10) 昇降機用捲上機 (11) 水溜 (12) 換氣排水ポンプ (13) 毒瓦斯淨化機

徑 4.27, 12.73, 18.30 m の 3 輪形に大小 101 本を用ひることになつてゐる。實施に當つては色々の思ひがけない困難に遭遇することゝ思ふが大體は上の通りである。

5. 結 語

以上簡單ながら破壊爆彈の爆風、彈片に對する防護施設に就て述べた。而して破壊爆彈の破壊作用、爆風、彈片作用は共に未だ充分に闡明せられず、中には全く未知の領域もある。従つて之に對する適確なる防護對策を確立することには異常な困難を伴ふのである。然し乍らこの世界的に緊迫した目下の情勢下にあつては充分なる學理的究明に併進或ひは先行して或る程度の防護施設を構ずるの必要に迫られてゐる。而して現在防空指針として發表せられてゐるものも防火、防毒が主であつて破壊爆彈の作用に對しては未だはつきりしたものが得られてゐない様である。本稿は主として歐洲諸國に於て計畫或ひは實施中のものであつてこの方面に何等かの參考となれば望外の幸ひである。

ドイツに於ける堰堤に関する發明 (3)

正會員 吉 藤 幸 朔*

23. 通常の堰止位置より更に少しく陸下し得るローラーゲート

此種のローラーゲートは一般に其の底部水密装置が可動的にして、極めて複雑である缺點がある。

又該水密装置がデリケートなるにも關らず、扉體の最下部にあるが故に、其の受ける應力は極めて大きく、従つて損傷を受け易い缺點がある。此の事は土砂流下の多き河川に設置せる場合に特に然りである。此の發明は、斯る缺點を除去せんが爲に水密装置としては扉體下部に固定せられて動く事無き水密板を用ひ、之を扉體の傾斜に依り堰閘上に壓接せしめ以て水密の完全に期したものである。

*) 工學士 特許局技師