

# ○大坂砲兵工廠火藥庫爆裂

ニ就キ

委員 理學博士 長 岡 半 太 郎

明治三十五年八月二十日日本委員重力測定ノ爲メ廣島出張中本會ヨリ大坂砲兵工廠火藥庫爆裂視察ヲ命スル電報ニ接シ即日發途翌朝大坂ニ達シ直ニ砲兵工廠ニ至リ宮川少佐吉澤技師ノ案内ヲ得テ火藥庫所在ヨリ家屋ノ被害ノ模様ヲ一覽シタルニ爆裂ニ因テ生ジタル諸害ハ專ラ空氣ノ打衝的振盪ニ基因スルヲ認メタリ即チ學理的ニ換言スレバ火藥ノエネルギーノ大部分ハ空氣ヲ振盪スルニ費サレ其振盪ハ大部分牆壁窓戸ヲ破壊スルニ消費サレタルニ外ナラザルナリ

## 概 況

爆裂ハ八月十五日午後四時五十七分ノ出來事ニシテ予ガ一見セシハ凡ソ六日ヲ經タル後ナレハ證跡堙滅シタルモノ少ラズト雖モ氣振ニ隨伴スル結果ハ多分ニ殘留セリ今爰ニ概況ヲ述ベテ而ル後ニ論スルトコロ有ルベシ

火藥庫ハ辨天島ニ在リ一角ヲ除クノ外強固ナル土壁ヲ以テ圍ハレ西南壁ニ近ク築カレタル木造ナリシナリ爆裂後周圍ノ礎ニ用キタル煉化石ノ半バ壅粉トナリ半バ虧缺シタルモノ、ミ

有リテ地盤ヲ少シク掘鑿シタル如キ模様アルヲ見タルノミ西南隅ニ并植セル樹木大部分ハ焦皮シ或ハ幹ヲ碎裂シ恰モ電撃ニ罹リタルモノ、如シ壁内ニ在リタル避雷柱ノ如キハ飛散シテ形骸ヲ餘サズ只其銅線ハ遠ク川ヲ越ヘ相生小學校ニ墜チタリト云フ隣壁ヲ隔テ、小屋在リシガ今其狀ヲ詳ニスル能ハズ其一隅ニ雷汞室在リ煉瓦造リニシテ被害ノ模様ナシ又土壁ヲ隔テ、爆裂シタル火藥庫ト同様ナル木造有リ戸扉破レ屋瓦壞亂セリ然レモ礎ニ積ミタル煉瓦積ハ完全ニシテ階段モ亦然リ火藥庫ノ東北ニ位スル小屋検査室藥囊室ノ如キハ慘害殆ト大地震ニ遭遇シタルモノ、如ク全屋顛覆戸障飛散收拾スベカラザルノ有様有リ又土壁内ニ圍ハレタル家屋ノ大破セルモノ數多アリ稍々遠ザカリテ木造倉庫ノ板塀ガ傾キタルモノ玻璃窓ノ破壊シタルモノ等ノ如キニ至テハ數フルニ違アラス其構外ニ於ル被害モ小少ニ非リシハ明ナレモ時日ノ之ヲ調査スルヲ許サマリシヲ以テ之ヲ掲ゲズ是等ノ記載ハ新聞紙ヲ讀ミタル人ニハ殆ント蛇足ノ感アラン只是等ヲ如何ニ觀察スベキヤノ一點ニ集中スルノミ

## 如何ニ觀察スベキカ

爰ニ何故ニ火藥ハ破裂セシヤノ問題ハ不問ニ附シテ予ハ此被害ハ如何ニシテ起リシヤノ問題ニ移ラントス災害ノ模様ヲ一

見セシ人ハ誰ニテモ其氣振ニ依シルヲ認識スベシト雖モ爆裂ニ因テ地盤ノ強震ヲ來シ是ガ爲メ家屋ノ破壊セシニハアラザルカヲ疑フ人モアラン次ニ空氣ノ振盪ニ因ルモノト爲スモ玻璃窓破碎ノ情況等ヲ調査スルキハ如何ニシテ空氣ノ微動ガ斯様ノ現象ヲ呈スルカ解釋ニ苦ムハ論ヲ俟タザル所ナリ予ハ最初ニ地震ノ細微ナリシヲ明ニセシ

大地震後ニ震源地ヲ踏查スルキハ龜裂或ハ堤防ノ壞缺等ニ注目スベシ今回ノ爆裂ニ於テ震源地ト認ムベキハ火藥庫ノ位置ニシテ其附近ニ於テ龜裂ヲ生ジタルヲ檢スルニ更ニ其痕迹ヲ止メズ只其一隅ニ當リ一二尺計リノ窪ミヲ生ジタル恰モ鋤ヲ以テ斜ニ掘鑿シタル如キ形跡ヲ呈ス(第一圖參照)而シテ其方面ニ當テ土壁ノ小部分ハ外部ニ瘤起シテ壁ノ斜面幾分カ平カナラザルモノ有リ(第二圖)若シ震動ノ激シキモノ有リトセバ必ズ壁ノ缺損等ハ四隅ニ於テ著シカリシナラント雖モ堤上ニ繁茂シタル葦草ノ火藥ニ焦燥サレタルモノ有ルヲ見ルノ外更ニ激震ヲ證スルモノ無シ特ニ震動ノ薄弱ナリシヲ認ムル好材料ハ隣園ノ一隅ヲ占ムル雷汞庫ニシテ煉瓦石積ミノ少シモ破損セザリシト又園ヲ起ヘテ木造火藥庫ノ屋瓦ハ破碎散亂セルモノ有リト雖モ其礎タル煉瓦石積ガ毫モ被害ナカリシハ地震ノ微弱ナルヲ示スモノナラン然レモ地面上ノ爆裂ナル故上下

動ノ水平運動ニ比シテ極メテ微細ナルハ言フ迄モナキ事ニシテ地震ヲ震源地近傍ニ於テ觀察スルモノト多少ノ差違無キヲ保セズ案ズルニ爆裂ニ依テ生ジタル地震ハ大部分水平動トシテ附近ニ傳播シタルベシト雖モ其地震ノ如キ災害ヲ及ボスニ至ラザリシガ如シ要スルニ爆裂ノエネルギーハ主トシテ空氣中ニ傳播セシモノ、如シ

氣體内打撃的震盪ノ傳播

音波ノ空氣中ニ傳播スル速度ハ零度ノ溫度七六〇耗氣壓ニシテ壹秒ニ凡三三二米ナリト雖モ是固ヨリ空氣分子ノ振幅極メテ小ナルキニ於テノミ此價ヲ得ルモノニシテ音波ヲ去リ打撃的震盪ニ移ルトキハ振幅ハ震源附近ニ於テ決シテ小ナラズ固ヨリ確實ナル振幅ヲ與フル試驗ハ未ダ學術界ニ顯レズト雖モ吾人ハ空氣ノ壓縮率ヲ知ルヲ以テ傳播速度ヲ精測スルヲ得ルトキハ振幅モ又推算スルヲ得ベシ而シテ其推算ノ方法タル一定ノ假說ニ基ク打撃的振盪ノ理論研究ヨリ演繹シ來リタルモノナレバ其實際ト全ク符合スルヤ否ヤハ未ダ知ル能ハズト雖モ其概略ヲ探知スルハ難キニ非ズ數學者リーマンガ嘗テ偏分微分方程式論ノ好例トシテゲツチンゲン、ナヒリヒテンニ掲載シタル有限震幅縱波傳播ノ論文ハ爆裂ニ依テ生ズル氣震ヲ研究スル理論ノ發端トナレリ其後リーマンノ假說ニ對スル批

難ハツムリルツ、ロード、レーレー、諸氏ノ提出スル所トナ  
リシモカツリー、ハー、ウエベル諸氏ノ反駁有リテ多少ノ疑  
問ヲ存セザルニ非ルモ概シテリーマンノ所説ニ傾ケルモノ、  
如シ實驗上ヨリ論スルトキハ爆裂的震動ハ放電ニ依テ生ズル  
モノト略ボ相似タルヲ以テマフ氏ノ如キハ放電ノ氣震傳播測  
定ヨリ爆裂氣震ノ傳播ヲ論ジ遂ニ飛丸ヲ寫真スル迄ニ進歩セ  
リ然レトモ大ナル爆裂ノ試験ハ千八九六、七兩年ニ亘リウオ  
ルフ氏ガ實驗シタルモノウエイエイユ氏ガ實驗シタルモノ等最  
モ能ク氣震ニ物理學ノ相貌ヲ備ヘシメタルモノ、如シ  
予ガ知ル所ヲ以テスレバウエイエイユ氏ノ測定ニ懸ル千百米ノ  
速度ガ精測サレタルモノ、最モ大ナルモノニシテウオルフ氏  
ハ榴彈裝藥千五百斤ノ爆裂ガ震源ヨリ凡ソ十米ノ距離ニ於テ  
八百六十五米ノ速度ヲ認識シタリ然レトモ氣震ガ震源ヲ遠カ  
ルニ從ヒ速ニ衰殺サル、ヲ以テ二十五米ニ於テ四百七十五米  
五十米ニ於テハ三百八十八米百米ニ於テハ三百六十四米二百  
米ニ於テハ三百五十八米トナレリ  
右ノ例ヲ以テ觀ルニ砲兵工廠ニ於ケル爆裂ハ三千七百斤ノ火  
藥ニ基因スルモノナレバ其エ子ルギーハ少クモウオルフ氏ノ  
實驗ヨリ大ナリシハ疑ヲ容レズ只火藥ノ性質貯藏ノ模様等ニ  
依テ爆裂ノ状態ニ差違有ルベシト雖トモ恐クハ其傳播速度モ

火藥庫ノ近傍ニ於テハ千米ヲ超ヘシナルベシ當時其速度ヲ驗  
スベキ裝置モ無ク又驗證スベキ材料モ無シト雖トモ前例ニ對  
照スルトキハ音波速度ノ數倍ナリシモノ、如シ

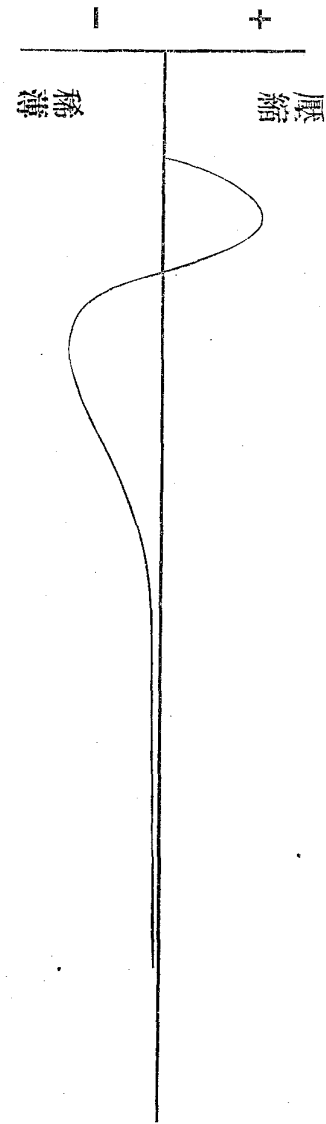
#### 空氣ノ分子速度并ニ振動ノ状態

音波ニ因リテ空氣ノ振動スルニ當リ其分子ノ速度ハ極メテ遲  
緩ナル者ニシテ一米ヲ超ヘズ然レトモ打撃的震盪ヲ受クルヤ  
大ニ趣ヲ異ニシ震源ノ近傍ニ於テハ音波ノ數百倍ナルヲ得ベ  
シ是畢竟爆發ニ隨伴スル氣體ノ發生ニ基因スルモノニシテ小  
容量ノ火藥ガ劇ニ莫大ナル氣體ニ變スルヲ以テ空氣ヲ排除シ  
テ之ヲ充實セザルヲ得ザルナリ而シテ其空氣ハ動搖スルニ際  
シ震源附近ニ於テ甚シキ壓迫ヲ受クルヲ以テ其分子ノ速度ハ  
頗ル大ナルモノナリ前記八百六十五米ノ傳播速度有ル所ニ於  
テハ四百二十三米ノ速度ヲ以テ分子ハ運動スルヲ詳ニスルヲ  
得ベシ然レトモ傳播速度ノ減殺サル、ニ從ヒ分子速度モ亦タ  
甚シク衰退シ四七五米ニ對シテ百米ノ分子速度ヲ得三百七十  
一米傳播速度ニ對シテ十三米トナリ三百十七米ニ下リテ僅ニ  
一米餘トナル割合ナリ  
震動ノ傳播スルニ際シ空氣分子ノ動搖スル前記ノ速度ハ空氣  
ノ如何ナル状態ニ在ルカヲ察スルニ足ルベシ又震源ヨリ波及  
スル波動ハ概ネ球波ニシテ爆裂ヲ寫真スルトキハ能ク震源ヲ

包圍スル球形ノ光環ヲ現ズルヲ認ムル猶ホトヘブレル氏ガライデン瓶ニ就テ試験セシモノ、如キヲ見ル又彈丸飛行ノ寫眞ニ現ズル空氣壓縮ニ基ク光屈折ニ異狀ヲ呈スル現象ニ外ナラザルナリ砲兵工廠ノ爆裂ニ於テ球波ノ傳播セシヲ示ス好證左ハ下ニ記載スルコト有ルベシ

振動ノ狀況ハ單一弦運動ト認定スベキヤ否ノ問題ニ就キテハ先ツ實驗ニ訴フルノ外ナキナリ單一弦運動ニ非ルトキハ理論上之ヲ論スルモ亦頗ル複雑ナルヲ免レズウオルフ氏ノ檢索ニ依レバ振動ハ決シテ單一

ナラズ震源ヲ距ルニ從テ空氣ノ稀濃ヲ示ス曲線ハ對立ノ性質ヲ失シ縮壓ニ相當スル部分ハ漸次小時間ニ限ラレ稀簿ニ相當スル部分ハ極メテ久キヲ見



ルナリ換言スレバ最初振動ノ傳播スル方向ニハ打撃的性質ヲ霎時保有シ其後ニ於テハ緩慢ニ舊狀ニ恢復スルナリ此狀態ハ獨リウオルフ氏ノ實驗ニ限ラズ又ウイオル氏ガ音波傳播速度ヲ鐵管内ニ試験シタル際既ニ確メタル事實ニシテ其然ル所以ハブリュイン氏ノ研究ニ照シテ既ニ明瞭ナル所ナリ斯ル場合

ニ於テハ最初音響ノ感覺ヲ耳朵ニ呈スト雖モ漸次音波ノ性質タル單一弦運動ノ性質ヲ失シ遂ニ一種ノ響ノ如クナルナリ爆裂ニ在テハ其趣ハ大抵同一ナルベシト雖モ其エネルギー極メテ大ナルヲ以テ迅雷ノ如キ感覺ヲ與フルハ蓋シ專ラ空氣振動ノ壓縮稀簿ニ於テ著シキ緩急ノ度ヲ殊ニスルニ外ナラザルベシ圖ヲ以テ是ヲ示セバ其狀態左ノ如クナルベシ

是等ノ爆裂ニ關スル氣振ノ狀態ハ被害ノ有様ヲ詳悉スルニ最モ有効ナル證明ヲ與フルモノナルコトハ次ニ之ヲ論ズベシ  
爆裂ノエネルギーガ空氣ニ傳ハリテ前記振動ヲ起シ其傳播スルヤ音波ト違ヒ響影ヲ呈スルハ數多ノ好例ヲ得タリ次ニ之ヲ掲ゲン

被害ノ模様并ニ其説明  
被害ノ模様ハ之ヲ記述スルヨリ寧ロ之ヲ示ス圖ニ就テ逐次説

明ヲ與フルニ如カズ

第壹圖ハ火藥庫ノ爆裂跡ヲ示スモノニシテ大部分取片付タル後チナレバ只ニ礎タリシ煉瓦石ノ碎片ト堤防ニ繁茂セル稊草ノ燒焦ゲタルヲ知ルニ止ルノミ而シテ包圍内ニ在リシ火藥庫ハ第四圖ニ示ス木造ト同一ノ構造ニシテ圖ノ左側ニ近カリシナリ故ニ第二圖ニ示ス堤防ノ外部ニ些少ナル瘤起ヲ呈シタルヲ見ルナリ爆裂ニ因リテ樹木柱梁ノ破碎セルハ第二圖ノ立木ノ幹ヲ見テモ亦第三圖ニ示ス火藥庫材料ノ飛散シタル切レ口ヲ見テモ尋常ノ斧鋸ヲ用キテ切斷シタルモノト趣ヲ異ニスルハ一目瞭然タリ第三圖ハ相生小學校ニ收容セル木材避雷針銅線等ノ破片ヲ示スモノナリ

第四圖ハ爆裂セル火藥庫(距離六〇米)ト相對シ同様ノ構造ナリシモノヲ示ス屋根及ヒ四壁ハ大抵破壊セリト雖モ基礎タル煉瓦積ハ完全ニシテ地動ノ甚シカラザリシヲ證明スルニ足ルベシ而シテ被害ノ防堤ヨリ露出セル部分ニ大ナリシハ空氣ノ振盪格外ニ分子運動ノ激烈ナリシニ起因スルヲ證スベシ又防堤ノ其影ニ在リシ部分ヲ保護シタルモノ、如ク火藥庫ヲ距ル百米以内ニ在リシ番兵ガ負傷セザリシモ堤ノ影ニ在リシガ主因ナリシガ如シ若シ誤テ今少シク堤防以外ニ立チシナラバ多少ノ害ヲ被リシナラン

第五圖ハ火藥庫ヨリ凡八〇米ノ距離ニ在ル藥囊場檢査場物置ヲ示シ破壊力ノ如何ニ強カリシヲ示スニ足ルベシ此ノ如ク短距離ニ於テハ猛烈ナル空氣ノ壓縮稀薄等ニ伴ハレ甚シキ災害ヲ殘シタルナルベシ家屋ノ下部ヨリモ上部ニ於テ被害大ナルハ能率<sup>モイスト</sup>ノ上部ニ大ナルニ因ルヲ見ルベシ而シテ第一火藥庫ニ最モ近キモノト第二第三ノ位置ヲ占ムル倉庫ノ被害トヲ比較スルニ其間著シク差等有ルヲ認ムルハ爆裂ノエ子ルギーガ如何ニ破壊ノ仕事ニ消費サレタルカヲ詳ニスルヲ得ベシ

第六圖ハ震源ヨリ球波ノ傳播セシヲ證明セルモノニシテ火藥庫ヨリ百二十米ノ距離ニ在ル職工食事場ヲ示ス火藥庫ヨリ徑線ヲ描クトキハ塲ノ前面ニ直角ニシテ側面ニ平行ス前面ニ甚シク破損シ壁落チ柱折ル、モ徑線ニ平行セル板壁ハ瑣少ノ被害無ク障子ノ散亂セシニ止レリ是レ傳播ノ火藥庫ヲ球ノ中心トナシ徑線ニ沿フタリシヲ證明スル好材料ナリ

第七圖ハ火藥庫ヨリ百九十米ニ在リ第八圖ハ三百二十米ニ在ル倉庫ノ側面ヲ示ス破壊力ハ板壁ノ面積ニ比例シ上部ニ至リテハ其能率ヲ増加スルヲ以テ自然壁ハ傾斜シ下部ノ食ミ出シタル狀況ヲ呈スルナリ二圖ニ在テハ地面ニ近キ所ガ如何ニ變動ヲ來シタルカニ注意スルヲ要ス又第八圖ニ於テ波狀的ニ食ミ出シタルハ多少動搖ノ狀況ニ關係スルモノ在ルガ如シ

第九圖ハ三百九十米ノ距離ニ在ル大煉化屋ニシテ其窓ノ大概ハ破碎セリ然レモ空氣振盪ニ當リシモ一部分開閉自由ナリシモノハ自ラ原形ヲ保ツヲ見レバ振動ノ傳播方向ニ開キテ災ヲ免レタルモノ・如シ

第十圖事務所前ニ在ル砲架工場(距離二百二十米)ニシテ上部ノ小窓ガ面積大ナル下窓ヨリ甚シク害ヲ被レルヲ明ニス前ニ説ク如ク影ヲ顯ス光波ニ似テ音波ト違フ點ノ好例ナリエ子ルギーノ大部分ハ前ニ建テル煉化屋ノ窓ヲ破リ壁ヲ盪カスニ費サレ而モ其波動ハ音波ト異ルヲ以テ下窓ハ面積大ナリト雖モ之ヲ打擊セシ空氣ノエネルギーハ上窓ニ於ケルモノヨリ比較的微弱ナリシヲ示セリ

第十一圖ハ六百二十米ニ在ル火具物置ニシテ爆裂當時ノ現狀ヲ示ス好材料ナルガ如シ第九第十圖ニ示ス玻璃窓ノ破壊セル際破片ガ如何ニ飛散セシカハ今日之ヲ詳ニスルヲ得ザルモ第十一圖ニ示スモノハ未ダ取片付ザリシヲ以テ其模様ヲ知ルヲ得ベシ氣振ノ傳播ハ窓内ニ向ヘリト雖モ不思議ニモ破片ハ窓外ニ多クシテ窓内ニ少シ

第十二圖ハ第十一圖ノ左端ニ位スル窓ヲ寫シタルモノニシテ玻璃窓ノ木骨ガ打擊ニ逢フテ如何ニ傳播ノ方向ニ屈曲シ從テ玻璃ノ破壊セシヤヲ明ニセルモノナリ

歐洲ニ於テ經驗シタル火藥破裂後ノ狀況ヲ繹スルニ震源ヨリ少ク距リタル處ニ在リテハ玻璃屋根瓦ノ破片多クハ傳播ノ方向ト反對ニ飛散セルヲ見ル其理由ニ至テハ前記振動ノ模様ニ因リ容易ニ説明ヲ與ヘ得ベシ遠方ニ在テハ壓縮波ハ霎時ニシテ稀薄波ハ長時ナリ壓縮波ハ破壊ヲ來ス主因ナリト雖モ短時間ニシテ打擊的作用ヲ生シテ破片ノ其方向ニ散飛スルノ違アラザルニ稀薄波ノ交代スルアリ而シテ波ハ長時間ニ亘ルヲ以テ破片ノ大部分ハ傳播ト逆向シ散亂スルハ自然ノ勢ナリト第十圖ニ示ス窓ガラスノ窓前ニ狼籍スルハ此議論ヲ以テ詳ニシ得ベシ又打擊的措用ノ傳播方向ニ在ルハ第十二圖窓骨ノ破壊狀態ニ由テ明ナリ

### 結 論

若シ右ノ視察ヲシテ爆裂ノ當時ニ在ラシメバ爆裂ニ基因スル地盤運動ノ模様ヲ知ルノ材料ヲ得タランモ知ルベカラズト雖モ壹週日ヲ經タル後ニ在リテハ之ヲ收拾スル事至テ難ク議論ヲ單ニ氣振ニ止ムルニ至リタルハ遺憾ナリト雖モ要スルニ今回ノ爆裂ガ慘果ヲ來シタルハ空氣ノ打擊的振盪ニシテ吾人ガ經驗シタルハ其球波トナリ傳播スルト音波ト少ク異ニシテ著シク影ヲ顯ストニ在リ而シテ破片ノ散亂スルハ震源近傍ニ於テ區々ナリト雖モ遠距離ニ於テハ傳播ノ方向ニ反對スル方多

キヲ認ム又爆裂ノ禍ヲ小ナラシムルニハ其コネルギ一ノ大部  
分ヲ無災ノ仕事ニ變ゼシムルニ在リテ火藥庫土壁ノ如キ此點  
ニ於テハ幾何ノ効能アリシヤ知ルベカラズ場合ニ依リテハ其  
大部分ヲ地盤ノ振動ニ費サシムルモ災害ハ氣振ノ如ク遠キニ  
及ボサズ局處ニ止マルベシ火藥庫ノ防備ニ就テハ是等ハ充分  
ニ推究ヲ要スルノ點ナルガ如シ又自然ニ火藥爆裂ニ似タル現  
像ハ火山ノ破裂等ニ於テ其類別ヲ得ベシ只其規模恰モ火藥庫  
破裂ガライデン壘放電ニ於ケルハ猶ホ火山破裂ガ火藥庫爆發  
ニ於ケルガ如キ觀アラシム

圖 一 第

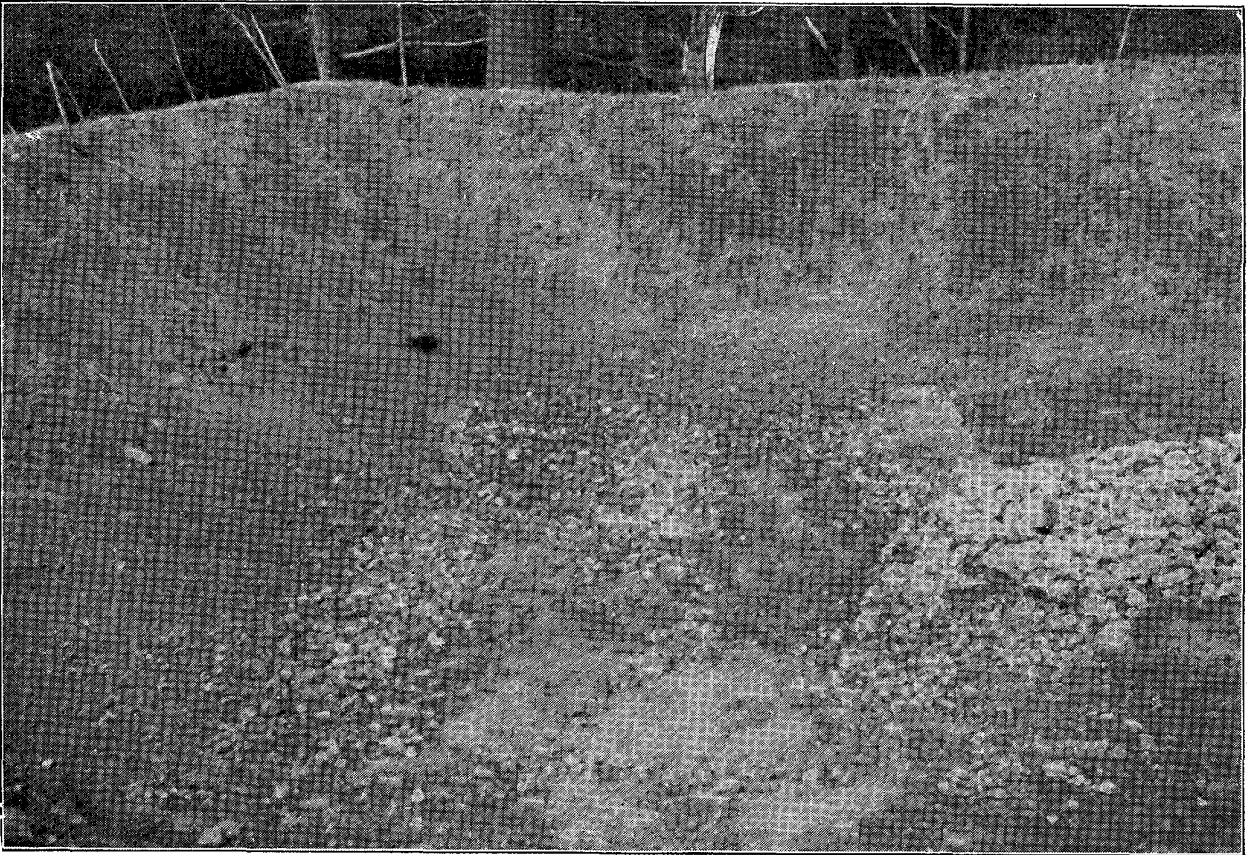


圖 二 第

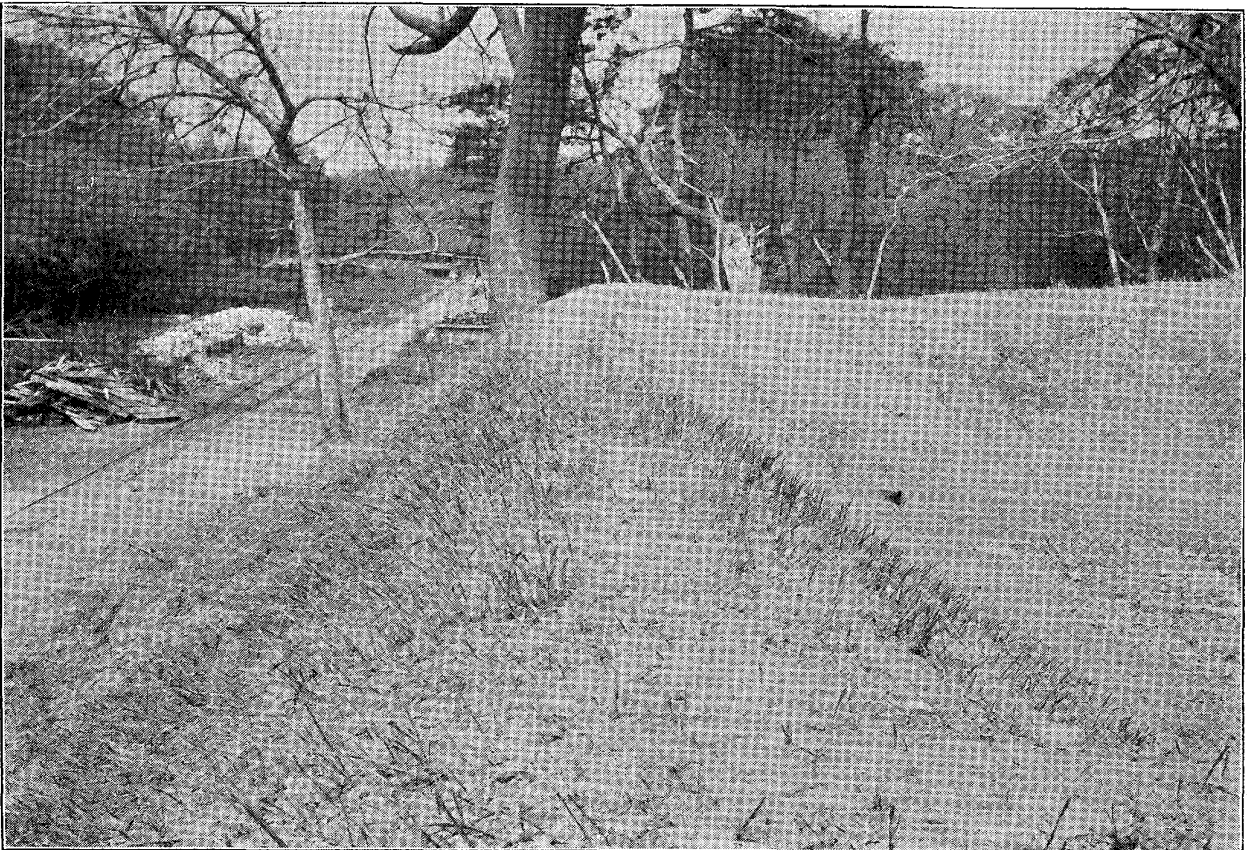




圖 三 第

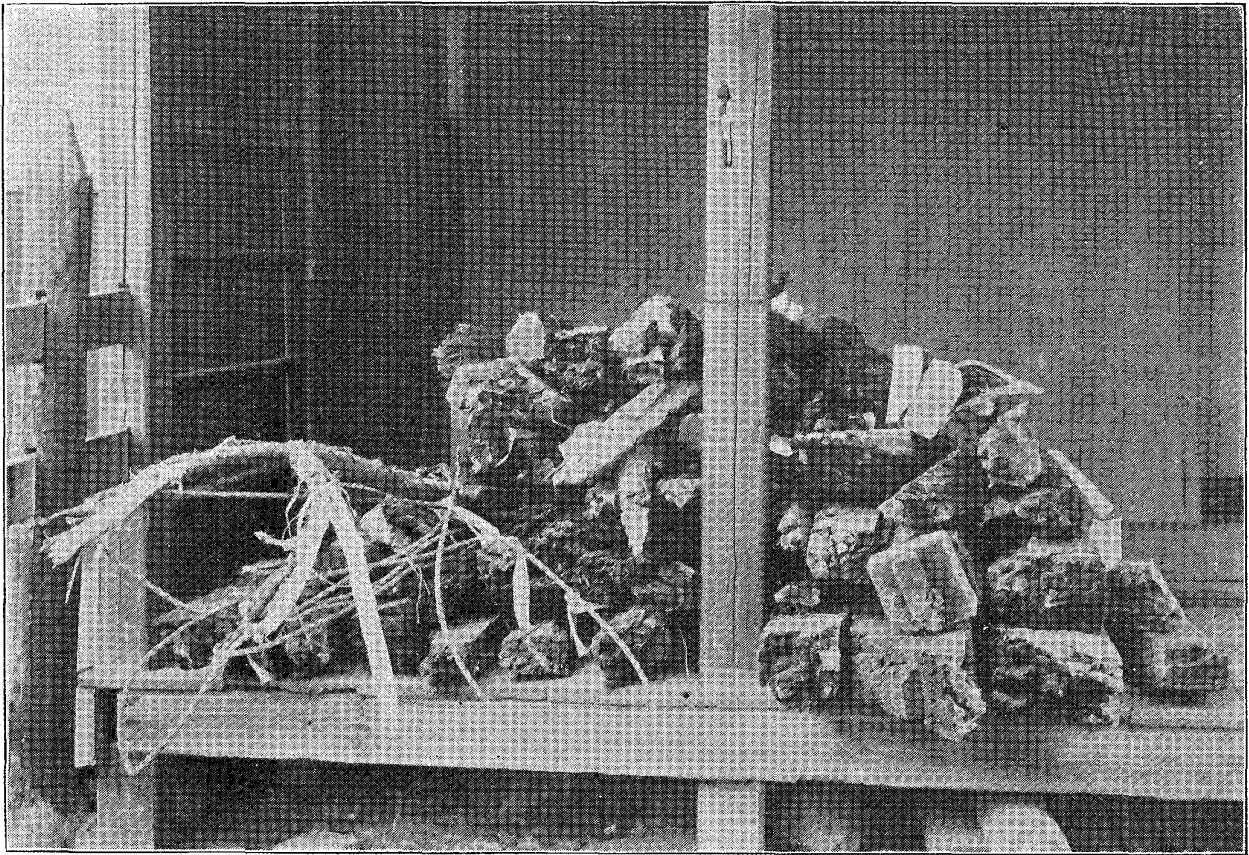


圖 四 第

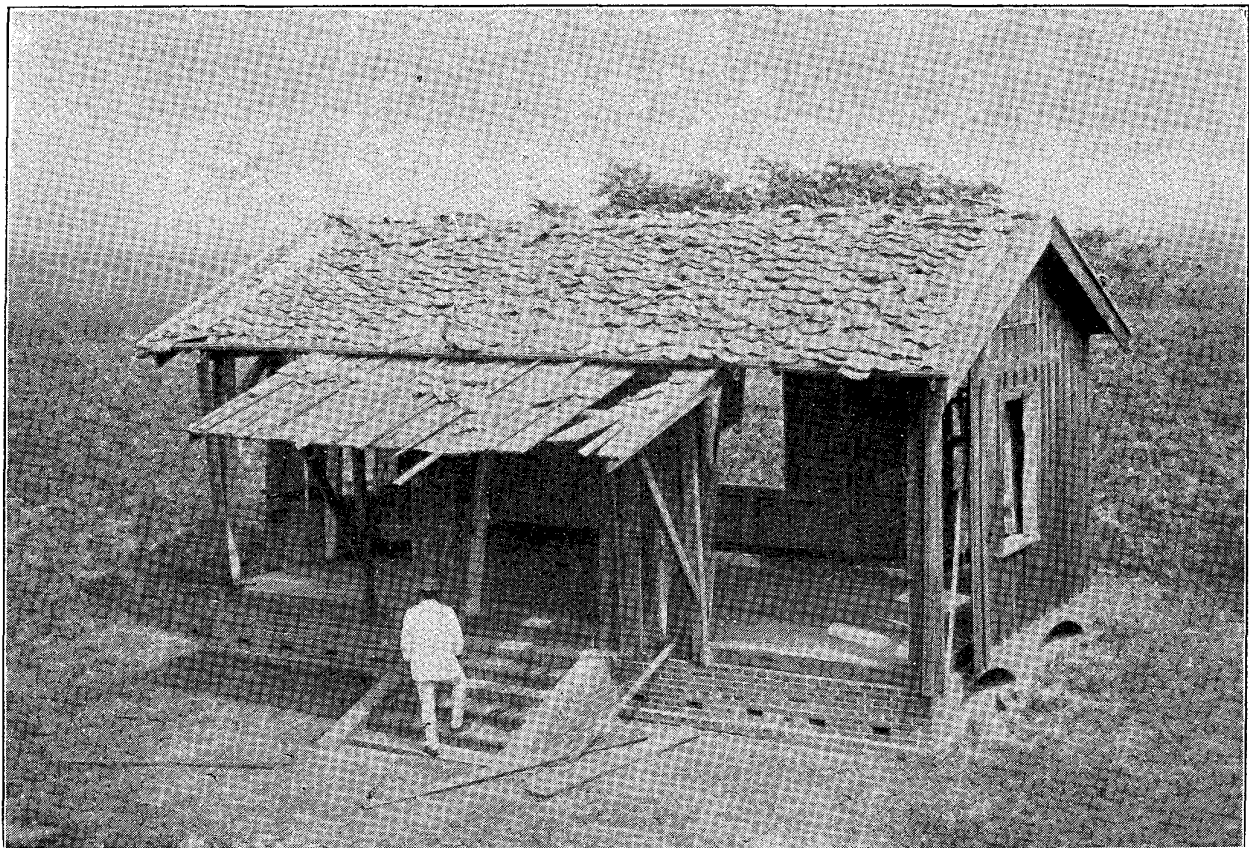


圖 五 第



圖 六 第

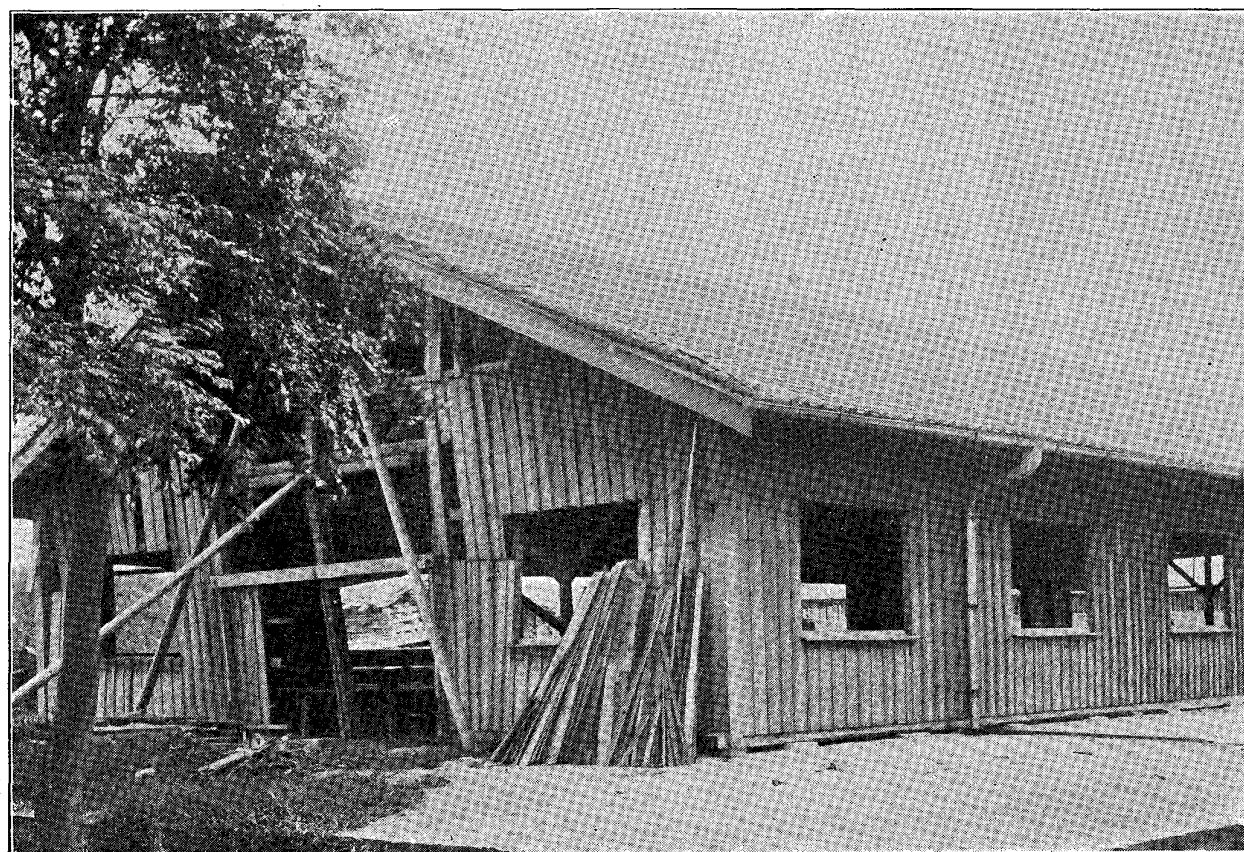


圖 七 第

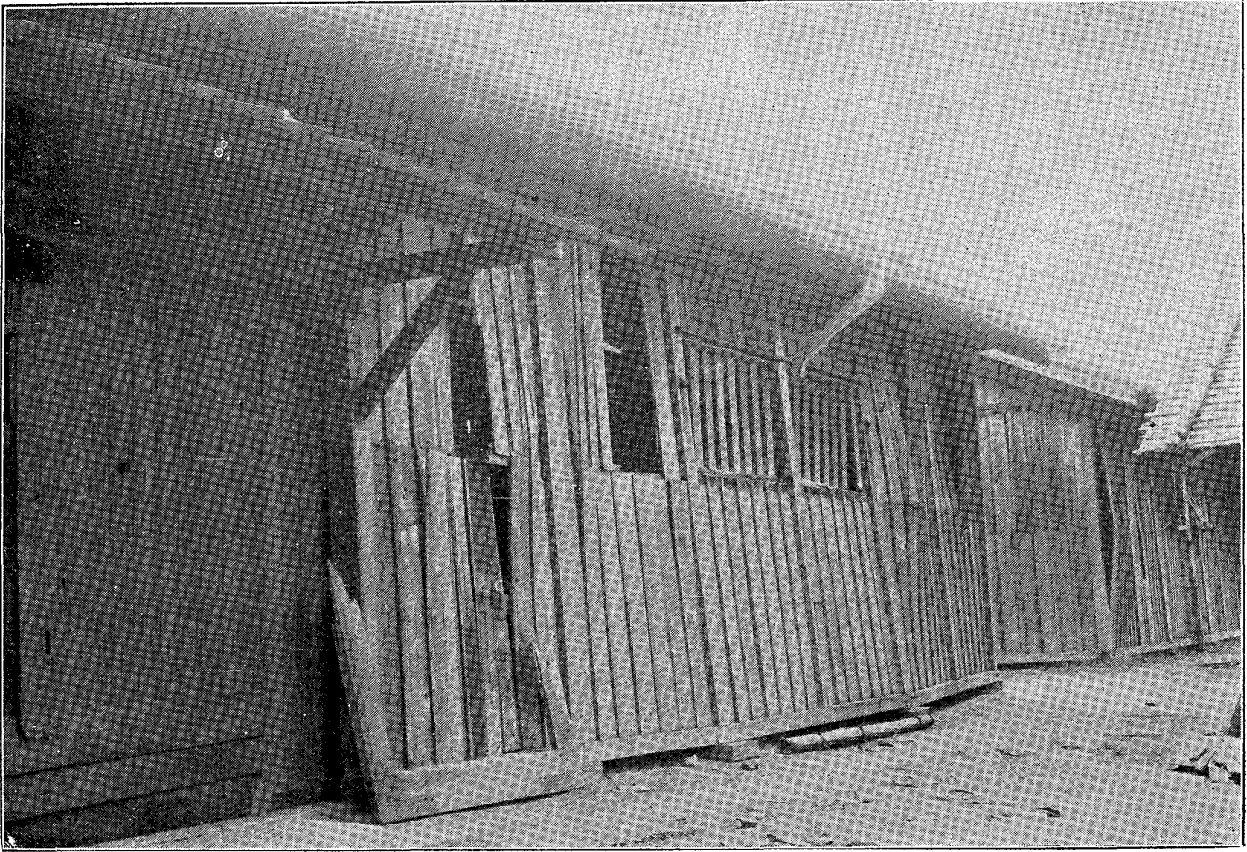


圖 八 第

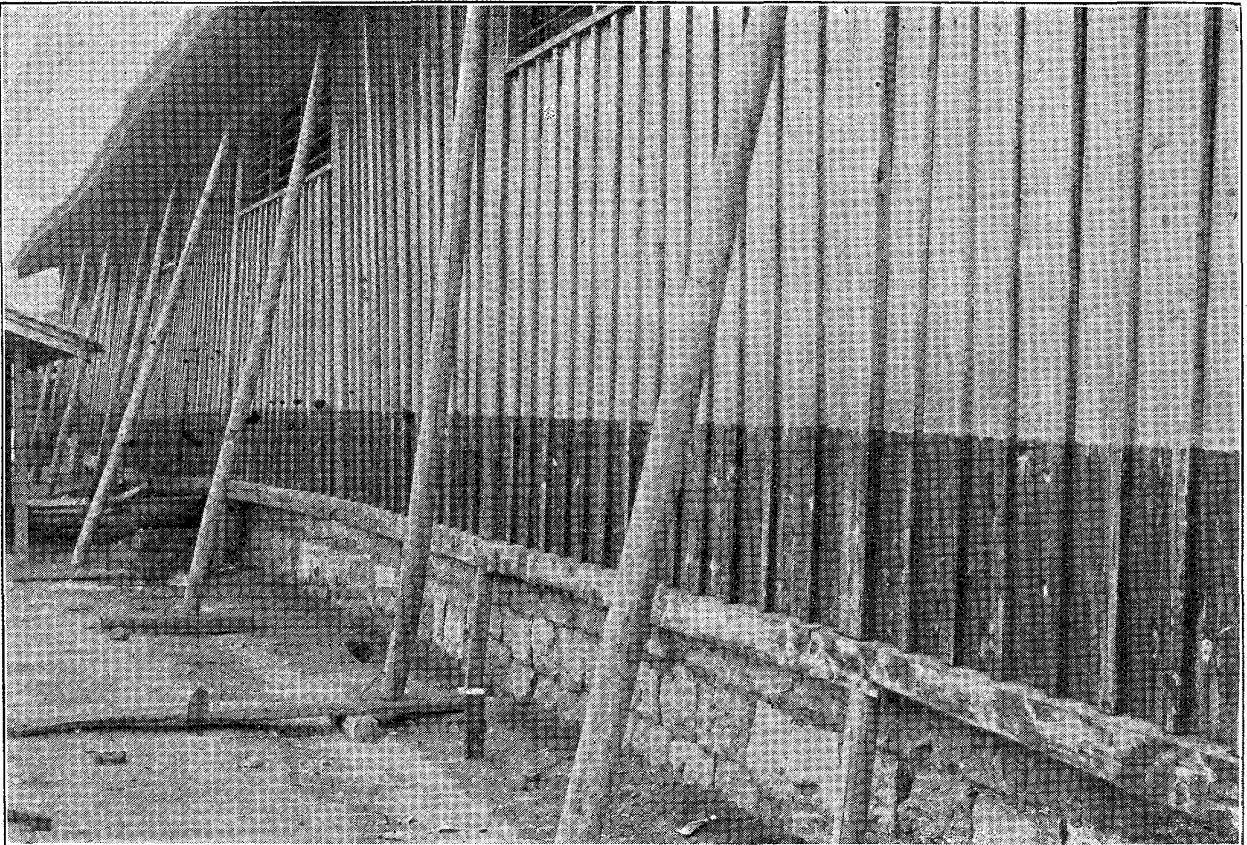


圖 九 第

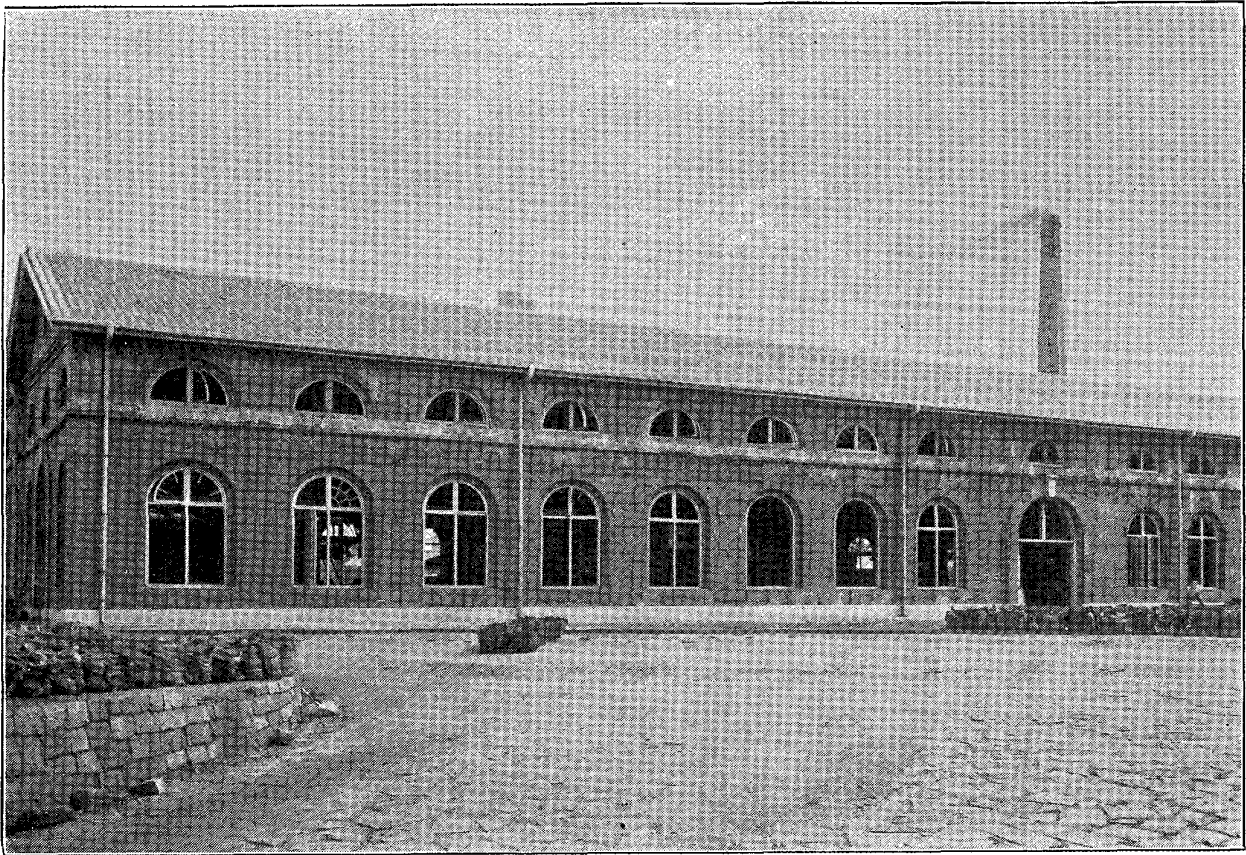
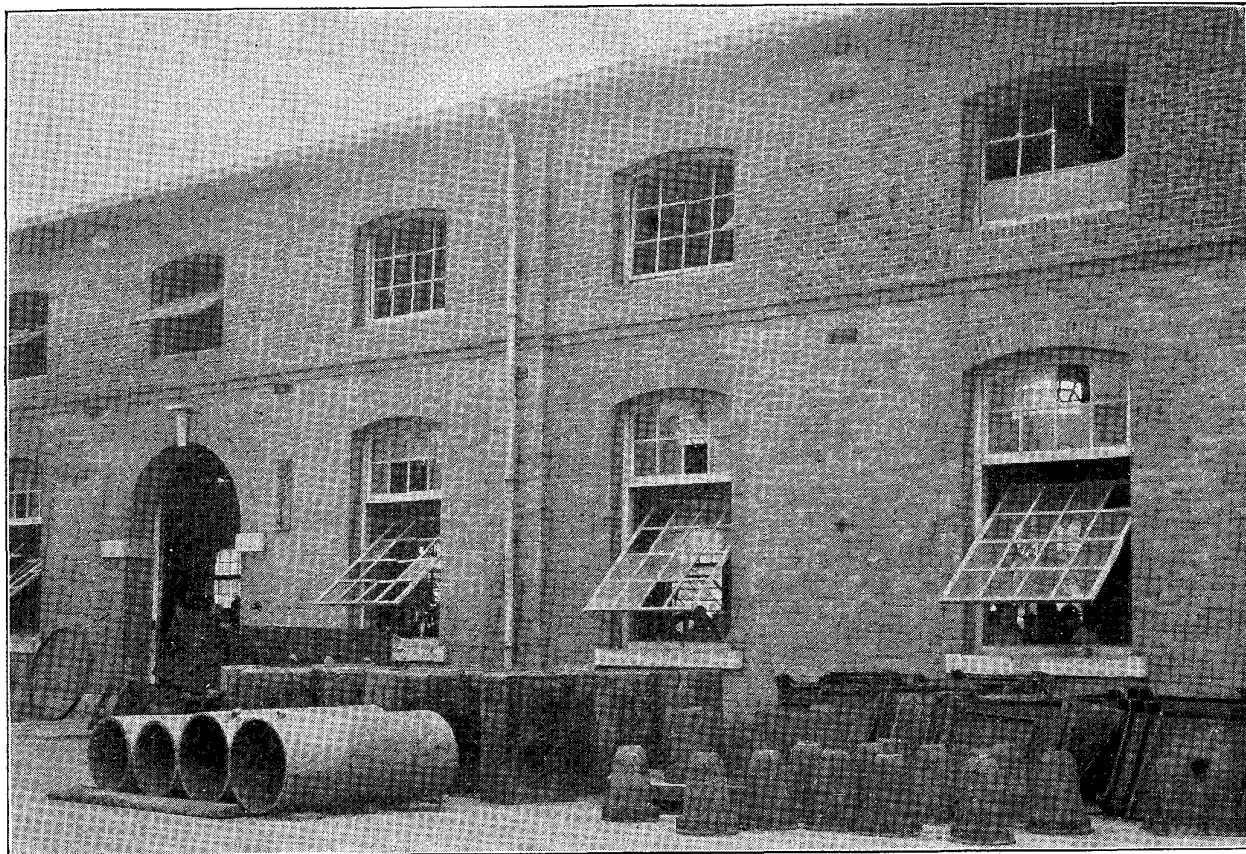
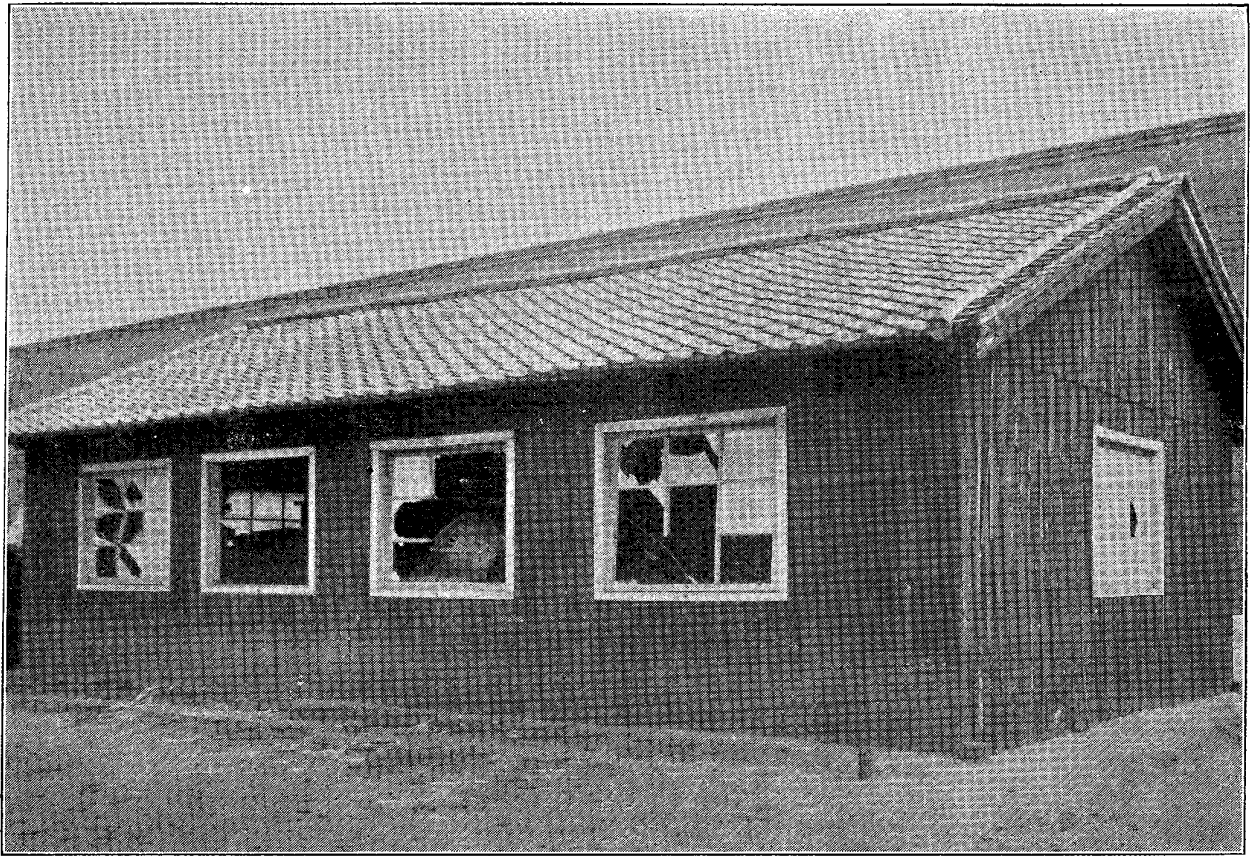
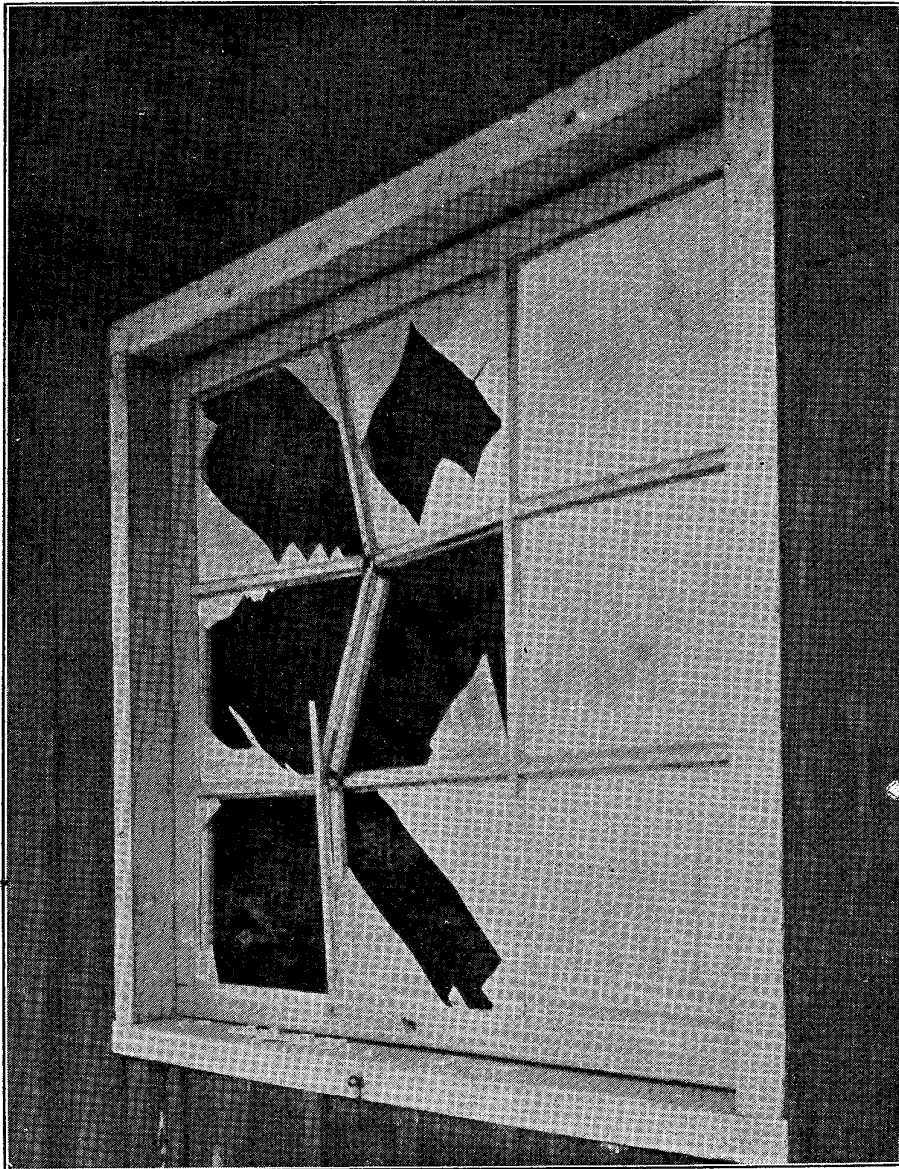


圖 十 第





第十一圖



第十二圖