

新 中 學 文 庫

三 和 土

馮 雄 著

商 務 印 書 館 發 行

工學小叢書

三 和 土

偶 雄 著

商務印書館發行

中華民國二十二年七月初版
中華民國三十六年四月八版

(61244)

工學叢書 三和土一冊

定價國幣貳元伍角

印刷地點外另加運費

著者 馮 雄

發行人 朱 經 農
上海河南中路

印刷所 商務印書館
印刷廠

發行所 商務印書館
各地

版 翻
權 印
所 必
有 究

目錄

第一章 緒論

第一節 釋名

一

第二節 溯源

二

第三節 發展

六

第四節 用途

七

第二章 原料

第一節 純淨水泥

八

第二節 細粒料

一四

第三節 粗粒料

一五

第四節 水

一六

第五節	原料之初步處理·····	一六
-----	--------------	----

第三章	三和土之配料法·····	一八
-----	--------------	----

第一節	總論·····	一八
-----	---------	----

第二節	依任意選擇配料法·····	一九
-----	---------------	----

第三節	依乾粒料空隙量配料法·····	二〇
-----	-----------------	----

第四節	依最小產率配料法·····	二二
-----	---------------	----

第五節	依細度分析配料法·····	二三
-----	---------------	----

第六節	依細度係數配料法·····	二四
-----	---------------	----

第七節	愛德華滋氏依表面積配料法·····	二九
-----	-------------------	----

第八節	各種配料法之比較·····	三一
-----	---------------	----

第九節	配料需用材料計算法·····	三二
-----	----------------	----

第四章	三和土之混和法·····	三四
-----	--------------	----

第一節	混和法總論·····	三四
第二節	手工混和法·····	三五
第三節	機器混和法·····	三六
第五章	三和土之移運及放置·····	三八
第一節	三和土之移運·····	三八
第二節	三和土之放置·····	四一
第六章	三和土之板型·····	四五
第一節	總論·····	四五
第二節	板型之設計及裝置·····	四六
第三節	房屋之板型·····	四七
第四節	特別式樣之板型·····	五〇
第五節	鐵板型·····	五一

第六節	板型之拆卸·····	五二
-----	------------	----

第七章	三和土建築工場·····	五四
-----	--------------	----

第八章	三和土表面之整理·····	五八
-----	---------------	----

第一節	三和土表面之增加美觀法·····	五八
-----	------------------	----

第二節	三和土表面之增加耐蝕性法·····	六二
-----	-------------------	----

第九章	三和土之物理的性質·····	六四
-----	----------------	----

第一節	總論·····	六四
-----	---------	----

第二節	三和土之強度·····	六四
-----	-------------	----

第三節	三和土之耐用性·····	七六
-----	--------------	----

第四節	三和土之雜項性質·····	八〇
-----	---------------	----

第十章	鋼骨三和土·····	八三
-----	------------	----

第一節	鋼骨三和土之沿革·····	八三
-----	---------------	----

第二節	鋼骨三和土構造之原理	九二
第三節	鋼骨三和土之特點	九二
第四節	鋼骨三和土之用途	九五
第十一章	三和土製品	九六
第一節	三和土磚	九六
第二節	三和土洩水管及污水管	一〇一
第三節	雜項三和土製品	一〇三
第十二章	三和土船	一〇四
第一節	造三和土船業之歷史	一〇四
第二節	三和土船之造法	一〇六
第三節	三和土船之優點	一〇八
第十三章	中國三和土建築業之將來	一〇九

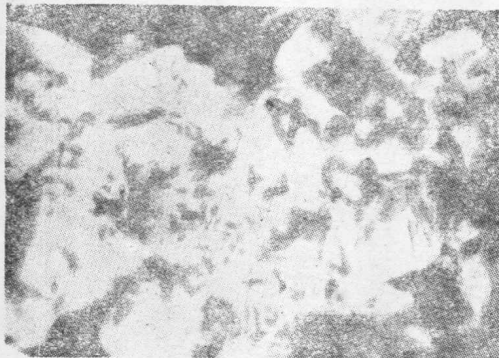
三和土

第一章 緒論

第一節 釋名

三和土 (concrete) 乃人造之石，其組織有與天生岩石極相似處。試取由沙粒膠結而成之砂岩，置顯微鏡下觀之，其組織如第一圖所示。此與膠沙 (mortar) 正無大異。膠沙乃用水泥 (cement) 膠合沙礫而成，實卽三和土之不含石塊者也。礫岩 (conglomerate) 乃卵石膠結而成，則

第一章 緒論



第一圖 砂岩

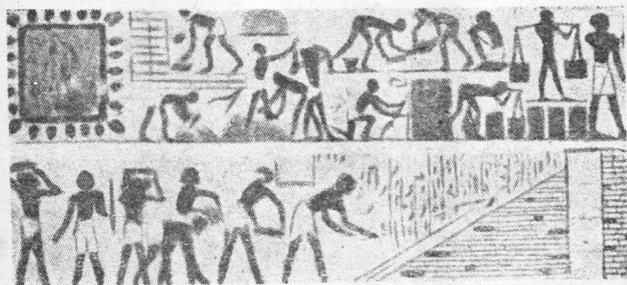
與用膠沙將卵石膠合而成之三和土，極為相似。

天生岩石，種類極多；人造三和土，今所製亦有各式不同。三和土之成分可分為粒料 (Gravel) 及膠凝料 (cementing material)。粒料在合成三和土以後，實無變化；膠凝料則與水起化學作用，凝結硬化，而將粒料膠合堅固。粒料之粗者，或為卵石，或為碎石，或為煤渣，或為鐵渣，其細者或為沙，或為碎石屑。膠凝料或為尋常石灰，或為水凝性石灰，或為天然水泥，或為人造之純淨水泥。粒料之塊粒大小，可有種種，而粒料與膠凝料相和之比率，亦可有種種。古時製三和土，常用大塊之石為粒料，而以石灰為膠凝料。今時製三和土，粗粒料之塊粒常較小，且使大小配合得宜，填嵌緊密，以求減少空隙。在粗粒料之間，復加細粒料以充實之。粗粒料之大小，亦復配合適宜，務使三和土中膠凝料，祇用於結合粒料，而不多耗於填充粒料之空隙，因之用量節省，而所成三和土之實度得以加高。今時所用膠凝料，幾於全為純淨水泥，因其質地優於別種膠凝料故也。

第二節 溯源

三和土在何時發明，不能確知；但在墨西哥及祕魯兩國，曾見三和土建築房屋之遺蹟，考其年代，當在有史以前。又從埃及底比斯（Thebes）城阿夢（Ammon）神廟畫壁所繪，足見埃及人在西元前一九五〇年前後，已知製造三和土。第二圖所示，爲畫壁攝影。自左至右，次第觀之，則凡從湖中取水，澆水於石灰，使之水化，取沙備製造膠沙，移運膠沙，造磚，運磚，用三和土作牆心而砌磚面，種種情形，明明可辨。圖中並有執棍者二人，執鞭者一人，乃監工者也。下圖右方，有埃及象形文字，卽記載工事情形者。

古希臘人亦以三和土爲重要建築材料。羅馬人當西元前五百年時，已採用之。自茲以降，其用已盛。造牆者常以三和土爲中心，外加磚石作面。當愷撒（Julius Caesar）帝臨御之

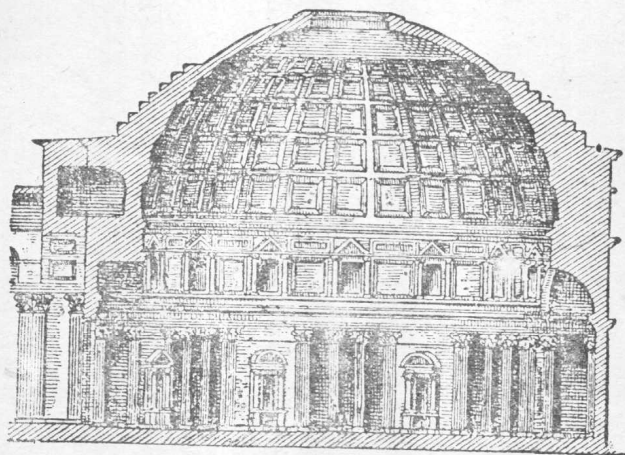


第二圖 古埃及人製造三和土

世，羅馬人房屋之基礎，及屋中體積巨大之部分，常用三和土造。降至奧古斯都（Augustus）帝之世，凡建造房屋，橋梁，水管等，幾例採三和土作材料也。判提溫（Pantheon）者，羅馬城之大圓屋也，實爲古代三和土建築物之最可稱美者。此屋造於西元一二三年。直徑爲一百四十二英尺，其頂開孔，直徑爲三十英尺。第三圖所示是也。

羅馬人造屋，慣用三和土爲牆心，而於外方砌磚石作面。若牆面不須特加磚石，則其造法爲用長板對面側置，中填水泥與粗細相和之石塊，此與今日放置三和土之法，極相似也。

英格蘭境內，多有羅馬人三和土建築物，歷時



第三圖 羅馬城判提溫圓屋

二千年，尚未湮滅，足見其堅固矣。倫敦有羅馬人所築之城，歷經摧毀，仍留殘基。倫敦塔附近有一古屋之基，列石塊與磚塊相間，用水泥嵌砌，而石塊與磚塊，竟不及水泥牢固也。

英格蘭境內，不少封建時代堡壘，巋然長峙，以至於今。因其牆表裏聯結，極為牢固，故能經歷數百年不毀。考當時施工程序，例從牆面砌起，中間填置石塊，較砌牆面所用者為小，復加碎石屑與之混和，然後用石灰與沙及水相和，製為膠沙，灌入牆中，充填碎石間之空隙，故造成三和土牆心，復與外方牆面牢固結合。所用石灰，常加入別種物質，使能遇水而硬化，且耐受風霜雨雪之侵蝕。此不啻用一種水硬性水泥。雖質地不及今日人造水泥優美，然已足製成堅固不壞之三和土。

三和土建築與石塊建築，兩者耐用性之比較，可從英格蘭里丁（Reading）城本尼狄克特寺（Benedictine Abbey）之牆壁見之。此寺見於西元一二二一年。考當初建築寺牆時，曾用方石塊砌作表裏牆面，而用三和土作牆心。今日但餘牆心，牆面早已毀滅矣。

石砌之牆，無論石質如何堅硬，表面總逐漸剝蝕。三和土牆則否。古代三和土牆，每存夾板接縫之跡，是其證也。

中古時代，歐洲大陸漸不用三和土爲建築材料；而在不列顛三島，則此物幾至絕跡。直至第十九世紀後半期，三和土之建築始復盛，則因有新材料新方法故也。

第三節 發展

上節謂降至第十九世紀後半期，三和土始復用作建築材料，而逐漸通行。然三和土建築之開新紀元，則當上溯純淨水泥發明之日爲始。純淨水泥之質地，遠勝古羅馬人之水泥，亦非水硬石灰，天然水泥所能及也。

使用三和土者既廣，於是配料混和之法，逐漸改良；而水泥之製造，亦日趨完美。今日製造水泥者，於保持其質地之優良一層，已確有把握矣。

近數十年來，鋼骨三和土建築發展，三和土爲用益宏。鋼骨三和土，乃將三和土與鋼條，依最合理方法，作最有效之結合者也。用於一切建築物，殆無不宜，而其設計形式，則能與構造鋼極相似也。鋼骨三和土設計構造原理，本書另有專章，述其大略，今不具論。但有一點可注意者，即三和土與鋼

合用，古羅馬人早已行之矣。

第四節 用途

昔年美國水泥用戶聯合會(American Association of Cement Users)開會，嘗有人演說，論及三和土用途之廣，其言頗有味，大意謂：『人類進化，由石器時代而至鐵器時代，今則似由鐵器時代而至三和土時代矣，何以言之？吾人散步街旁，足之所履者，三和土步道也；駕車通衢，輪之所轆者，三和土路面也；跨越江河，車馬所經以登彼岸者，三和土橋梁也；日常坐臥飲食於中者，三和土房屋也；糧食之藏於中者，三和土倉庫也；飲水之儲藏與流通於中者，三和土水池與水管也；城市穢水之所由排洩者，三和土洩水管也；一旦年命既盡而永闕其中者，三和土棺與三和土墓也；所藉以傳不朽之名者，三和土碑銘造像也。』然此君所舉，猶多漏略，如船舶，亦有用三和土造者矣。三和土之用途，誠極廣哉？

第二章 原料

現時製造三和土，通用純淨水泥、沙及碎石或卵石三者，加水合成。茲將此種原料，分述如次。

第一節 純淨水泥

一八二四年，英格蘭約克 (York) 州黎芝 (Leeds) 城，有坊工阿斯丁 (Joseph Aspdin) 氏，得製造水泥法之專利權。阿斯丁氏因用此種水泥製成之三和土，有似英格蘭南波特蘭 (Portland) 島所產石灰石，遂以波特蘭水泥 (Portland cement) 名之。當時所發明者，祇有用石灰石與黏土之混和物，入窯烘燒後，磨粉而成水泥之程序。後經製造家與化學家，積百年之研究，於原料配合，烘燒程度，磨粉方法，無不立有精密之規律，故成品優良，與昔年之粗疏製品，迥不相侔矣。

欲明純淨水泥之製造方法，當先知其定義。美國土木工程師會 (American Society for

Civil Engineers) 純淨水泥規範書中所立定義曰：『以粘土質及石灰質之材料，依極適當而正確之比例，透徹混和，烘燒之至開始熔融，取其燼塊，磨爲細粉，在烘燒以後，除水及熟石膏或生石膏外，不加他物，此細粉即純淨水泥也。』

從此定義，可知製造純淨水泥所用材料，分粘土質者及石灰質者兩種。通常所用粘土質材料，爲粘土、板石、頁石，或粘土質石灰岩；而石灰質材料，爲純淨石灰岩、白堊、泥灰岩。隨各地所產者，配合兩種用之。

既知所用兩種原料成分，乃求得適當配料比例，以期製成水泥，合於所需成分。此須有極精密研究，非易事也。

製造純淨水泥，有乾溼二法，隨原料乾溼而異。依乾法製造時，採得粘土質原料，及石灰質原料，除原爲細粉者外，俱先分別軋碎，成爲小塊。次送入轉筒式乾燥機中烘乾。復次送入球磨機 (ball mill) 中行粗磨；此機具旋轉圓筒，中貯鋼球，原料經其軋磨，即成碎屑。復次，依所求得適當混和比率，將兩種原料混和。復次，送入管磨機 (tube mill) 中行細磨，此機具旋轉圓管，中貯燼石質卵石，