

土木防空資料

圖-1.

2-5-3 防空壕及防護室<sup>(1)</sup>

1. 防空壕の危険界

防空壕の危険界は、其の壁の破壊に對する爆彈の威力半径から判断すべきである。例を圖-1 に採り地下防空壕に對する危険界を説明する。

瞬發彈の壕壁に對する破壊威力半径を  $R_0$  とすると地表 AB の範圍の着弾は壕を破壊する事となり、瞬發彈の危険界は AB となる。又地中炸裂彈の壁に對する破壊威力半径を  $R$  とすれば壁より  $R$  の距離が危険となり圖示の CDEFG が其の界線となる。猶地表に近い炸裂彈の場合にはその破壊威力半径を地表に於ては  $R_0$ 、深さ  $r$  に於ては  $R$ 、その中間に於ては直線的に變化するものとして AC 間の危険界を作圖すると右圖の曲線となる。猶爆彈のその土地に對する最大侵徹深さ  $y$  が上記の危険範圍内にある時は長延期危険界 DF が考へられる。結局圖示の場合の危険範圍は

瞬發彈の場合 AB

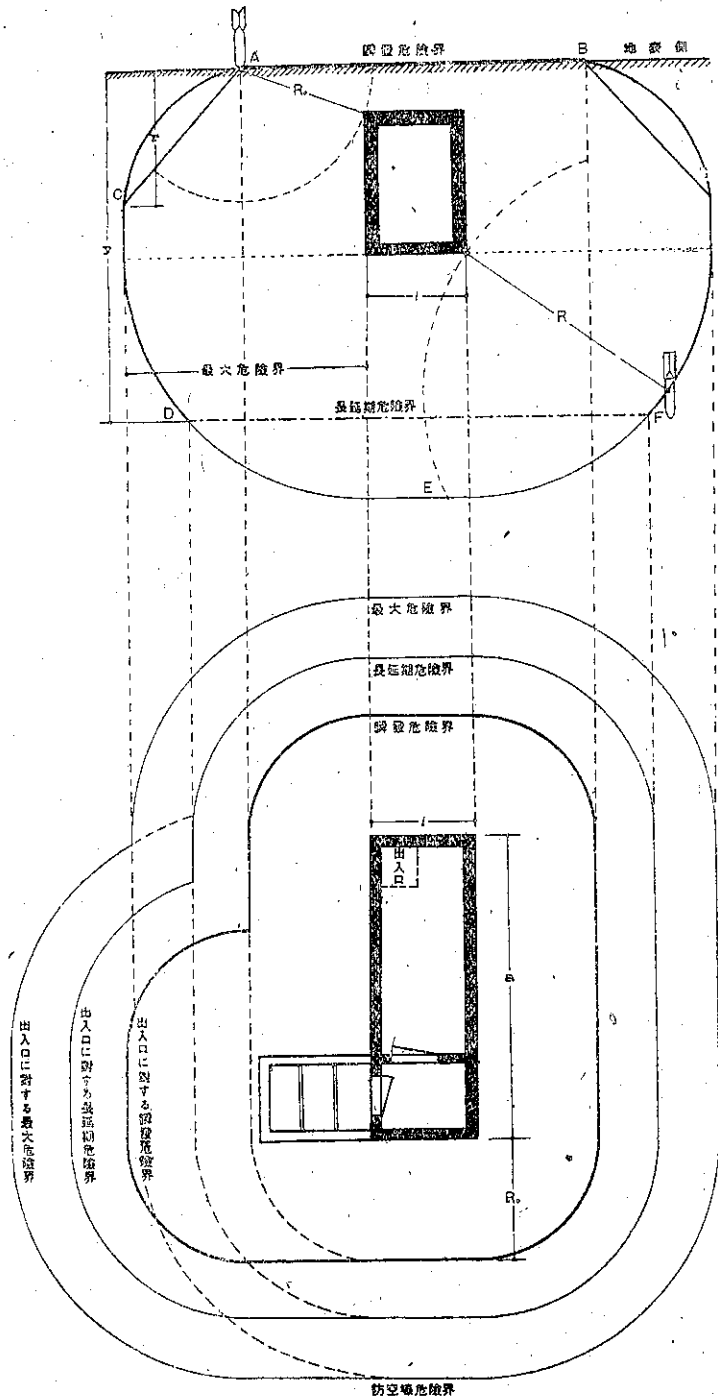
延期彈の場合 ACDFGB にて包まるゝ範圍

となる。

猶半地下又は地上防空壕の場合には地上部に對し彈片貫通に依る危険界を考へねばならぬ。

記號説明

$R$  ……地中炸裂彈の防空壕壁體に對する破



(1) 陸軍築城部本部防空參考資料第 22 號「耐彈構造資料」より抄録

破壊威力半径（危険距離）(m)

$$R_0 = 0.5R \cdot \sqrt{\text{隣発弾に依る同上破壊威力半径（危険距離）(m)}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{L}{c}} \dots \dots \dots \text{地中に於ける破壊威力圏半径 (m)}$$

50 kg 弾及 100 kg 弾に對する破壊威力半径  $R$  を推定すると右の如くなる。

- $L$  爆彈藥量 (kg)
- $c$  抗力係數 (前出)
- 損傷係數を 1 とす。

2. 防空壕及待避所の危険界

コンクリート質の地に設けた各種防空壕待避所の危険界を例示する

50 kg 及 100 kg 弾に對する  $R$  の表

種 類	$R$ (m)	
	50 kg の場合	100 kg の場合
素 堀	5.5	7.5
地 木 造	4.5	6.0
下 鉄筋コンクリート 20 cm (2%)	3.0	3.7
壁 鉄筋コンクリート 30 cm (2%)	2.4	3.0

圖-2.

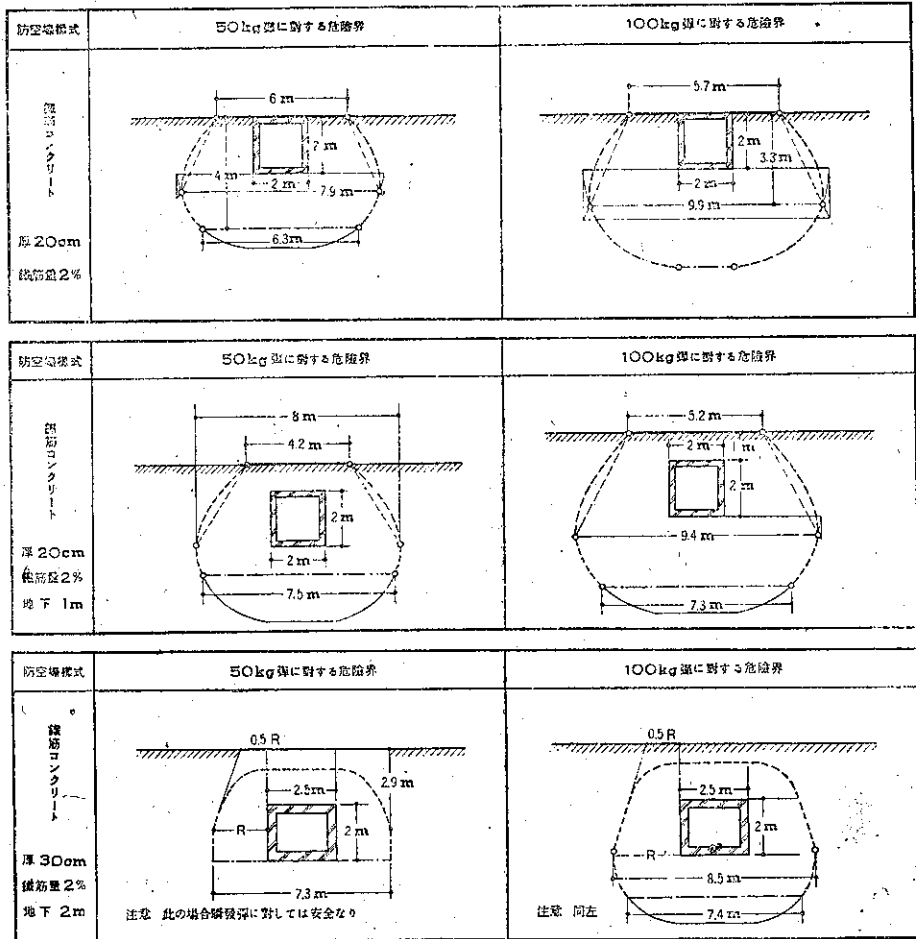
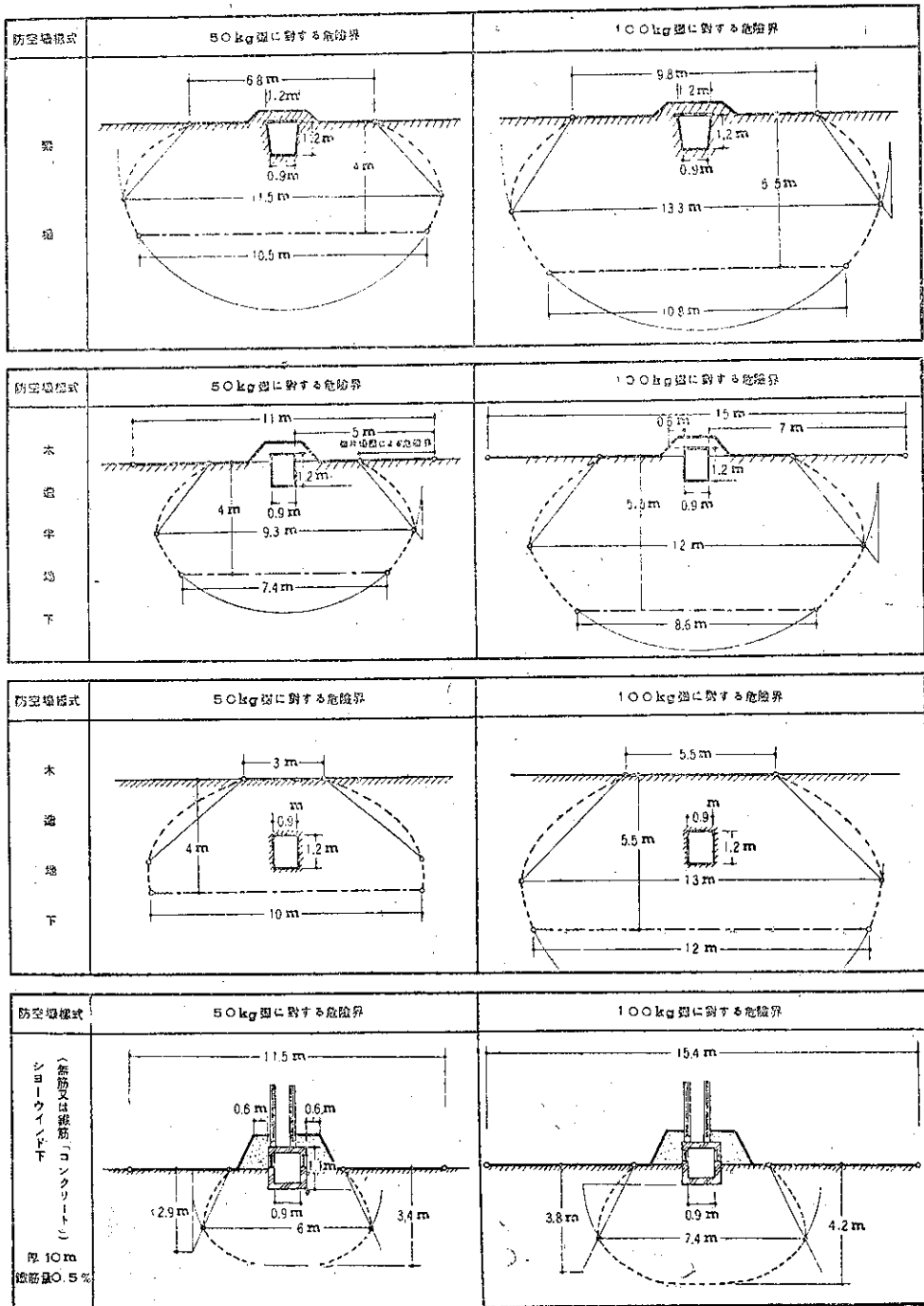


圖-3.

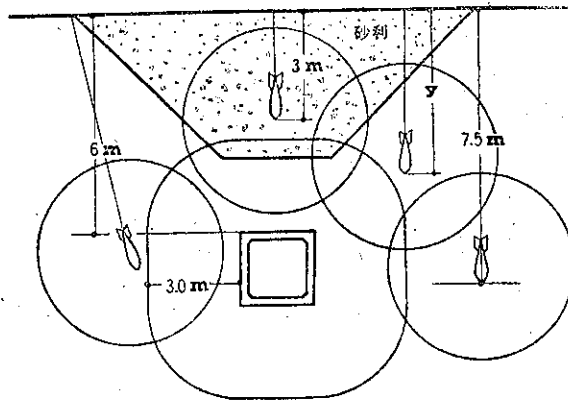


と 圖-2, 3 の如くなる (高度 5000 m の水平爆撃の場合)。

砂利層に依る防空壕防護

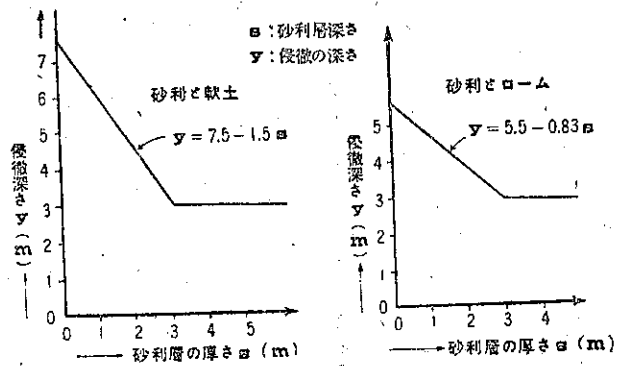
危険界に弾が入らぬ様上部に梯形の砂利層を設ける (100 kg 弾)

圖-4.



砂利と軟土及砂利とロームの重層への 100 kg 弾の侵徹深さ圖表

圖-5.



2-5-4 防 弾 建 築<sup>(1)</sup>

1. 鉄筋コンクリート造建築の耐爆力

圖-1 に示す如き地上 7 階，地下 2 階の高層鉄筋コンクリート造建築を採り之に加はる投下彈の各種に就き其被害例を示す。

床天井版及壁厚等は以下の値を採用する事とする。

天 井 版 厚	…15 cm	鐵筋量	2 %	各 階 版 厚	…15 cm	鐵筋量	2 %
梁	高	…40 cm	(版厚を含む)	階	高	…4 m	
外 壁 厚	…20 cm			建 物 幅	…17 m		
間仕切壁厚	…15 cm			廊 下 幅	…2.8 m		

爆彈種類

偶	數	…100 kg	奇	數	…50 kg
	①, ②, ③, ⑦, ⑨, ⑫	…	瞬	發	
	④, ⑤, ⑥, ⑧, ⑩, ⑪	…	延	期	

記號説明

① 50 kg 彈. 瞬發. 投下高度 5000 m. 水平爆撃

落 角 飛行速度 270 km/h ならば 82°

着 速 208 m/sec

破 壊 孔 50 kg 垂直爆破に對しては版厚 30 cm ならば安全であるが此の場合は 15 cm なる故爆破孔を生ずる。次階は著しき被害を受ける。

② 100 kg 彈. 瞬發. 投下高度 5000 m. 水平爆撃. 梁に命中した時。

落 角 飛行速度 270 km/h …81°

着 速 222 m/sec

100 kg 彈垂直爆破に耐え得る厚は 45 cm, 此の場合には梁は爆破される。次階は著しく被害を受ける。

③ 50 kg 彈. 瞬發. 投下高度 5000 m. 水平爆撃

建物基部に命中せる場合

落角着速は ① に同じ。

建物基部破壊半径  $r = \sqrt[3]{\frac{L}{cd}}$  より計算す。

$L=25 \text{ kg}, c=10, d'=4$  を採用する事とする。

$$r' = \sqrt[3]{\frac{L}{cd}} = \sqrt[3]{\frac{25}{10 \times 4}} = 0.85 \text{ (m)}$$

④ 100 kg 彈. 3/100 sec. 延期. 投下高度 5000 m. 水平爆撃

落 角 ② と同様 81° とする。

着 速 ② と同様 222 m/sec

貫 徹 第一層貫徹後の残速 …202 m/sec

所要時間 0.019 sec

第二層貫徹後の残速 …183

所要時間 0.022

合 計 0.041

故に 6 階の中間にて炸裂し此の時は床版隔壁等大破し被害は上下左右の隣室に及ぶ。

⑤ 50 kg 彈. 10/100 sec. 延期. 投下高度 5000 m. 水平爆撃

落 角 ① と同様 82°

着 速 ① と同様 208 m/sec

(1) 陸軍築城部本部防空参考資料第 22 號「耐彈構造資料」より抄録

貫徹	第1層貫徹後の残速	182 m/sec	所要時間	0.022 sec
	第2 "	156	"	0.025
	第3 "	128	"	0.031
	第4 "	100	"	0.040
合 計				0.118

故に4階中間に達した時に爆発する。

爆風壓弾片に依る被害がある。爆風に依るものは④と同様であるがやや少い程度である。

⑥ 100 kg 弾。長延期。投下高度 1000 m 水平爆撃

着速 128 m/sec

貫徹層数 4層貫徹、長延期の爲平行爆破

爆破、爆風、壓弾片による被害。床に爆破孔を生じ之による破片は3階床をも破壊する。更に4階の同室内の天井壁等は爆風により彎曲破損を受ける。

⑦ 50 kg 弾。瞬發。壁面に當つた場合、條件は④に同じ。

壁面で反跳して其の部分破損し、地面にて爆発す。1階壁面は爆風壓弾片に依り被害を受ける。漏斗孔は地面をロームとし  $d=9$  を採つて半径 1.60 m 程度である。

⑧ 100 kg 弾。延期。投下高度 5000 m。水平爆撃。土中に侵徹する場合。着速は 222 m/sec である。

侵徹量 5.50 m, 威力半径 3.70 m

従つて地下2階の壁は此の範囲に入れば被害を受ける。

⑨ 50 kg 弾。瞬發。道路上に落下せる場合

爆弾に近接せる窓は爆風に依り破壊される。猶ほ壁面も爆弾より4m以内にある時は弾片による貫通孔を生ずる。

⑩ 100 kg 弾。長延期。投下高度 5000 m 水平爆撃

落角 飛行速度 360 km/h ならば 78

着速 222 m/sec

貫徹	第1層貫徹後の残速	203 m/sec	所要時間	0.020 sec
	第2 "	183	"	0.022
	第3 "	162	"	0.025
	第4 "	140	"	0.029
	第5 "	118	"	0.034
	第6 "	96	"	0.042
	第7 "	73	"	0.055
	第8 "	44	"	0.091

合 計 0.318

即ち地下1階まで貫徹して此處に被害を及ぼす。従つて信管の調節に依つては地上何れにても爆破し得る。

⑪ 50 kg 弾。延期。投下高度 5000 m。ドライエリヤの側壁に接して侵徹せる場合。

着速 208 m/sec

地盤は上層に1mの砂利層があるものとし其の下に軟土があるものとする。

砂利のみの場合の侵徹量 240 cm

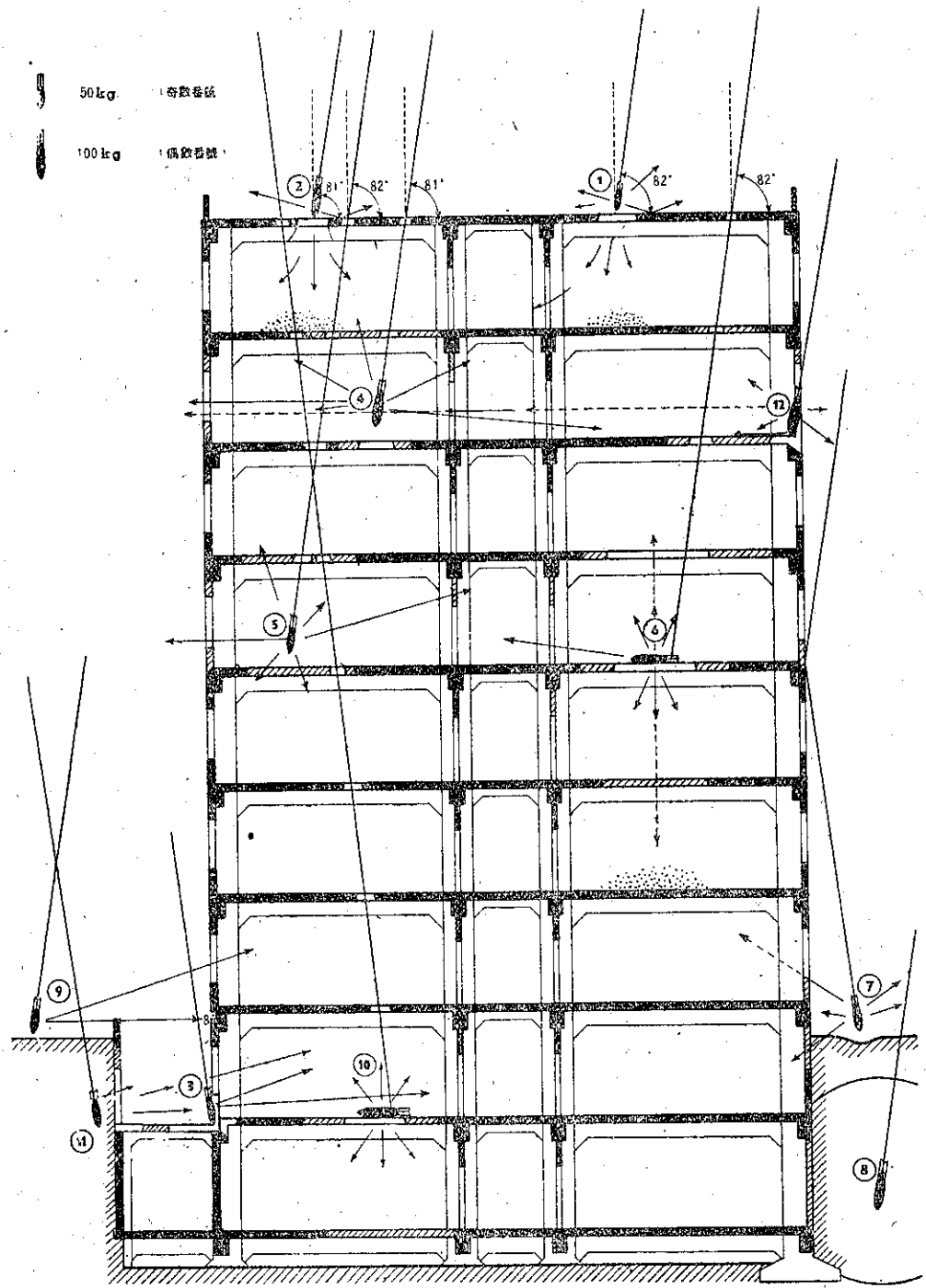
軟土への侵徹  $(240-100)10/4=350$  cm

侵徹深さ合計 砂利(100)+軟土(350)=450 cm

此の様に爆弾が壁にそつて相當深く侵徹し、平行に爆破した場合には壁體に加はる力は著しく大となり、突破

圖-1.

破壞孔 破損個所



された壁碎片は弾片と共に内部に大なる被害を與へる事になる。

⑫ 100 kg 彈. 投下高度 2000 m. 水平爆撃. 窓面に當つた場合。

飛行速度 360 km/h

落 角  $67^\circ$

室内に落下する。瞬發ならば窓下壁及び床版を爆破し、延期信管ならば←の方に滑る事もあり、然る時は平行爆破となり、床版は大なる被害を受ける事 ⑥ と同様である。

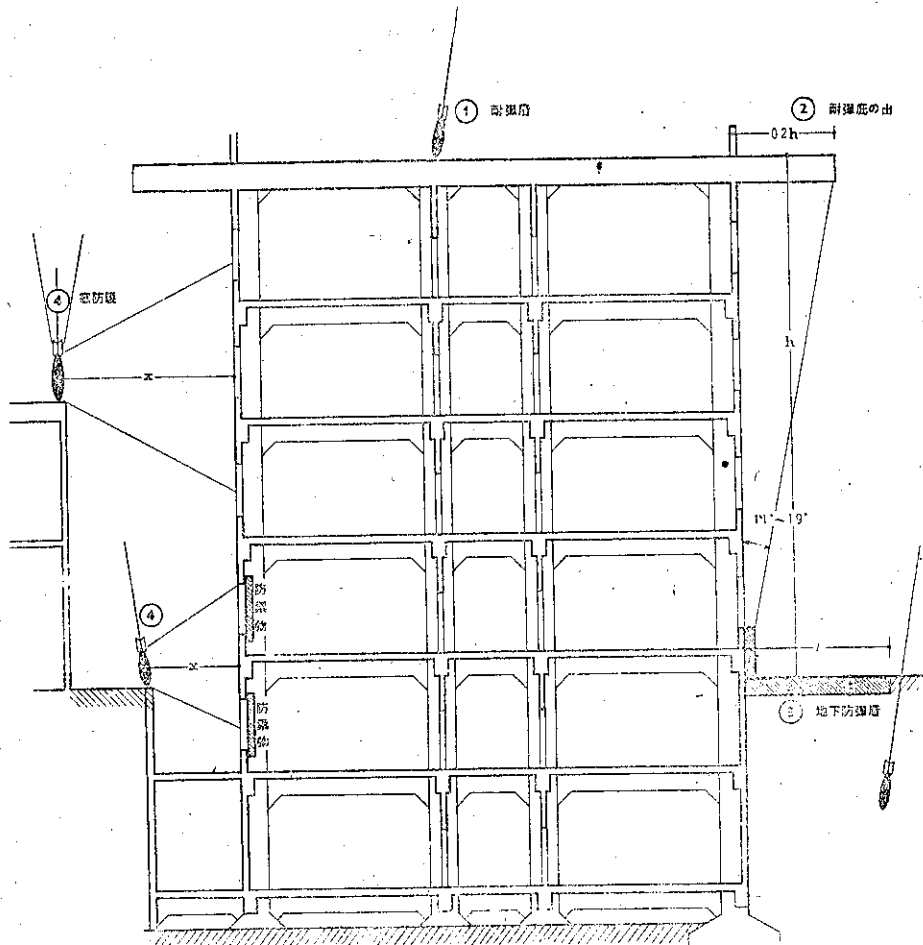
鉄筋コンクリート造高層建築の各室安全度に就いて

以上の如く種々な爆彈による例を見ても普通高層鉄筋コンクリート造は其の上層の部屋は危険である。更に地下室1階等も比較的危険率高く結局2階、3階の中廊下が最も安全度が高い事が解る譯である。

上層を補強すれば更に上階まで安全度を増して來る。

地下室が比較的危険と言ふ事は鉄筋コンクリート高層建築の各階を比較した場合であつて、他の種類の防空壕等と比較すれば鉄筋コンクリート造の地下室ははるかに安全度が高いものである。

圖-2.





猶室面積の大なるもの程危険率の大なるは云ふ迄もない。此の意味で講堂中廊下を避難室に供するが如き場合には之を適當に區劃する必要がある。

## 2. 耐弾層及窓防護 (圖-2)

(1) 耐弾層の構造 1-3-1 爆彈に依り、各種想定彈に對する防弾層を決定する事が出来る。

(2) 耐弾庇の出 想定彈、飛行速度、飛行高度等より決定される。一般に侵入を阻止せんとする部分の高さ  $h$  の 0.2 倍程度でよいと言はれてゐる。

### (3) 地下耐弾層

厚 鐵筋コンクリートが土の上にある如き重層の場合には侵徹と貫徹との中間的なものと見做して其の厚さを決定する必要がある。

幅 地下鐵筋コンクリート壁體に對する危險區域への侵徹を防ぐ如く決定する。

(4) 窓防護 炸裂位置を考へ其の距離を基とし構造を考へる。 $x$  よりの彈片を防止する如き防禦物により窓面を防護する。



# 土木防空資料

## 2-5-2 防護施設<sup>(1)</sup>

### 1. 防護壁 (開口部出入口等の防護並に機械類の防護)

重防護壁: 100 kg 級爆弾々片に距離 5 m 程度に於て耐へ得るもの

中防護壁: 100 kg 級爆弾々片に距離 10 m 程度に於て耐へ得るもの

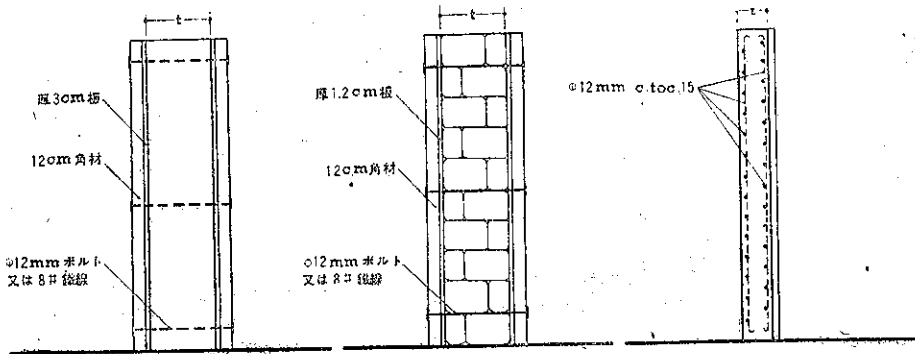
軽防護壁: 100 kg 級爆弾々片に距離 15 m 程度に於て耐へ得るもの

5 m 耐弾片防護壁では更に爆風壓をも考慮に入れて堅固に取付部を構築するを要す。

圖-1.

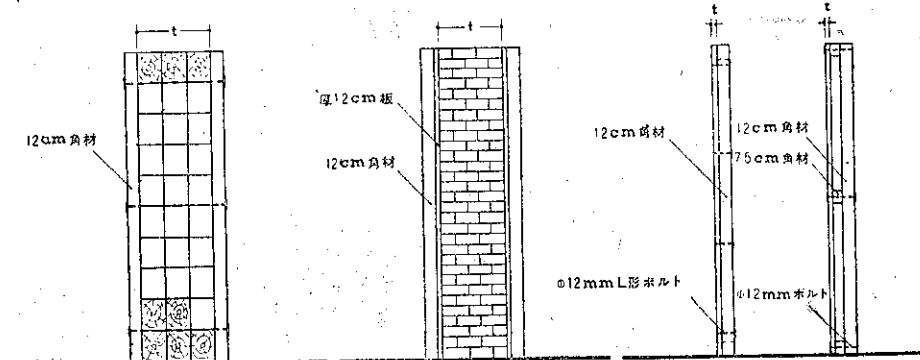
- (a) 松 3 cm 板間に土砂又は砂利填充 (b) 土 礫 砂 礫 (c) 鐵筋コンクリート

土 砂 利		土 礫		鐵筋コンクリート	
t = {	重 80 cm 50 cm	t = {	重 85 cm 55 cm	t = {	重 30 cm
	中 50 " 30 "		中 55 " 35 "		中 20 "
	輕 35 " 20 "		輕 40 " 25 "		輕 10 "



- (d) 松 角 材 (e) 煉 瓦 (f) 軟 鋼 板

t = {	重 80 cm	t = {	重 52 cm (2 枚半)	t = {	重 50 mm
	中 50 "		中 42 " (2 枚)		中 35 "
	輕 35 "		輕 31 " (1 枚半)		輕 23 "



(1) 陸軍築城部本部防空参考資料第 22 號「耐弾構造資料」より抄録

## 2. 窓の防護

鉄筋コンクリート造家屋では窓に弾片阻止の防護施設を設ける方法が用ひられる。大體の設置方針は以下の如きを標準とすればよからう。但し隣接家屋に命中せる彈の彈片を被るが如き場合には其の距離を考へて適當に防護壁を選定する。猶中庭の如く爆壓の籠る處ある場合には特別の注意が必要である。

- 1 階 壁體と同一耐彈片強度の防護壁
- 2 階 中防護壁程度
- 3 階 輕防護壁程度

## 3. 重要物の防護

重要施設に對しては防護壁に接着する爆彈に對しても安全を期する必要がある。

### 重要施設防護設計方針

1. 障壁基部は接着平行爆破に耐え得る程度の壁厚を採用する。

2. 障壁上部は壁面よりはなれた地點に落下する爆彈による彈片を考慮する(爆彈の距離と大部分の彈片の達する壁高とは圖-2 に示す如き關係にある) 其の距離に應じて彈片に耐へる様に壁高を決定する。

壁高決定には安全率を加算して 50 kg 彈及び 100 kg 彈に對しては大體下表の如き鉄筋コンクリート厚さを採用すればよからう。

表-1.

50 kg 彈		100 kg 彈	
彈着點よりの高さ (H)	壁厚	彈着點よりの高さ (H)	壁厚
0~1.00m	90 m	0~1.30m	120cm
2.00	40	2.00	65
3.00	30	3.00	40
5.00	20	5.00	30
10.00	15	10.00	20
20.00	10	20.00	12

3. 隣接物ある場合は之に命中せる爆彈による彈片をも考慮して計畫するを要する(圖-4)。

## 4. 硝子窓の耐力

(1) 硝子窓の被害には彈片、破片、其の他飛散物によるものと、爆風壓によるものがある。

圖-2.  
爆彈よりの距離  $\alpha$  と高さ  $H$  の關係

$$H = \alpha + \alpha$$

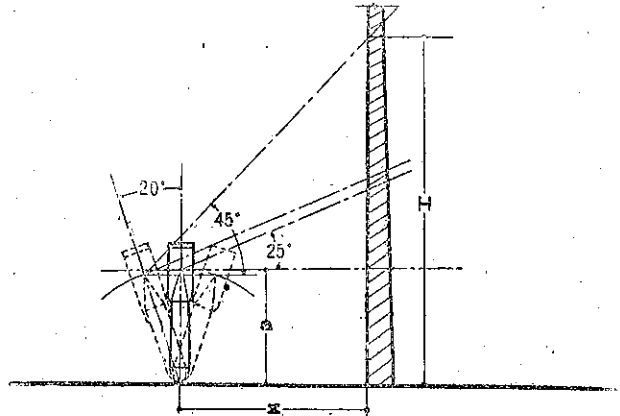


圖-3.

重要物防護例 (100 kg 彈地盤炸裂を對象とす)

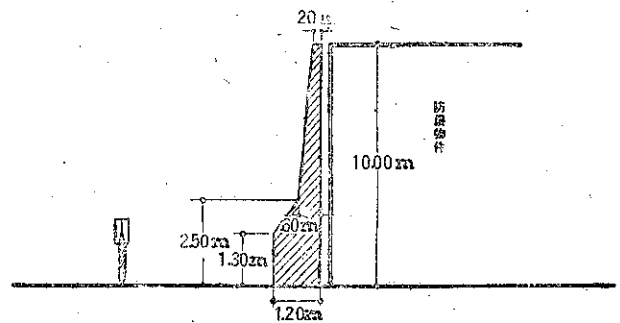
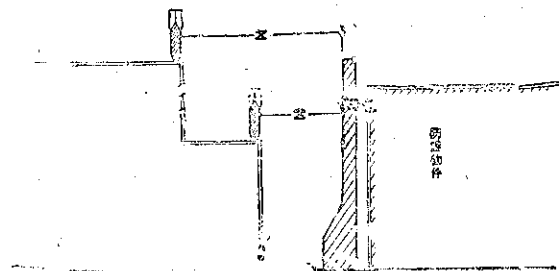


圖-4.



弾片は相當遠距離まで及ぶが破片密度が少く貫通孔と割目を生ずる程度である。一方爆風壓に依る被害は極めて大きく近距離では窓を吹き抜き相當距離でも割目を生ずる。次に爆風に依る被害の大體の標準を示す。

(2) 各種硝子耐力比 各種硝子の被害距離の比率は概ね次の如くである。

表-2.

3mm 透明普通硝子	同セロファン両面張付け	5mm 透明厚硝子	6mm 網入り硝子	6mm 合せ硝子
1	80%	70%	80%	50%

表-3.

(3) 窓正面にて爆発する時の被害距離 (推定)

3mm 透明普通硝子に対する被害距離は表-3 の如く

である。

取付枠が不完全な場合は更に遠距離でも被害を受ける。

斜方向に加はれば安全になる。

開き窓等は開けておく方が一般に被害が軽減される。

本表は開潤地に於ける場合にして都市内に於ては更に複雑となる。

#### 5. 鉄筋コンクリート耐弾層の耐力

耐弾層は屋上及地表面に設け、爆弾の侵入を阻止し下層階及び地下室、地下構築物に對し爆弾の效力を制限するを目的とする。

耐弾層は爆弾の貫徹及爆破による突破を阻止する。

現在の爆弾に對し貫徹阻止のみを考へれば大體次の程度の構造とすればよからう。

表-4.

弾種	200 kg	100 kg 弾	50 kg 弾
厚さ及鉄筋量	90 cm 2.5%	60. m 3%	40 cm 4%

但此の場合は爆破に依る效力が有る爲、耐弾層直下に於ては相當の被害がある。