

150

TA8954/71(1)
THE CHINESE-JAPANESE LIBRARY
OF THE HARVARD-YENCHING INSTITUTE
AT HARVARD UNIVERSITY
BUNKODU
JAN 19 1955

營城揭要
卷一

第四千〇四十二号

二册内

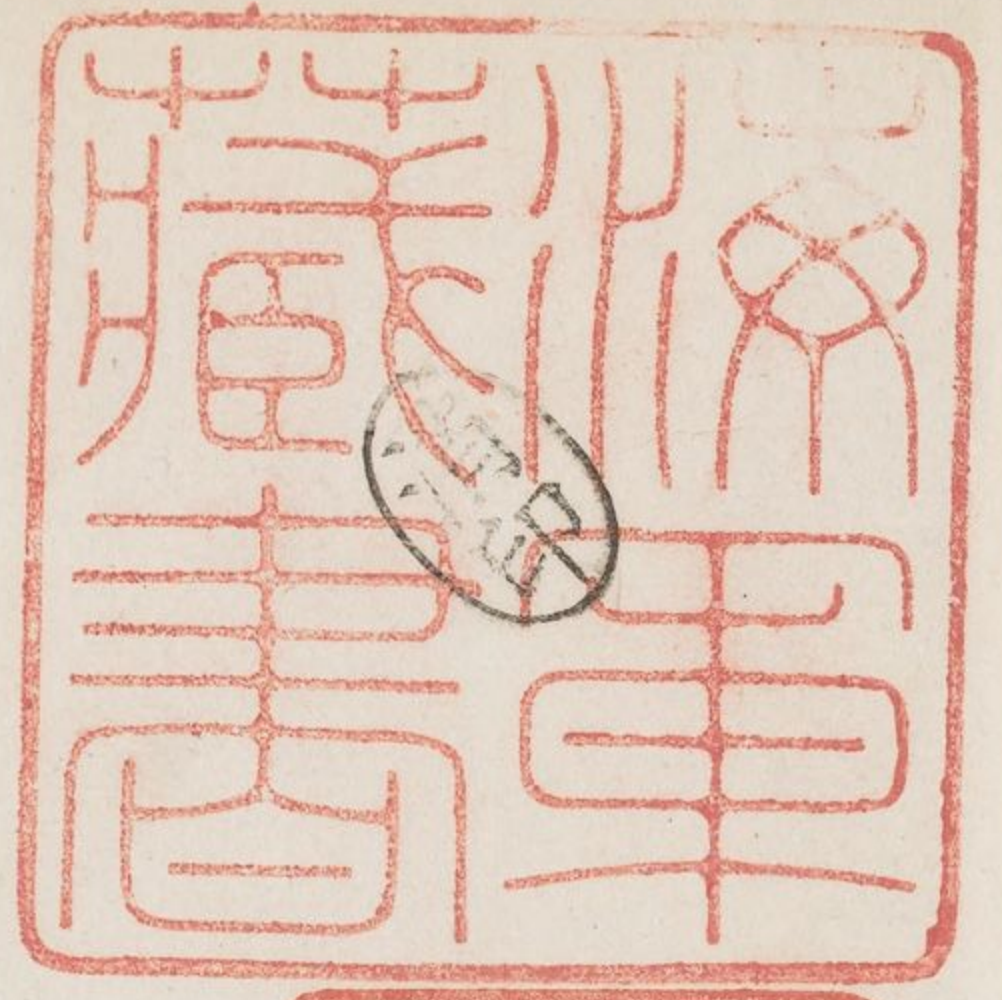
和
Z
TA8954
71 v.1
エイヨ

TA8954/71(1)

HARVARD-YENCHING LIBRARY
HARVARD UNIVERSITY
2 DIVINITY AVENUE
CAMBRIDGE, MASS. 02138







營城揭要卷上

英國儲意比撰



英國 傅蘭雅 口譯

無錫 徐壽 筆述

營城原始

城牆營壘之本意使人藉此自衛而能以少勝多以弱制強也。如二人爭鬥，一人立於大樹之旁，或隱於土堆之後，即能用器害人，而人不能害之。此乃防守之最簡者。如將土堆度其形勢，配其厚薄，二面之斜度能合上性而不致自圯，便於頂上施放鎗礮，即名為壘。然此壘之高，既便頂上放鎗，即不能遮護全身。如能遮護全身，則又不便放鎗。

中央
文庫
和漢
五八號
/



故必在內添作子牆牆之內址更作斜坡以便升登放鎗
之後下坡裝藥自可更番登降而無已也作此高壘之料
必自地內掘出壘外藉成一溝此溝與壘之前面平行敵
眾雖多有以限之矣尋常之制不過如是若作礮堡與城
牆另用大堆爲基而基上再如前者之功因所用之泥更
多故溝必更闊更深攻者雖欲越之而更難矣軍械火藥
俱有遮護之所守兵據高望遠敵眾之虛實盡見此名爲
城故壘者在地面築起而城卽築壘於高基之上者也
造築城營當知畫圖之法方能獨用一法或兼用二法其
圖有平視形有立視形有剖面形而平視與剖面爲最要

平視者顯各斜面相交之稜線立視者顯對面之外形剖面者其平面與斜面正交能顯立體之內形如第一圖爲壘體一小段之平視形與剖面形自此圖能得各處之尺寸。

平視形丙丙爲壘頂卽壘之最高線凡在地圖內作營壘之線卽以此線爲界線丙丙與戊戊之間爲上斜面戊戊爲壘額線此線與過剖面形申點平行線之間爲外斜面此斜面直至溝底丁丁則與溝之內塹申丁相連庚庚名爲彈線坡此坡在溝之外邊坡面向外漸斜與壘頂同在直線敵近之時鎗彈易於打中之其內面略爲外塹引高

營城 三
之線故能形外塹之更深壘頂之內有內斜面其界爲乙
乙其乙乙與乙乙之間爲子牆又有子牆後之登坡其界
爲甲甲。

牆壘之高有二意一爲壘頂高於能打之處之高有時亦
準地平面之高一爲頂距溝底之高此爲牆壘最要之事
因能指出敵人須升上若干而能至壘頂又可準此而作
衛線之長。詳見後凡論牆壘之高以其頂爲主其數卽高於
能打敵之處爲準。但此以地面爲相平者又有壘頂之高
與其地面任何點高之相較或爲壘頂比前面又一壘頂
之相較如第一圖壘頂能見彈線坡之頂卽壘頂與坡高

之較也。

剖面形溝內植花籬一行所以阻敵越溝之路使其難遽近壘則正對之守兵與旁面之守兵俱可放鎗擊之若只有正對者能擊敵而在旁無助擊者花籬尙不可全恃必須另有別法多方阻遏使敵近壘更難而多受守兵之擊打。

鹿角 此以砍下之樹木平置於地末向外而本向內交錯甚緊去盡密葉而削尖禿枝或置一行或置多行壘頂放鎗之彈可直過樹枝之上其向內之本必斜入於地甚深再用木牀密釘以牢固之敵欲來攻必先拔去而拔之

費時守兵遂得藉此擊打

第二圖爲用鹿角之法其壘頂之斜面與內塹之斜面參直而長外塹爲尋常之式故敵之下溝亦不甚易其鹿角之前兼有斜植之花籬更能阻敵之越溝如壘壁祇有一行或二行成凸角等簡形但能向前放鎗礮者當依此圖鹿角之式如無鹿角必比第一圖難於阻敵若用鹿角則比第一圖更能阻敵敵果膽勇極大倏忽而至溝底固已難阻其踰壘然依此法而守者又能謹慎敵亦斷難越過也

第三圖亦爲用鹿角之法祇有大樹枝用牀釘連於地此

圖卽因地面之勢壘頂之後作一溝而子牆卽爲原地築壘者能用此種簡法則省時省工而壘可加長以圍多處所得天然形勢之益遠勝於多用人工之掘築矣。

距馬 此物可代鹿角每架用堅固之木長十二尺方九寸每六寸橫穿或鐵或木之桿二端削尖如第四圖相連各架之法在一端作鉤一端作眼但做此器必用木匠多人費料費時亦多不能立刻備齊且敵眾來時易於拆去易於打壞大抵各種兵器俱有使用之時此卽其一也如地有低窪之面而將距馬置其內守者之鎗彈易至其處敵欲移去舉高非易受我之鎗彈必多尋常之用爲置於

營之無壘處，更用鐵鏈木狀連於地面，甚牢，非特不能移去，而亦不敢輕過。

平籬 此用木桿略與地面平行，或稍向上，或稍向下，長十尺，徑五寸，有橫梁二條，一在上，一在下，連固各桿。若無橫梁，易於拔去。常置內塹之上，亦有置於外塹之上者。如第五圖爲置於內塹之上者，其三角形之虛線，卽向上向下之意也。鎗兵所立之子牆，以虛線爲識，其長而高之實線，名爲礮基，詳論於後。

蒺藜 此用四箇鐵釘相連，如第六圖投於地面，必有一釘向上，釘長二寸至四寸，散布於地，闊須十二尺。馬兵於

昏夜遇此竟能限使不前昔時多有用者今已不甚多用
梅花坑 其形爲圓池其岸愈直愈好然亦必依土性深
以五尺至六尺徑以六尺至八尺底有一狀上端尖銳長
三尺至四尺如無大狀可用樹枝插其內枝端削尖或多
用小尖狀或多鋪鐵蒺藜如第七圖爲梅花坑之平視形
與剖面形若牆壘之外溝之內塹甚平如第二圖者可密
植小樹敵將來時則去其細枝而將粗枝削尖敵來不能
拔去又有用耕地之扒反置於地面者總之無論何法果
能阻敵近壘使延遲於鎗彈能打之處俱可用之

木柵 以下詳述牆壘之尺寸然先言木柵者因可代牆

壘之用而有六益也。故亦可謂木城。或用大柱一行。或用大小兩柱二行。其作法如後。

先用堅固之柱。頂作尖銳而勻植之。如第八圖。柱徑八寸。至十二寸。每二柱之間。再植第二行。與前行之空處相對。第二行之柱。徑五寸至七寸。頂平。長短相間。長者與前行同高。短者高四尺半。所留之孔。以便放鎗。是圖爲木柵之平視立視剖面三形。內有子牆。或用木凳。如圖之剖面形。柱外作三角形之溝。將泥堆靠柱下。敵不能藏躲於此處。如有一甚斜之面。如小山之坡。則木柵之益。更好於牆壘。因在鎗孔之內。放鎗能比壘頂之上。甚便也。木柵稍遜之。

處不能抵禦礮彈故必知敵人果屬無礮方能合用若禦
鎗彈之橫擊則於柵內數處作相隔之土牆

山坡木柵如第九圖可將木柵周圍勻植如前制更能有
益於平地

尋常牆壘有時可築於山坡則山坡可代溝之內塹而又
作溝於壘後如第十圖可見子牆分爲二層未掘出之泥
更能結實凡攻城之甬道與隱礮基亦用此法爲之

有時作牆壘之意止欲衛人而不須放鎗者不必作子牆
如第十一圖其留下之一層略似子牆卽是內溝之岸若
築高壘無論溝之在內在外亦必留岸少許築者立於其

處可將溝內掘出之泥遞接至壘頂。凡精於掘築之人自能便宜擇用。或改變前法如第十二圖。鹿角平置以代平籬。或代溝內之花籬。蓋掘築之事最宜活變。若執滯一端必有誤事。如圖本有內塹之岸。若無此岸卽不能安橫鹿角於壘外。

第十三圖用梅花坑並小戕之法。而坑內掘出之泥可再作外套彈線坡。此圖之溝爲三角形。然亦無論何形何法。其牆壘之料總藉溝內掘出之泥。溝愈深則壘愈高。而敵愈難登。果非時勢急促而欲速成其事。則各處之尺寸不可少於各圖內之尺寸。主其事者當明此道之公理。

推算牆壘尺寸

牆壘之高於地面者欲使守兵立其處而不畏敵之傷害也高以六尺半爲率因頂上之半尺鉛子尙能穿過故六尺約與人齊而必多加半尺也此爲極少之數若欲極高須至八尺無論敵兵如何放鎗營內之人俱可不傷

保護壘後 地面高低不平者必防四圍高於我之處如第十四圖第一形爲甲乙丙三點在一箇平面上而甲乙爲壘後欲保護之處丙己八尺爲敵放鎗最高之數則乙戊亦爲八尺戊己線與甲丁線相交之點亦高八尺如第二形甲乙亦在一箇平面上而丙處頗高若放鎗之處如

前作己戊線而作其平行線丙乙則壘高甲丁等於甲壬
 加壬丁而壬丁等乙戊並丙己故以常人之高等於唧卽
 準之以為高則將欲保之處甲乙以丁代之敵所據高之
 處與壘相距之甲辛以叮代之丙高於甲與乙之辛丙以
 辛代之卽得比例為甲壬與丙辛之比如甲乙與乙辛之
 比或甲辰與辛之比如丁與丁加叮之比所以

$$\begin{aligned} \text{甲壬} &= \frac{\text{丁叮}}{\text{丁}} \times \text{辛} \\ \text{又} & \\ \text{甲丁} &= \frac{\text{唧}}{\text{丁}} \times \text{辛} \end{aligned}$$

(一)

所以敵據之處愈高則壘必愈高所保之處甲乙愈闊壘

亦須愈高敵據之高處愈近壘更宜高如以

叮 = 六〇〇尺
丁 = 三〇
辛 = 六〇
甲壬 = $\frac{二}{六〇}$

卽

二尺十寸則甲丁爲壘頂之高等於八尺加二尺十寸等

於十尺十寸或以

叮 = 一二〇〇尺

則

甲丁 = 九尺六寸

如第三形甲低於乙其低數爲

甲辰 = 庚辛 = 辛

所以

甲丁 = 甲辰上辰壬上辰丁

則

辰壬 = $\frac{\text{乙庚}}{\text{辰乙} \times \text{丙庚}}$
= $\frac{\text{叮丁}}{\text{丁}} \text{ (碎辛)}$

卽

甲丁 = $\frac{\text{卯上辛上叮上丁}}{\text{丁}}$

(碎辛)

由此式可見甲愈低於丙與

乙則壘頂必愈高設甲低於乙二尺其餘各數如前則

$$\frac{\text{叮上丁}}{\text{丁}} (\text{啐辛}) =$$

二尺九寸

又

$$\text{甲丁} = \text{八尺上二尺九寸}$$

$$\text{上二尺} = \text{一二尺九寸}$$

如設

$$\text{叮} = \text{一二〇〇尺}$$

則

$$\text{甲丁} = \text{一一尺四寸}$$

若欲保之處其闊比前三十尺更

多而為九十尺則壘為一相距其高數為十八尺八寸又
一相距其高數為十四尺二寸如第四形甲高於乙與丙
丙又為最低則以啐為甲與丙之較又以辛為甲與乙之

較則甲丁=卯 丁 辛 ③所以準此圖而定壘之高為最便此四形之外

尚有別形俱可用前式解之如甲與丙等高而乙高於甲

則辛變為壬而第二變為甲丁=卯 丁 辛 如第三形之乙高於甲則變

為正數而甲丁=卯 丁 辛 ④如辛為○而甲與乙為等高則甲丁=卯 丁 辛 如第

④式見第四形丙雖低於甲與乙但在過甲平線之內如乙未線與乙甲引長之至與地面相切而自乙向丁斜則

丁 辛

小於啐而甲丁大於卯若丙在乙未線之下則

丁 辛

為大

於辛而甲丁小於卯若過甲丁衛處之線與地面相遇在鎗礮彈能到之內即鎗為五百碼礮為一千碼如丙點在此線之上則壘在甲點之高必多於所定之數如丙在此線之下則壘在甲點之高必少於所定之數如②式所得之數壘祇有一層者必不可近於高我之處如有此種高處須占高處之對面而另築堵壘與之對峙如高處甚長

者壘亦必引至一直打過其長也。所欲保之處之甲乙其闊必依前圖之理定之。以爲壘後之兵便於行走。最少爲三十尺。若欲在後列陣。必至九十尺。如有平行二壘。或爲全週者。則甲乙之闊又不同。因欲更保對面之兵也。如以八尺爲定高。可防馬兵之放鎗。但馬兵近壘。不常有。若以七尺爲定高。則壘後能保之闊已減少。況鎗彈又行曲線也。故必以八尺爲定高。如第四形。壘高之數小於卯而減。至少於七尺。則壘後必掘一溝。以爲所保之闊。猶之壘頂之高七尺。或八尺矣。又如第二形。壘高之數大於卯而過十二尺。最爲不便。雖依前理當甚高。然不如稍低而在後。

作溝也。

牆壘曲折 以上所言乃直線之壘祇能向前放鎗但地面不能常有極平者則壘亦不可常作直線者設欲作之則溝外之敵成魚貫者放出之鎗始能貫打如敵已越溝而至內岸內守之人不能見之且不能阻其踰壘故必曲折其形而能打敵之旁面或後面則敵攻此邊彼邊可救應之曲折而成外凸內凹之角如第十五圖甲乙甲丙能救應乙丁丙丁又能爲乙丁丙丁所救應如是而互相救應更迭無窮。

前言壘後保護之闊則曲壘更闊於直壘因能定各角之

方向使凸角在高處而凹角雖在低處無妨蓋已遠離敵彈能到之處也。

直線之壘雖只能向前放鎗然有一益蓋敵彈不能順行直貫也此種打法最爲凶猛敵能如此打來必使敵亦如此受害故欲備敵之貫行則敵高於我而我必欲在低處築壘務將壘之二長邊甲乙甲丙引長至低處自可避貫行之害然二線之方向不可與甲乙甲丙參直因其引出之線正對高處戊與己也敵之高處若非一帶連山而有斷缺者則短邊與長邊引長之線可對其低處若其低處爲濫泥而難到者於我更便但此不過指出公法而不能

爲一定。凡牆壘之形式與築法，當依地面之形勢爲主。地勢有益則占之，地勢有弊卽去之。再依是圖而求壘高，若干更可免敵彈之貫打，必有地面極準之圖，又必知前圖甲乙丙各點之高。若無準圖，可用植桿測望之法。將桿高七尺或八尺，置於欲保護之處，爲乙。又將等高之桿置於敵所到之高處，如第十六圖丁丙，此高處正在擊界之內。再於甲點植一桿，高十二尺，另將一橫木靠此桿而移對自乙桿上之頂，直對丙桿之頂，其望線與甲桿相交於甲點。若有平行二壘，其內欲保護者，或如第十五圖凸角二邊之內欲保護者，必使此邊子牆不受彼方向之彈自

後打來則於二壘之中另作泥堆分隔此二壘之高並泥堆之高以後法求之第十六圖高處丙上立桿丙丁其高爲真高數又在乙點卽隔堆之處亦立等高之桿乙戊則壘頂呷之高當以丁至戊之望線與甲桿相交之呷點定之因丙點高於甲點甚多也對面丙點亦是敵能到之處亦在擊界之內植桿丙丁則自戊至丁之望線與乙桿相交於甲點卽能定甲壘之高此壘比呷壘甚低因乙與丙略在一箇平面也壘高旣定再定隔堆之高在呷壘之子牆立桿乙乙其高等於丙丁與丙丁與乙戊自丁至乙之望線能定隔堆在己之高能保呷之子牆不爲丁處之彈

打來其對面自丁至乙之望線所定隔堆之高與前同理
若二邊成凸角如第十七圖無論爲數角相連之壘或獨
角之壘或門得藍白所剗之角俱可用前法定之第十七
圖爲門氏之角放鎗在高處寅而欲保呬呬邊之人不遇
其彈必作分角之泥堆如丙丁其長以寅呬線定之而再
引出線外使能保護壘後約五十尺其丙點不必引至角
尖以致二邊不能相通須另作甲乙隔堆與呬辰正交則
凸角二邊之子牆可以相通其二線寅丁呬與寅丙己必
向子牆所立之桿高七尺或八尺以定隔堆之高卽用前
法之意但有時敵據之高處適能貫行打我甲乙與甲乙

之二邊如第十八圖則於凸角加高其頂如丁甲丁乃在丙乙與丙乙之頂作平行線其相距等於子牆之闊而依前法定甲頂爲若干高以能保丙乙與丙乙子牆之若干長又以二箇子牆內之最大者爲甲點之高此式名爲包角若保一面或二面之高必須大於十二尺而甲頂之高又不可過十二尺則宜另作酉酉酉之隔堆其相距足能保護而高不過十二尺

有時凸角之頂祇能更高而不能改其壘之方向亦可保護壘後但二邊之子牆仍能爲敵順行貫打故必仍用包角但包角之處旣加高必用兩層子牆乙乙而爲階級以

便升登如第十九圖然此亦可用保護平面而得之設有
一線爲欲保之界又設一平面在界線之上高六尺半至
八尺此平面直對敵據之高所放鎗之點則此平面能定
二邊壘頂之高故於欲保之界並立兩桿桿上作識之高
以六尺半至八尺爲率再備等邊三角形之木架將架之
一邊與並立兩桿之識對準而以架之一角再與敵據高
之放鎗點參直則三角形架之面適合二邊壘頂之平面
無論何方向順其面而望之能定壘頂各處之高
凸角二邊引長之後再向左右引長使相遇成一方形之
壘而在近角之處作隔堆以爲保護之用如第二十圖若

有二箇隔堆或分角堆中心相交不但能保壘內各處又能保四圍之子牆故堆頂之高必高於子牆至少六尺半然築此種隔堆必預推算占地若干而依地面定其全壘之圖若壘有一面最難攻者可用一箇或多箇隔堆以爲餘牆之用如此則更易保護如申爲最堅固之凸角必先保乙丙乙而後保乙丙丁

以上保護之法言之綦詳特爲工程內最要之一事而甚長之牆能守或不能守俱依保護之法但此尙非幾何之法若欲精益求精必致意於幾何而求其理

壘之厚 壘頂之高已定其餘各高依此而定但其厚則

依敵彈之擊力並依土性而為斜率如泥土築至堅實所配之厚當合各種彈能穿之力列表如後

器名

打穿之數

牆厚之數

洋鎗

一尺六寸

三尺

六磅礮

三尺六寸至四尺六寸

六尺

九磅礮

六尺六寸至七尺六寸

九尺

十二磅礮

八尺六寸至十尺

十四尺

十八磅至二十四磅礮

十二尺六寸至十三尺

十八尺

再大者依此類推然大於二十四磅之礮不多用於陸地之攻戰故尋常之壘可不必過十四尺如壤地利國與俄

羅斯國俱以十八磅礮為常用今以戰礮之最大者定壘之厚

洋鎗

四尺三

三磅礮

四尺六

四磅至六磅礮

八尺六

八磅至十二磅礮與七磅至十磅之短山礮

十三尺

十八磅礮

十六尺

泥土甚鬆者或有多沙多卵石者皆不能築實自宜加厚加厚之後兼得深闊之溝更為敵所難攻故非時候不及或人數不足其至薄之數不可少於十四尺若作木柵厚

數可減如後表

洋鎗

五寸至六寸

三磅四磅六磅礮

三尺三寸至四尺十寸

八磅十二磅或七磅十磅開花彈

四尺九寸至五尺四寸

十八磅礮

六尺六寸

甄牆二尺八寸至三尺三寸亂石牆三尺三寸至三尺十寸俱可阻平常戰礮之彈若土性難築則無論何料可用卽用如羊毛或棉花裝於袋內或被褥或木柴或糞堆或木捆或獨用或與泥土兼用但各料阻彈之力不甚大如羊毛與棉花阻力半於築實之上木捆則多受彈擊之後

易斷而散。

前已定壘頂之高及壘體之厚其餘尺寸俱有準則如子牆當下於壘頂四尺三寸不可過四尺六寸其闊三尺爲單行放鎗人所立欲立雙行闊須四尺六寸其面應向後稍斜三尺闊者二寸至三寸四尺半闊者三寸至四寸半雨後可以速乾子牆後之斜坡卽名登坡其斜度爲高與闊一與三之比若壘之高厚過於定數則子牆當有高低二層低者距頂約七尺守兵可立一行於下層而爲上層者裝藥或可作多層如階級各高一尺闊一尺或一尺半稍向後斜泥土可省而占地亦少內斜面之斜度在子牆

面處當爲一尺卽與高爲一與四之比不可大於一與三之比壘頂之斜面不可少於厚九分之一不可大於厚四分之一常例爲六分之一因斜度大則易壞故以小者爲好歐羅巴各國常以頂之內角爲一百度所以壘頂愈斜則內斜面亦愈斜反之亦然但此法不甚合應以守兵肩之高爲常數而上斜面爲變數則放鎗不常在眞方向故內斜面之斜度愈少愈好將壘頂近內一尺或二尺作平面過此平處而作斜面如此可置沙袋於平面以護人並可得鎗孔之便其外斜面之址等於壘之高尋常之土適可作四十五度也如泥之粘力甚大者則址闊爲高三分

之二溝之內外二塹因未掘動而堅其斜址可爲高之半。若土甚鬆斜度宜多無已而必欲將各面更爲直立可加木捆或木架或草或木板或掉合之生泥壘之內面則用沙袋堵積之彈線坡內面之斜址等於坡之高而坡之上每以十二尺斜一尺壘頂應高於彈線坡之頂常以敵立於坡頂放鎗不能至營內爲率故其較當爲五尺半則壘高七尺坡頂極高一尺半其最低之數亦有一定卽壘頂放出之彈路不可高於坡面二尺坡面之斜度亦不可大於壘頂之斜度所謂彈線坡者以此也有時更作外坡尤可保護內營或先立於此打敵而後退入營內如第二

十一圖庚庚爲彈線坡庚庚爲外坡二坡之斜度不可過大至壘頂之彈不能到如庚庚線不能爲丙庚引長之線然不可有一處低於此線二尺作外坡斜面之法將庚斜面引下至地平面庚而以掘出之土作外坡若此坡但能自營內保護者可在其後置鹿角或植花籬數層則敵至此坡之頂全露其身不能暫停又不能急過且可代壘之用人在其後放鎗使敵不能近前詳見後地道法壘之高厚既定然後求土之積數將壘體橫剖面之中數與長相乘而得其總積但其土必自溝中掘出故溝之橫剖面必等於壘之橫剖面而壘若干長之土積必等於溝若干長之土積

所以設己為壘橫剖面之中數而丁為溝橫剖面之中數。

丑為其長則

丑己 — 丑丁

此式以土掘出之後其體積不改者但尋

常之壘與溝不能相等因掘出之土體積鬆大也鬆大之

數當依土性而定其乘數若大半為沙則其乘數略為○。

若全為沙其乘數為○。設以寅為其乘數則中等粘力之

泥乘數為二。壓實最堅之泥為三。若欲使壘之土等於溝

之土則上式必變為

丑子 — 丑(丁) 寅丁

又

己 — 丁 寅丁

即

丁 — 寅 寅丁

但因所得之餘土不特

為多邊形之壘。又有在壘後之礮基。並彈線坡。亦須用之。所以溝之尺寸。不計餘土。而可用後法推之。

設天為溝底之闊。而地為其深。上闊與底之較。為深之函

數。即

$\frac{\text{地}}{\text{申未}} \text{則}$

$\frac{\text{天}}{\text{申未}}$ 等於溝面之闊。又

$\frac{\text{天}}{\text{天}} \frac{\text{地}}{\text{申未}}$ 所以

$\frac{\text{天}}{\text{天}} \frac{\text{地}}{\text{申未}}$ 又

$\frac{\text{天}}{\text{天}} \frac{\text{地}}{\text{申未}}$ 溝必深。而

數。即

且闊。敵始難越。故闊不可少於十八尺。而深以起土不致

過難為度。即十二尺。如

$\frac{\text{地}}{\text{申未}} = \frac{1}{2}$

又

$\frac{\text{天}}{\text{申未}} = \frac{2}{3}$

又

$\frac{\text{天}}{\text{天}} = \frac{1}{9}$ 平方尺

所以溝闊為十二

之三卽十八尺此以溝爲三角形者

設橫剖面爲七十方尺可築高七尺厚六尺之壘使天爲

三角形之溝則

$$\begin{array}{c} \text{末} \\ \sqrt{\text{二申}} \\ \text{地} \end{array} = \text{九尺七寸}$$

而溝之闊爲十四尺半如橫剖

面一百十六方尺卽可築高七尺半厚十二尺之壘其三
角溝之深爲十二尺半而闊爲十八尺又四分尺之三所
以壘高八尺厚十八尺則橫剖面必有一百六十三方尺
也此數已爲三角形溝極大之面積再欲築子牆闊四尺

半則溝深必至十三尺又四分尺之三此形甚屬不便如
以己為溝底之闊則其深可變為十二尺四寸而溝面之
闊為二十天二尺半此溝之形式最宜於用

前論之意以內塹之上闊為等於溝深而外塹之上闊為

半深若土性鬆而內外兩塹之上闊須等於深者則地如

地二地一申末

堅實之士則兩塹上闊俱可等於深之半則地一地前式內橫

申末

剖面雖大尙可作三角形深十二尺半闊二十五尺後式
橫剖面一百十二方尺不可作三角形因其深大於十五
尺也蓋橫剖面在八十五方尺以內而爲適用之三角形
其深必爲十三尺矣今姑舍是而論溝岸守禦最固之壘
不作溝岸自壘額斜下至溝底爲一線然土性不合易於
頽圯且掘築之時將土運至壘頂而中無停處亦非易事
故溝岸殊不可少岸面之闊自二尺至四尺依土之性旣
有此岸內塹之斜度可小其斜址爲溝深二分之一至三
分之一如以壘之外斜面引長之適至內塹之斜址溝岸
之面當置阻礙之物不使敵至其處如第十二圖若內塹

斜址爲深二分之一或三分之二或一則外塹斜址常爲三分之一或三分之二而溝底亦應兩邊向中而斜可取所積之水溝底更置阻礙之物使敵不能躲藏於內

營壘新制

前論築壘祇是最簡之法一以自衛一以阻敵此章專論錯綜排列彼此相助之壘追溯掘築之法肇自太古但不知何國何人所創如北亞美利加有圓壘遺址並繁形壘遺址不能考其世代而今時此處之土人遇有爭鬥之事量已不若人者卽在地面掘成圓凹將泥四面擲開藏躲其中至事終而止又如阿爾蘭之壘古蹟尙存英國亦有

羅馬壘之古蹟。但此不過行兵在路或在戰場立刻掘築之法。而大營大堡以及礮臺城廓後章詳之。

戰場所作各壘名曰戰壘。軍兵在野而有壘壁之恃。則與城廓礮臺略同。因能據此地勢。又能壯我膽勇。兼能限敵之衝突。如聚眾來攻。則敵無所逞。而我得盡展所長。法國王捺布倫云。如在平原曠野與敵輾轉野戰。而敵兵多於我兵。則夜間停宿。必先擇易守之處作壘。以自衛。如尋常天生形勢尚不足保護者。必另加人工。故於戰鬥之餘。專心此事。但此必宜深考。自古至今之理法。今雖精益求精。反有數事不及二千年前者。所以英國工程之官專意此。

種學問

附錄舊事

前一百八十三年各國爭戰之役英國女主名安七年
爭戰之役各國王與各將軍回里恩第三馬布魯公費
拉司撒克司杜恩富來得里格第二各人爭戰之役俱
用牆壘角勝如俄國主名彼得在布得娃地交戰用數
箇營壘而能打敗數倍之敵兵又在布路底奴與法國
交戰法國人雖膽壯勇猛勉強得勝而俄國築成小壘
法國屢屢挫撓幾乎難分勝敗或謂掘築之事非用兵
之要彼因歷觀古今攻破之壘比諸保全之壘更多也

殊不知雖能攻破其圍攻之時傷人必多當更甚於尋常之戰敗如奧司得利戰於法國兩國之兵數相同捺布倫立欲築壘而敵立刻來戰法國不得施工此乃深知壘之利害也

英國助葡萄牙國抵禦法國英國活令頓公恃壘以取勝多利司維得拉司之壘築於要塞法國大軍所不能過因此退回西班牙國此處之壘略爲天下之最奇者哲臬司云葡萄牙京都里司本城建在長海角之端海角之一面爲大西洋而一面爲大固河再於要處築壘以守隘敵欲過之必先與守隘之兵戰故活令頓依此

理而作保守里司本之壘與礮臺就天生之形勢而加以人工所衛之處約三十英里自大西洋洗散脫拉河起至大固河阿蘭脫地止此處所有之山坡俱用人力鑿至直立所有之河道築堤以絕之壅蓄上流之水欲灌某處卽至某處敵所通行之路掘使不平另作路爲我兵之便行單弱之處作極固之礮臺而在別處備礮救護弱處故得周圍之堅固略得相同。

法國大將軍麥西那入葡萄牙國統兵三大支爲內與豎奴與來尼愛三將軍所領共計步兵六萬六千馬兵六千俱是百戰健卒另有法王親軍數千王命調來接

應者而抵禦法國之人不過步兵四萬八千馬兵三千半爲新募之鄉人操練未熟未經戰陣因有營壘之固法竟不能逞志而退。

葡萄牙營壘之制或斷或連有獨營有獨堡有堵壘有一面之礮臺礮能打貫敵來之路且可彼此相助第一行前面自大西洋至打格河長二十九英里號令文報頃刻遍傳守兵站牆抵禦之處在內所行之路比敵行之路更短訥比而云作此營壘之意所以阻敵能行之路而使各路之間可以擊敵者更固而不阻已兵之路以上各益藉有營壘而得設第一層爲敵破入仍可退

守第二層第三層亦極堅固第一層俱用小礮置於尋常礮架不易移動敵得之而無用兩層其長五十英里礮臺共一百五十座礮洞六百箇法兵到時遍用各法攻打傷亾多人殘廢多器外層攻至五月之久不破無奈而退回西班牙國反爲守兵所追躡蓋此處兩層之牆壘實屬完固無病法國雖有著名大將精鍊勇夫竟致無所施技也故知牆壘之制不可各處相連必須逐段分開程式之好莫過於此然亦無一定之法當依地面之形勢並欲保之處而擬用何式焉

凡欲保守城營必須鎗礮並用則必有便於放礮之處若

欲擊向一定之處或爲貫打或對山谷隘口或鹿角之旁或溝內或內塹之岸或外坡之面或凸角之外此等處礮須常對其處備放是不可高出於壘頂之上而必通過於壘中故有礮洞之制作此礮洞不宜在築壘之時必至臨用掘出則壘之堅實可以各處相同若作尋常之礮基而彈欲擊至外坡之面者礮手必有遮蔽之物故此處之壘頂必更高如第二十二圖礮彈跨過壘頂而不能用礮洞如圖之剖面形可見壘內子牆之平面與礮基平面之高低夫礮洞之尺寸厥有甚簡之法外闊不過二十寸礮手不致露身內闊爲牆厚之半牆厚之數以壘額之處計之

如第二十三圖礮欲打貫全溝或隘路或對內塹岸之面洞卽在尋常之壘內掘出而礮置於尋常之礮基上。

礮洞內口之下邊名爲檻如用戰礮此處應高於子牆面三尺半洞底自檻至外以四尺爲平面再前卽斜下而礮可俯擊洞之左右二邊依礮欲對之方向或與壘頂線正交如甲乙或斜交如寅卯斜度若甚大則壘頂必作凸角如辰辰洞之窄處得更固而礮車可與壘面正交辰吧最小必爲八尺洞之二邊必有板或草把或木捆或土簍安置牢固使不倒如第二十四圖左邊正洞如乙右邊斜洞如甲俱能對前面之溝貫打其斜洞之後空露甚多內面

易爲敵打必作隔堆西此圖亦有自壘頂開放之礮在凸
角之頂丁點爲四箇又在丙點爲二箇其礮基應比壘頂
低三尺至三尺半其長自前至後十八尺至二十尺其闊
爲一箇礮者十五尺至十八尺依礮之正放或斜放每加
礮一箇加闊十二尺至十五尺礮基之後邊須闊於前邊
以便礮車移向左右基前不必過闊以占子牆放鎗之處
礮基愈大則登坡之面亦必大如丙只有一箇如丁有三
箇其面應闊自八尺至九尺而其斜址應爲基高之四倍
礮基並登坡之二邊須削平以省內地削平之面靠以草
把木捆土簍等物其斜址可自四分高之一減至六分高

之一但尋常者不必如此亦作爲高六分之一礮基之左邊或右邊作隔堆如丙而於凸角內作礮基如第二十五圖甲在甲乙邊之庚點作垂線庚辛長十八尺或二十尺可容礮之退後卽在辛點作庚辛垂線引長之遇甲丙邊於戊而在對面度甲己等於甲戊再在甲丁線之任何點壬作正交線子丑兩邊各四尺半爲最小之數而當礮基之半闊在子丑二點各作甲丁之平行線遇二斜邊於寅於卯作寅卯線而再作平行線辰巳其相距爲十二尺至十八尺則寅卯巳辰爲礮基之平面而戊己辰巳爲礮基之底凸角甲上作壘頂之法如第二十五圖乙可見向前

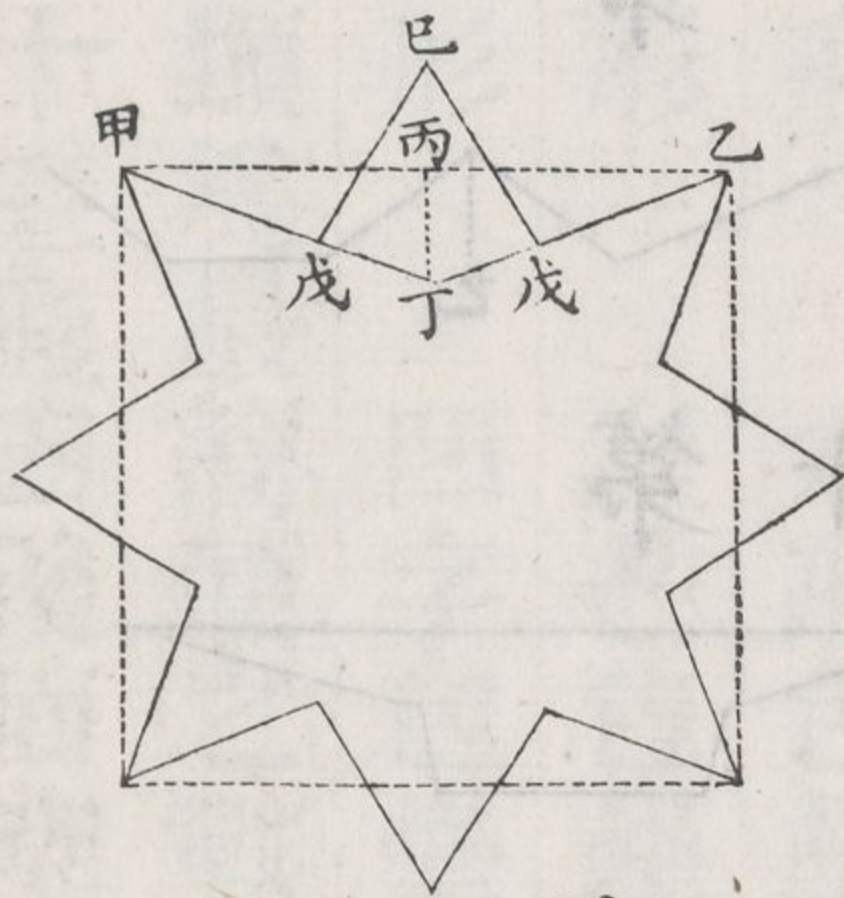
與向左向右放礮之式

壘之後面有挖溝者則子牆之上半高於地面而下半挖至低於地面所作之礮基足使礮彈跨過壘頂而出應作包角以爲保護間有容礮二箇如第二十六圖者凡此工程必將以上各法依地勢之利與事理之宜而擇其要以成適用之壘故歷覽一次卽當分別何爲有益於己而有害於敵如在鄉鄙村落亂而不平之地或臨河邊或近山坡或置鹿角或作梅花坑或築牆築壘築堡築臺輜重軍械如何藏護兵勇守禦如何排列出入進退各處有相通之路如是者無有一定之法總依地面之形勢與兵勇之

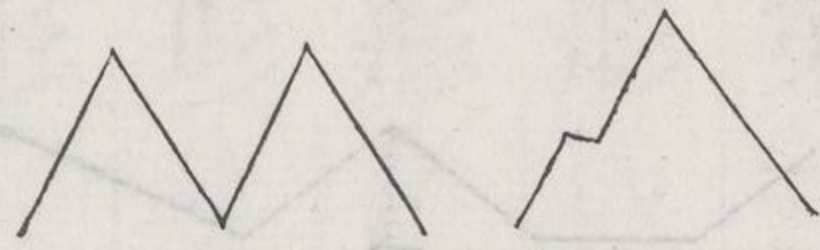
多少而經畫之所以曠觀古今遍考列國其形式之相同
甚少也以上數節自英國著名築壘之書錄出又兼採日
耳曼人之書並其書內之圖此二書甚精城營之
理

築壘雖無定法必有公理無論小營大堡或大城俱不出
此公理其要分爲六款一彼此救護之面不可長於鎗彈
之擊界二各角必略爲正角三凸角愈鈍愈好四礮可順
溝貫打五凸角之高處必準壘面之長六戰場築壘不但
阻敵之來與能放鎗礮又要在各面能互相救應此六理
者無論何處何事俱爲最要如總圖有戰場壘形第一二
三四者後面空露第五六七者四面環包

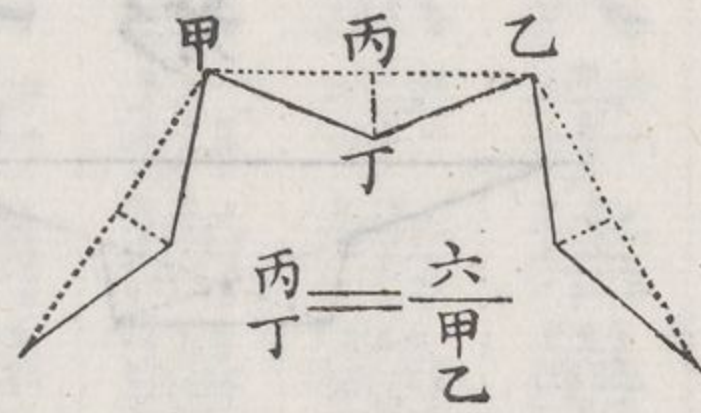
形六第



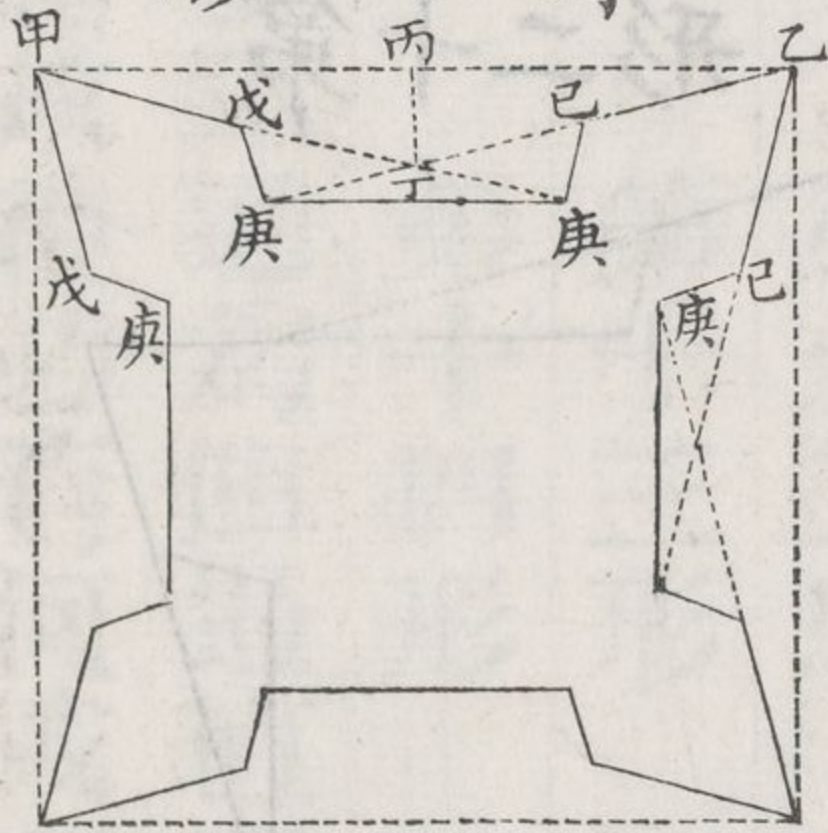
形二第 形一第



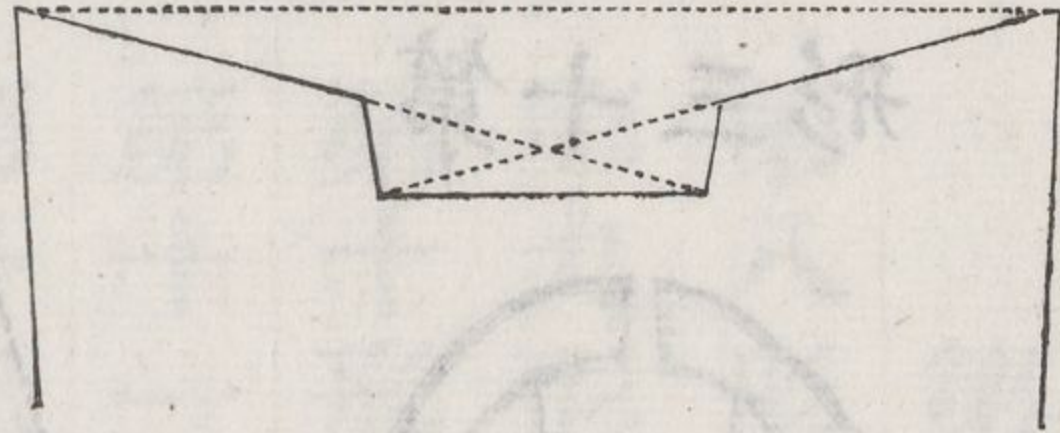
形三第



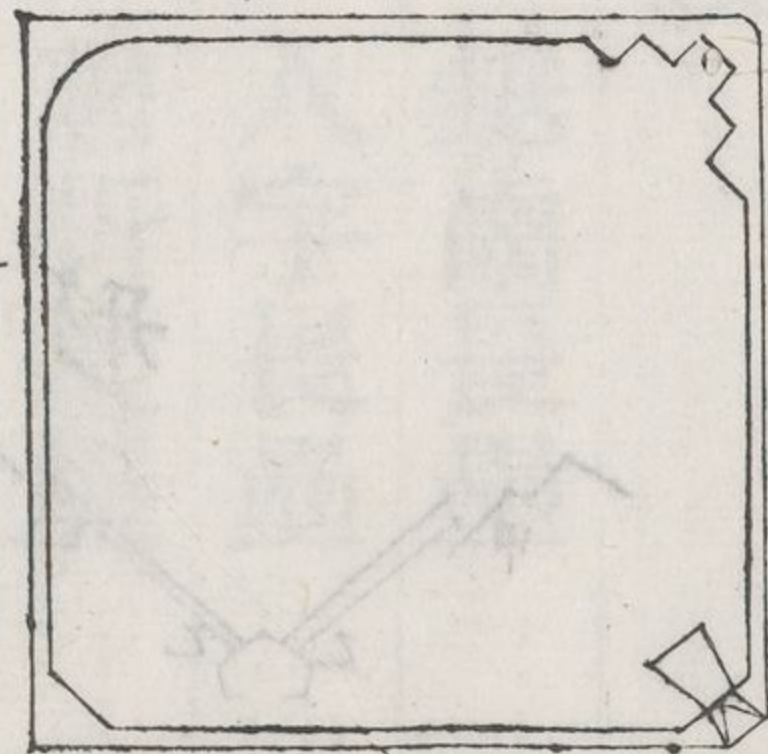
形七第



形四第



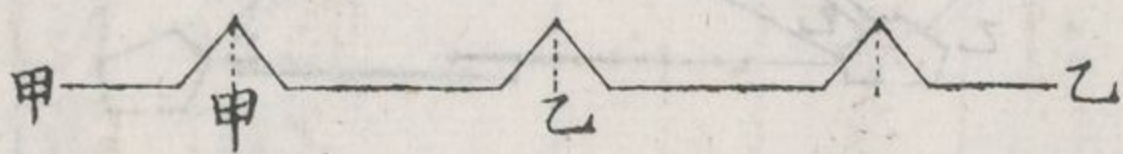
形五第



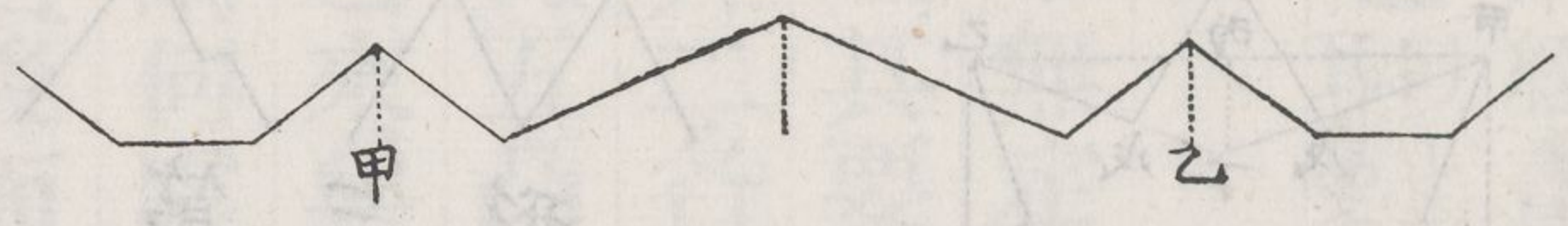
形八第



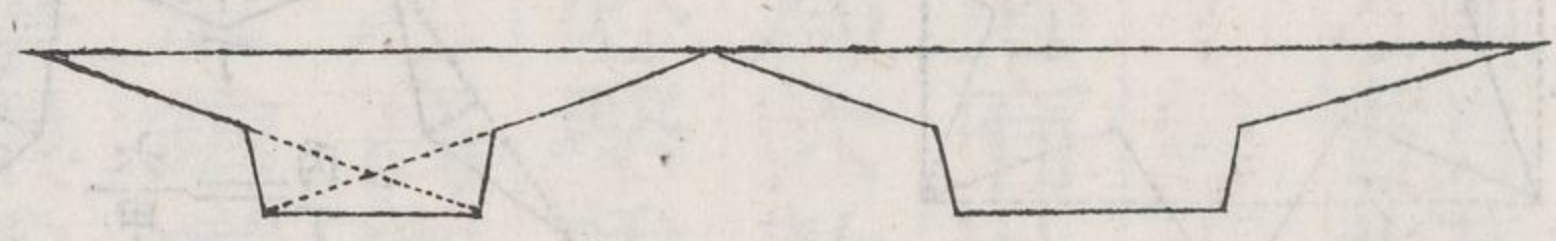
形九第



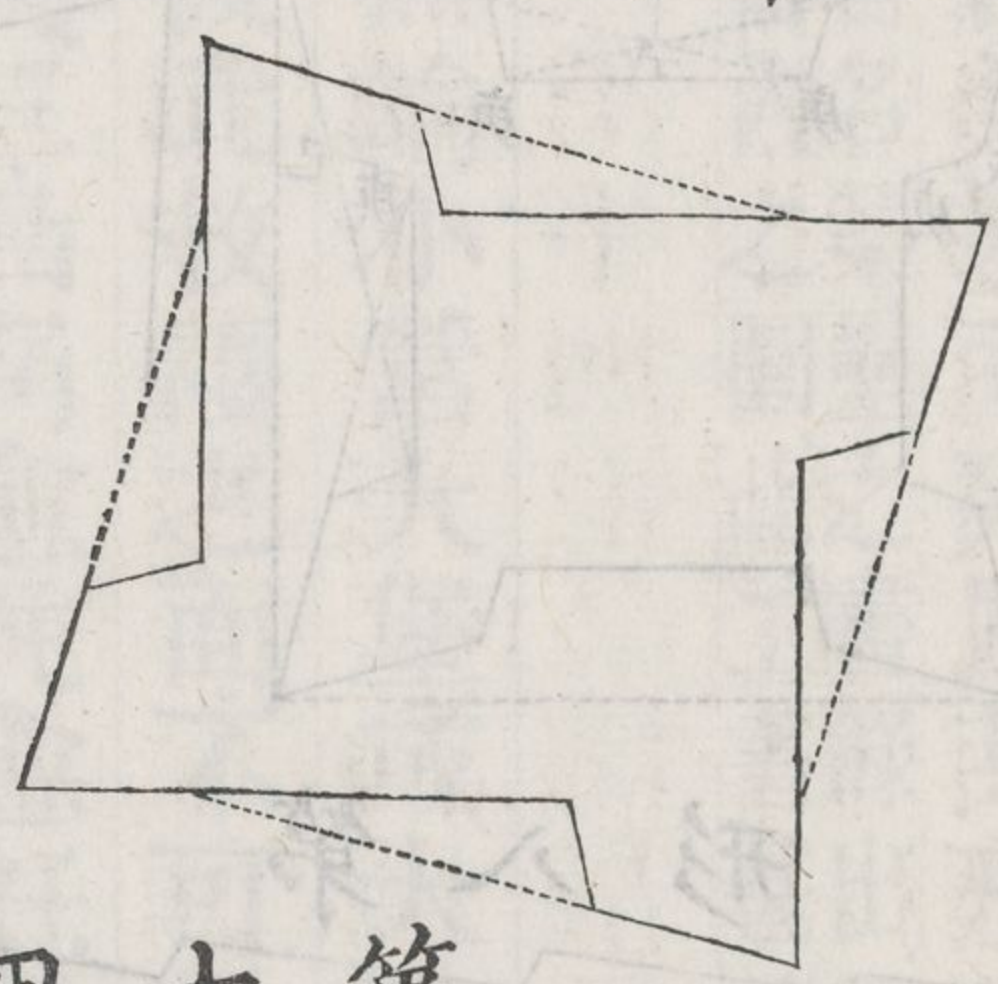
第十形



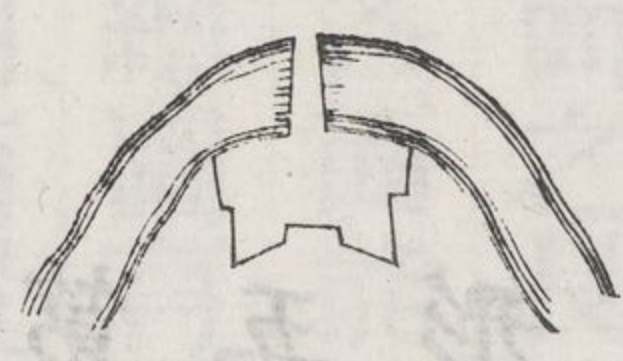
第十一形



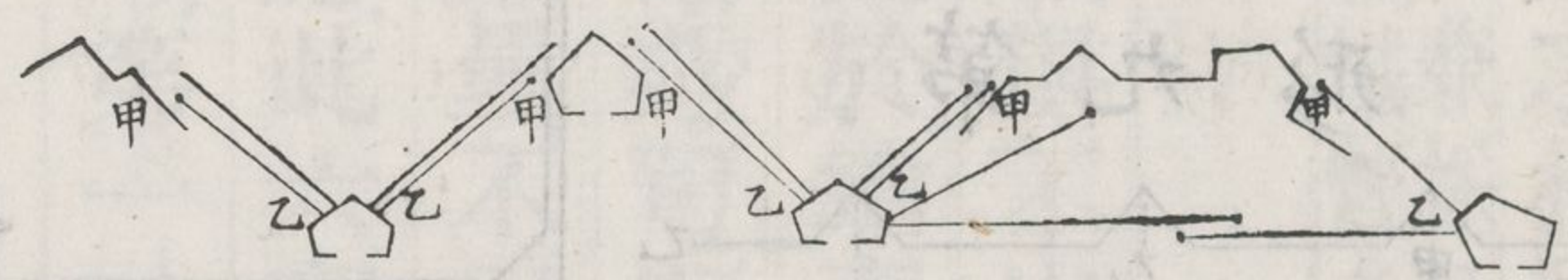
第二十形



第三十形



第四十形



第一類

第二類

第一形

人字堵壘

第八形

鋸齒長壘

第二形

从字堵壘

第九形

人字長壘

第三形

磬折堵壘

第十形

磬折長壘

第四形

凹字堵壘

第十一形

凹字長壘

第五形

方形包壘

第十二形

半凹包壘

第六形

星芒包壘

第十三形

河曲堵壘

第七形

凹字包壘

第十四形

斷散長壘

第一類為最簡便之戰壘不過為阻遏直路或橋梁之用如第十三形因後面空露故後必有河或有遮蔽之物或

管城
相離不遠有別壘能放礮救應之凡欲助人字堵壘之保
守可將其邊另作小凸角如第一形又從字堵壘如第二
形凹角之二面能彼此救應磬折堵壘如第三形凹字堵
壘如第四形前面欲寬大者用之。

方形包壘四周環包尋常作方形或多邊形然方形者多
因各面能直前開放鎗礮甚猛也但各角之前應另設保
守之法如第五形或作圓形或作鋸齒形

星芒包壘能免前法兩面不能救應之病然哲米尼之星
芒形最爲不好之法因各面仍不能救應也且凹角占地
多而難容守兵與礮不足守禦如夫留又與左臬司皆知

其病故在葡萄牙國所築之各壘其形兼視地勢而不用
星芒者。

凹字包壘如第七形恆能打貫衛邊外之溝略爲無病然
非極衝要之處不必作此式因經費與人工甚大也。

半凹字包壘如第十二形不甚合用因其溝不過一面斜
放礮能救護也此壘之頂其厚應足禦最大之彈爲要然
能禦得輕礮之彈亦屬可用如交戰之時得一險要之處
夜間築成此壘能當鎗彈者次日軍兵不移可加作更固
長壘之用或爲遮蔽前面而連絡各壘最簡之法如第九
形人字與直線兼用但其溝祇能在凸角之二邊保守故

將直線亦變爲大凸角而二邊與人字之略正交如第十形

鋸齒長壘之各面甚長而凸角之一邊與其面略正交便於打貫全溝若敵在長面引出之處不能貫打我兵則爲可用

凹字長壘如地形合宜者作此最爲堅固最爲簡便但尋常不能得正形必地面極平者始爲正形戰場作壘其溝底至凹邊之處宜漸淺因掘出之泥不可多於壘體之泥也故不作高基之壘常有此事

斷散長壘如第十四形爲此種長壘之總式其外內兩壘

之相距宜在鎗彈能到之界壘之凸角略等正角。

橋後之堵壘尋常者後面空露若得左右二端靠河邊則能全遮一橋或多橋此壘之合宜者在河道內曲之處如第十三形其用因軍兵退時可整齊過河而敵不能近橋故壘之界線與橫剖面應能得最大之益。都格拉司兵橋書內論此甚詳尋常牆壘之外另加阻敵近前之物如花籬鹿角拒馬蒺藜耕田耙梅花坑前已詳之。

鄉村市鎮保護之法亦宜掘溝築壘切不可聽敵人先據高於我之處而村鎮之內不可有易燒之房屋地勢不可過大過散周圍相近之處所有房屋籬笆敵可躲身者盡

須去之樹木則離地二尺斫去上截可以阻敵前行而不能避我之彈如房屋籬笆牆壁合用者留以備用惟外露之處必用籬笆或用溝與鹿角以阻擋之相通之街路外端必築堵壘其厚足當大戰礮之彈而高至敵不易登周圍房屋之牆作孔可向壘外放鎗如事急而不能施工掘築可用馬車滿載糞土瓦礫去其車輪或用沙袋或棉花包羊毛包或日用器具俱可爲牆壘之用如有舊礮臺或高大堅固之房屋又可爲內城之用閉塞其不用之門而將牆內作孔牆外掘溝或置鹿角若相近之高處更有急流之河卽可用以引灌

鄉僻小村與前同法其處周圍不過果園菜畦或活樹籬
笆亦可藉以作壘若軍兵少而不能全保四周則將隱僻
之處用馬車籬笆等代壘而作溝與別處分隔

兵丁退守宜毀後路之橋所以止敵之追嘗有敵追將近
而不及毀橋者往往爲敵所殲矣如爲石橋卽在橋頂作
十字形之槽其四支長各十尺而深至環石環之全厚有
三尺則用火藥一百六十磅置於十字槽內藥上蓋以甚
堅固之板而再壓泥土使藥發自磔又法橫橋作槽深十
八寸用火藥三百四十五磅如上法蓋而燒之此火藥之
數足毀半圓環闊三十五尺厚三尺之橋若毀木橋或拆

開或燒壞或火藥打去如有閒暇則可去其釘而逐塊移往別處如欲燒之先澆柏油於面上多置引火之物如欲打去可用火藥二百二十磅挂於橋下

河有淺灘欲敵不能涉過可置大石其內或將木板釘以大釘仰置其內或將蒺藜或耕田之耙置其內又可用亂石作牆不出水面或將大柴打入河底而用樹枝縛其旁爲鹿角之用又法可將小車滿載石塊行至河中將輪去之夫阻敵涉河亦屬要事而次於毀橋如敵來雖帶浮橋或追急而橋不及前則退逃之兵尙得便宜

以上數事所以使敗逃之兵退至便於作壘之處

泥土所作之壘大半靠洋鎗保護而洋鎗在壘頂施放則鎗彈之路略如壘頂斜面引長之線而彈之方向略與頂線正交故人字壘凸角對面有空處鎗彈不能照應如第二十七圖甲其空處爲一百二十度之角名爲虛角其凹角之對面病乃相反因壘頂斜面引長之線高於溝之斜面則二邊壘頂俱不能見溝岸也故凡牆壘彼此相護之處其高低必合相護之最得便宜者人字凸角爲築壘最簡之法若在直線壘之二端作此角能得大益惟後面空露如第二十七圖以乙丁丙線爲其底其二箇半底乙丁丙丁方向相同故全底爲直線

垂翼堵壘爲尋常人字形而二邊如翼其制與凹字壘略同如第十四形有數箇垂翼壘其排列之法自後壘可打貫前壘之溝所有位置之法見後

磬折堵壘爲人字形之相反以二線相交成凹角而正對外面此種堵壘必與別壘相連始有照應然獨用此法者亦有之與人字形同用者亦有之如第九形爲數箇人字形以直線相連第十形卽前式變爲磬折長壘第二十八圖爲磬折長壘之正形其凹角不可大於一百度而各邊宜等長如第二十九圖爲不等邊之磬折長壘而以人字凸角相間如丁戊己猶之第八形鋸齒長壘亦可自連多

箇鋸齒而成第十一形凹字長壘亦可數箇凹字形相連也以上各法甚屬便用而擇用在人故經畫之始必相度地勢而不執成見如第二十八圖磬折長壘之正形專爲地面甚平而寬大者所用蓋各種正形之壘無不如此若遇坎坷不平之處卽宜錯綜其勢如相近於水涯山隘可用鋸齒兼凹字如第十三形之式爲最便其短邊正對敵來之方向或用人字形與磬折形亦無不可若後面空露之壘又以垂翼形爲最好因可排列而有斷處彼此能自相保護適與正形之凹字形相似故凡後面空露之制以敵祇能到前面者用之如左近之處別有牆壘或阻礙之

物而敵不能到後面者。或地面之形勢有不能過者。則更好因守者一心禦前而不慮及後面也。但阻礙之物。雖爲敵所不能過。尤須時刻防敵之潛繞其後。是知後面空露之壘。本爲弱物。不可全恃。敵畏前者之堅守。必盡力於後之虛處也。所以後面空露者。必有別壘之鎗彈遠擊救護。尤宜將其邊連於別壘。不使敵突至其內。已至其內。而雖能逐出。亦無大益。蓋敵本不欲居其內。其意將自外面作對壘以害我也。後面圍包之法。如第三十圖。卽垂翼堵壘。後有木柵。中有鎗孔。敵將破入。急宜自將木柵打去。故用鹿角拒馬等物。亦可。惟不能遮蔽敵彈耳。凡築後面空露。

之營壘如前言之各式四面圍包之營壘如後言之各式必詳察地勢何者更能便利穩當又須兼顧外援來助之難易然須暫時專靠自守者後面不可空露因空露之壘小而守兵不能多若聚攻者眾而自知無外援必致無心堅守故惟有圍包之壘爲可靠但圍包之壘亦須極其堅固而用各法阻敵則守者心性堅定自知齊心出力可以持久而不能破數年前俄國與土爾其交戰巴拉若拉物所有之堡爲土國人所守因不堅固竟爲俄國所得設各堡內有法國英國相助自可守禦更久無奈守者少而攻者多久無外援何能一心死守耶故凡不相連之壘當有

一定之法能在若干時內必有救援否則難於固守最要者保守此種牆壘宜用最上等之兵將

圍包之營可分二種一種無凹角者一種有凹角者無凹角者或爲等邊形或爲不等邊形其邊數不定惟最便而常用者爲方形如第五形但此法之病因各角無保護之邊所以置礮於角使可打貫角前並可打貫二邊引長之處其邊應對敵來之方向如第三十一圖右半爲長方形其溝之內塹漸斜至底用鹿角等法以阻敵此營之益敵所能到之各處鎗礮之彈俱能打到其處而不敢前來其門開在隱藏之面門內須有隔牆其花籬之處能將隔牆

與壘壁相連而門用木柵爲之營內兼作別隔牆以遮護軍兵內地寬大可作平行之長隔牆若欲久守壘上加蓋守兵如在屋內藏火藥之房亦可靠此隔牆如第三十二圖爲火藥房之平視形與剖面形在木柵隔牆之後與外壘相離此火藥房長八尺闊五尺高六尺半在地面之下旁用木板上用堅固木板作人字形之蓋再蓋以泥二三尺

以上爲無凹角之大略其營內地面之大小足爲守兵踏立居住然此營之壘旣無對邊之保護又無天然阻敵之物則人數必足齊守四面

推算等邊形之公式設天為任何等邊形邊長之尺數卯為邊數呷為子牆內地之面積地為人數己為每人站立

壘長尺數吧為每人居住平方尺數則

己地 — 卯天

又

吧地 — 呷

即

地 — 己 — 卯天 — 吧呷

所

以再如第三十三圖自多邊形之心呷至一邊甲乙所

己卯吧天 — 呷

作之垂線呷丁為己自甲乙邊至內容之地界線寅卯之

相距丁乙為丁則

$\frac{\text{乙}}{\text{丁}} = \frac{\text{丁}}{\text{丁}}$

又因

$\frac{\text{丁}}{\text{甲乙}}$

與之比若

$\frac{\text{乙}}{\text{乙}}$

與

$\frac{\text{卯}}{\text{寅卯}}$

之比則

$\frac{\text{己}}{\text{天}} = \frac{\text{丁}}{\text{寅卯}}$

即

$\frac{\text{己}}{\text{天}} = \frac{\text{丁}}{\text{天}} = \frac{\text{己}}{\text{天}}$

若將己之同數為天之函數並心角軫即等於

$\frac{\text{天}}{\text{軫}} = \frac{\text{餘}}{\text{切}}$

明之則己與多邊形為同變之數所以將其變倍數

$\frac{\text{天}}{\text{軫}} = \frac{\text{餘}}{\text{切}}$

以亢代之則

己=亢天

而

寅卯

即營內地而卯寅己辰之邊等於

天丁天=天丁天

又

丙乙=寅卯

餘切三軫

亢(天丁)

而三角形而寅卯之面積即

三寅卯丙乙=三亢(天丁)

又

甲=三卯亢(天丁)

所

以化之得

己卯天=三卯亢(天丁)

天=亢(天丁)

(二丁)己

其變數

亢=三餘切軫

而為各形得數如下

三邊形○二八八

方形○五〇七

五等邊形○六八八

六等邊形○八六六

如作方營令各數為

丁 = 一 二 尺

己 = 三

吧 = 六 ~~三~~ = 一 八

天 = 六 二 八 一 尺

= 二 一 碼

此為用單行守兵共八

十四名可作最小方壘之邊又如另加餘丁三之一則

二

天 = 七 六

六 六 尺

即略為二十六碼其人一百五十六名若用二行守

兵則已=三 天=八九六尺即略為三十碼人數為二百四十名如用三

行守兵而餘丁為全數三分之一則已=一 天=一五尺略為三十八碼

而人共四百五十六名

三角形之營不甚多用因面積小於邊長之比若用二行守兵則每邊最小之數應長五十四碼共兵三百二十四名壘之共長必為一百六十二碼但方壘每邊三十八碼者可容兵四百五十六名亦站二行而有餘丁三分之一其壘之全長不過一百五十二碼三邊形者其對角之外

不能直打之處甚大。故經始壘址，必將方形之各數配合其人數，以期減省人工，而得速成。若營內欲作隔牆，或礮基，並火藥房，則必加長其方邊。如三十八碼爲一邊之方壘，多加一碼，可加十二人，共得四百六十八人。而營內面積，只須加二百十六平方尺，爲十二人之居處。故邊多加一碼，共加面積五百四十九平方尺，尙餘三百三十三方尺。如其邊加長至四十五碼，而人加至五百四十名，則得餘積二千七百〇九平方尺，足爲極大之礮基。能用大礮三箇，短礮一箇，又可作隔牆一堵。以上尺寸，最宜於尋常之小方壘。或云大於此數，則必作凹角之形，能得對邊相

護之益。此言殊屬不確。蓋尋常之方壘更大更好。如用凹角則各邊必甚短。而此邊之能護對邊亦必短。初視之以爲合法。至臨用時之不便特甚。如總圖第五形一角有小曲之形。卽能免外角之病。但此施工甚難。最便者截平一角。或作圓角。或作高礮基。如本形四角之式。所有凹角之壘。如第六形自方形變爲八角之形。比諸自三角變爲六角者更便。因有面積甚多也。但此形之病已角雖大於六十度而足用。而其甲角與乙角則小於六十度。此形之最小者甲乙邊爲六十碼。而甲戊戊己戊乙爲二十碼。其內地尙足容當配之人數略爲九百名。如第三十四圖者可

爲多人所用。此爲五邊形。將呬平分於丙作丙吧。正交線。此線之長等於呬五分之一。而作呬吧與呬吧。二線又作呬丁與呬丁。各爲呬呬十二分之五。又作丁丙丁丙。二線則呬呬二角各爲六十四度。其短邊各爲二十三碼。其外邊一百二十碼。所有半凹字包壘。如總圖第十二形。不合常用。若人數多而有暇。宜作凹字包壘。爲有益。如第七形所得之益。以前各形所不能及也。只用全邊之幾分。已足保護全邊。卽二箇凹字形。庚戊甲己庚與庚己乙己庚之二對邊。戊庚己庚能保護當中之邊。庚庚又能保護甲戊乙己而一邊所放之鎗礮。能打至對邊溝之內面。故

凹字形與垂翼形獨自一壘可以固守所用之長邊卽相連數箇堵壘以代長壘之意然方形者尙不及五邊形者之佳戰場作凹字形之壘其意自石城而出其餘各形乃自太古時極粗笨之人所造過者而爲考準其形與尺寸也凹字形之源流別詳於後茲特言兵丁攻戰皆應恃壘以爲固如總圖第十三形爲凹字形之堵壘其外邊或爲直線或另加小曲作壘之意乃欲先得此橋然後我兵可以有事於河之對邊或作垂翼形或作人字形如總圖第一形之左邊設有過橋之人數甚多而欲前行愈遠則作此橋堵宜寬大其形勢尋常應作二橋如軍兵退至河邊

而壘不足以容其過橋則爲用兵最拙之事如第二十五圖爲橋堵放大之形而作垂翼形軍兵到此二邊俱能出入壘頂之鎗礮又能救應之又如第三十六圖作垂翼堵壘於河曲前再帶以磬折長壘河之彼岸亦作長壘以爲歇息之地磬折長壘之端西西爲隔牆己己爲橫流之鐵索或再加狀有此物敵不能用跳擊之法打橋且能截住上流放下之火船如多作垂翼形而成斷散長壘比前法更長者宜於闊大之地勢故築壘者必依地勢之廣狹與人數之多寡能使軍兵可進可退不危不亂爲要。

