

混凝土及混凝土材料試驗

重工業出版社

混凝土及混凝土材料試驗

中央建築材料工業管理局研究編

重工業出版社

混凝土及混凝土材料試驗

中央建築材料工業管理局研究所編

重工業出版社(北京東交民巷36號)出版 新華書店發行

25開本·共156面·定價8,000元

初版(1—20,000冊)一九五四年三月北京市印刷一廠印

目 次

前言.....	(1)
第一章 混凝土組成材料的檢驗	(3)
I 混凝土用水的一般規定.....	(3)
II 水泥快速試驗法	(4)
方法一：在有水泥試驗設備的條件下進行快速試驗.....	(4)
方法二：工地上無試驗設備的條件下進行快速試驗.....	(5)
III 集料的鑑定及試驗.....	(6)
(一) 集料的取樣方法.....	(6)
(二) 細集料(砂子)的一般規定	(7)
(三) 細集料(砂子)的試驗方法	(8)
(1) 比重試驗.....	(8)
(2) 單位體積重量試驗(乾整體積)	(9)
(3) 空隙率試驗.....	(9)
(4) 含水率試驗.....	(10)
(5) 體積膨脹試驗.....	(10)
(6) 粘土雜質含量試驗(附簡易測定法)	(11)
(7) 雲母及其他輕質物含量試驗.....	(12)
(8) 三氧化硫(SO_3)含量試驗.....	(12)
(9) 有機物含量試驗(比色試驗)	(13)
(10) 篩析試驗.....	(14)
(四) 粗集料(石子)的一般規定.....	(16)
(五) 粗集料(石子)的試驗方法.....	(18)
(1) 比重試驗.....	(18)
(2) 單位體積重量試驗.....	(19)
(3) 空隙率試驗.....	(20)
(4) 含水率試驗.....	(21)
(5) 吸水率試驗.....	(21)

(6) 粘土、淤泥及細碎石屑的含量試驗	(22)
(7) 針狀及片狀顆粒的含量試驗	(22)
(8) 軟弱顆粒的含量試驗	(23)
(9) 抗凍性試驗	(23)
(10) 三氧化硫(SO_3)含量試驗	(25)
(11) 有機物含量試驗	(25)
(12) 碎石的岩石抗壓極限強度的試驗	(25)
(13) 篩析試驗	(25)

第二章 混凝土混合物的試驗方法 (23)

I 拌製混凝土混合物的一般規定 (23)

II 混凝土混合物試驗的一般規定 (30)

III 和易性(工作度)試驗 (30)

(一) 截頭圓錐筒測定坍落度試驗法 (31)

(二) 震動台測定法 (33)

(1) 斯克拉姆泰也夫(В. Г. Скрамтаев)試驗儀 (33)

(2) 包威爾斯(Пауэрс)試驗儀 (33)

(三) 傾斜桌測定法 (34)

IV 容重測定試驗 (35)

V 空氣含量測定試驗 (36)

(一) 直接測定法 (36)

(二) 間接測定法 (33)

(三) 本所使用加氣劑時的空氣含量測定試驗法 (33)

【註一】: 空氣量測定儀的加壓常數(P)的求法 (39)

【註二】: 集料含氣率測定法 (41)

VI 泌水(析水)試驗 (41)

(一) 蘇聯水工混凝土技術規範中的試驗方法 (41)

(二) 本所的試驗方法 (42)

第三章 混凝土試驗方法 (44)

I 力學試驗(即強度試驗) (44)

(一) 抗壓強度試驗 (附: 抗壓強度簡易測定法)	(44)
(二) 抗折強度試驗	(48)
II 抗滲性試驗 (透水性試驗)	(49)
III 抗凍性試驗	(50)
IV 容重測定試驗	(52)
V 彈性模量測定	(53)
第四章 混凝土成份配合比的選擇	(54)
I 夫林克里 (И.М. Френкель) 新表	(55)
II 本所根據夫林克里表進行校核試驗的結果	(92)
第五章 混凝土工程之施工檢查	(105)
附 錄	
附錄一: 水泥物理檢驗標準方法草案	(107)
附錄二: 混凝土試驗室主要設備儀器一覽表	(121)
附錄三: 試驗儀器簡圖	(124)
附錄四: 混凝土技術字彙俄華對照表	(140)
附錄五: 參考書目	(149)

前 言

混凝土在土木工程中是一種很重要的建築材料，它是由膠凝材料（水泥）與集料（砂、卵石或碎石）的混合物加水拌和後，凝結硬化而成的。當它在拌製後的可塑階段叫做混凝土混合物，它必須具有一定的和易性，以滿足施工的要求。待其硬固後，混凝土建築物開始受載荷時，則必須達到一定的強度以滿足設計上的要求，在水工建築中還必須具有某些特殊性能，如抗凍性抗滲性等。

我國目前的一般施工條件，混凝土的拌製澆搗等工作，都還是在工地上進行的，所以混凝土的質量和性能常因施工時的操作方法，組成材料的品質以及施工配合成分等因素而變，不能像鋼材、磚等工廠集中生產的建築材料，通過廠中一定的產品規格檢查而可以掌握並保證其質量的標準。所以，混凝土工程的質量往往是工地上最難掌握的一個問題。

過去，在資本主義的技術思想影響下，一直到解放初期，我們在混凝土的工程技術上是非常落後的。設計人員保守地襲用着陳舊的，落後的1:2:4、1:3:6等體積配合比，施工人員也很少能做到嚴格地建立和遵守混凝土的施工規程，至於混凝土的試驗研究工作更是談不上。所以對於混凝土的強度以及其他質量是否能達到設計上的要求，無論設計人員和施工人員心裏往往都沒有底；常常爲了保險，就盲目的增加水泥用量，在這種情況下，不可避免的形成了既不能保證質量又浪費了水泥。

在增產節約和學習蘇聯的號召下，我們工程人員都開始重視了混凝土問題，很多工程單位已經採用了蘇聯先進的混凝土標號來進行設計並頒佈了混凝土施工規程，有的還正在逐步地建立混凝土試驗機構，這說明我們在混凝土工程技術上是已經有了初步的提高和發展。

爲了更好的完成增產節約的號召（如改進配合比以後，一般的可以節約水泥30%左右）；爲了進一步的提高混凝土工程技術的研究和爲了解決我們在混凝土工程上碰到的新問題（如推廣使用多品種多標號水泥的工作），我們就必須重視開展混凝土試驗工作。在蘇聯的混凝土施工規程中就明確的規定了試驗工作與設計和施工的密切聯系，要求把科學的理論通過試驗來科學地掌握混凝土的強度和質量。所以，總的來說，混凝土的試驗工作不但就是混凝土質量的具體保證，並且是達到經濟節約和提高技術水平的唯一途徑。

目前，有很多工程單位都建立混凝土試驗室，但是找不到參考資料。雖然，現在有一些工程部門已編譯了一些有關混凝土試驗的文件，但有的只是對內刊

物，有的還不够系統化、全面化。基於此，我們儘可能的蒐集了各方面的資料（主要是參照了蘇聯的資料）並且結合了我們點滴的經驗，編寫了這本混凝土試驗方法。由於我們的資料和經驗都很有限，難免有錯漏，希望大家在實踐中共同來修正，充實，為制定全國混凝土試驗規程作好準備。

第一章 混凝土組成材料的檢驗

混凝土是一種人造石，它是膠凝材料（水泥）與集料（砂石）的混合物加水拌和後凝結硬化而成。因此組成材料本身品質的優劣都能影響到混凝土的強度及其他性能，所以各種材料都應由試驗部門加以試驗和研究。

I 混凝土用水的一般規定：

拌製混凝土用的水，不外乎是天然水和自來水，在水中有時難免含有一些雜質，足以損害混凝土的品質，所以無論拌混凝土用的水，或是為養護混凝土所澆的水，都應合乎下列規定。

1. 含有脂肪、糖、植物油、酸質的水不得使用。
2. 與下水道連通的水源和化學工廠排出的廢水未經過詳細的化學鑑定，不得使用。
3. 水之氫離子濃度指數 [PH值] 應在 4~9 之間。
4. 渾濁度大於 2 克/公升的污水不得使用，如不得已，則應先將渾水導入沉澱池，使之澄清後方可使用。
5. 含有硫酸鹽大於 1.5 克/公升（折合為 $\text{SO}_4^{''}$ 的重量）的水，不得使用。
6. 海水及含有鹽質之水，一般均不應採用，如情況特殊，僅許用於純混凝土，且須計及混凝土強度可能減低 20%。
7. 如對水質發生疑問時，將應用之水與已確知品質良好之水，分別作水泥砂漿之抗壓強度試驗，所得 28 天強度，如不低於 90 % 即可認為合格。

如果我們工地上的用水，不能確知其是否合乎上述規定時，我們就必須在混凝土工程開始前採取水樣送交化驗室檢驗。採取水樣時應不使雜物混入，水樣應裝入帶塞的玻璃瓶內，其容量為 1 公升，裝水前應先用熱開水洗滌一次，再以 3 % 苛性鈉溶液和砂洗刷，最後再用熱開水洗滌乾淨。在洋井（唧筒）及水道（自來水）中取水樣時，應先將積水放出後再取樣，在河水及土井中取樣時，應在其中流及中層處取樣。

水樣取出後即交由化驗室根據混凝土用水規定進行化學試驗。在工地上如無正規的化驗室，可根據下述簡單試驗方法進行水質的初步分析：

(1) PH 值試驗：

將水樣裝入試管中取 PH 值鑑定試紙一條，浸入水中一半，半分鐘後取出，觀察其顏色，與標準色比較，即可確定其 PH 值。

(2) 有無酸質之試驗：

將水樣注入試管中，投入藍色石蕊試紙，在水中浸一小時以上，如試紙變為紅色，即表示水中含有酸質。

(3) 硫酸鹽之試驗：

在盛有 10c.c. 水樣的試管中滴入 4~5 滴稀鹽酸，震盪之後，滴入 10 滴 10% 氯化鋇溶液，再震盪，如水中含有白色沉澱生成，即證明水中含有硫酸鹽。如白色沉澱較多，應進行化學定量分析。

II 水泥快速試驗法：

水泥是混凝土工程中最重要的一項材料，它對於混凝土的強度和耐久性影響很大。所以對於水泥因貯存過久或保管不良等等原因而發生變質的問題，不能不深加注意。

中央重工業部建築材料工業管理局已公佈了水泥物理檢驗方法和化學分析試行方法草案，所以水泥的正規試驗應即按照該標準方法草案進行試驗，本章中不重複介紹。

但是，有時由於時間、設備、和地域條件的限制，我們不可能進行正規的水泥試驗，那麼，我們就可以按下述水泥的快速試驗法來測定水泥標號的近似值。

方法一：在有水泥試驗設備的條件下進行快速試驗法

試驗方法：

(1) 秤取 200 克水泥，加入標準稠度（見水泥物理檢驗標準）所需要的水，用磁或金屬匙攪拌 5 分鐘，使成均勻的水泥漿。

(2) 將攪拌好的水泥淨漿裝入模型中，模型需兩套，每套有六孔，每孔為邊長 2 公分的立方體（見圖一），填漿時以直徑 3~4 公厘的金屬棒插搗 10 次，搗時順模邊依螺旋形進入中心。

裝模後即將每套模型放在跳桌（見附圖二）上，使震動 25 次，然後套上蓋，並以螺栓固緊。

(3) 將二套填滿水泥漿的模型放入溫度為 $20^{\circ} \pm 2^{\circ}C$ 的濕氣箱中，20 小時後取出一套放在蒸氣器內高出水面的架子上，其時器箱內水溫應與室溫相同。

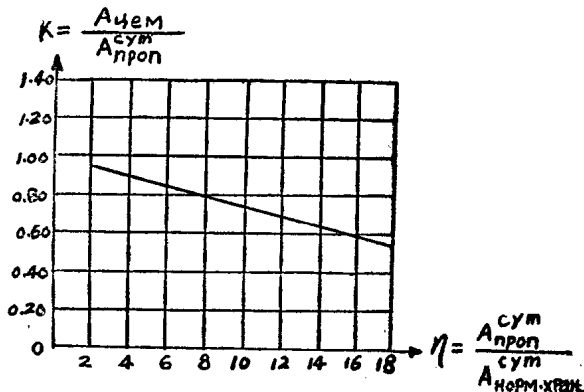
(4) 漸漸加熱，使鍋中水煮沸 4 小時後，停止加熱，自鍋中取出模型，使在室溫中於 1 小時內冷卻。

(5) 冷卻後，折模，取出試件，量其體積，稱其重量，並作抗壓試驗。

(6) 與此套試模進行試驗的同時，由濕氣箱中取出另一套模型，稱量後亦作抗壓試驗。

(7) 作抗壓試驗，採用 10 噸之小型壓力機即可，壓力增加率不得大於每秒 9 公斤/平方公分。

(8) 計算每組六個試件的抗壓強度，並求出四個較大值的平均值。



曲 線 (1)

(9) 令 $A_{\text{прон}}^{\text{сут}}$ 為受蒸試件抗壓強度的平均值。

$A_{\text{норм.хран}}^{\text{сут}}$ 為未受蒸試件抗壓強度的平均值。

η 為有效蒸汽係數。

$$\eta = \frac{A_{\text{прон}}^{\text{сут}}}{A_{\text{норм.хран}}^{\text{сут}}}$$

根據 η 值在曲線 (1) 中查 K 值， K 為一過渡係數，

(10) 水泥標號約值 $A_{\text{цет}} = K \cdot A_{\text{прон}}^{\text{сут}}$

方法二：工地上無試驗設備的條件下進行快速試驗法：

此法為斯克拉姆泰也夫教授 (В.Г. Скрамтаев) 所建議，祇需極簡單的設備，故在工地上應用頗為合適。

先自五個不同部位各採取水泥試樣一公斤，仔細拌勻後，從中稱取一公斤的試樣。將稱好的水泥放在金屬盤中，加水拌製成標準稠度的水泥漿。矽酸鹽水泥之用水量約為水泥重的 26~28%，火山灰質矽酸鹽水泥為 30~35%，將拌好的水泥漿做成六個直徑約 4 公分的球形，放在玻璃板或金屬板上，輕輕振動該板，使形成直徑約 8 公分，中心高度約 1 公分的圓餅。從六個試餅中任取其一作凝結

時間試驗，每隔 5 分鐘用刀在餅面上輕輕劃開，至刀劃成的水泥漿溝痕停止反射亮光時，是為初凝時間。然後在水泥餅面上很自然的用手拿直徑 2 公厘的木棒按壓，不可過於用勁，壓入深度不大於 0.5 公厘時，是為終凝開始。其餘五個試餅則用來試驗水泥的安定性。先將這五個試餅在 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的濕氣箱中放置 20 小時，然後移置蒸煮器的架格上，加熱，使水煮沸，繼續煮 4 小時後，在原處冷至溫度 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。如水泥餅表面邊緣無放射性裂紋及崩潰現象，則為試驗合格。

然後利用工地上自製的抗折試驗設備（見附圖三），將做過安定性的試餅，量其直徑與高度（準確至 1 公厘）後，平放在孔上，套上鐵圈，餅面必須與鐵圈緊密貼合，圈鈎懸一小桶，逐漸注砂或小錢片入桶中，到試餅破壞為止。

其抗折強度可依下式計算得：

$$R_{\text{изл}} = \frac{9p}{bh^2} \text{ 公斤/平方公分,}$$

式中 p —桶，鐵圈及注入砂之合重（公斤）

b —試餅在抗折部分之直徑（公分）

h —試餅在抗折部分之高度（公分）

五個試餅試驗結果的平均值即為試驗結果。

由抗折試驗結果，根據下表即可得水泥標號的近似值。

抗折強度（公斤/平方公分）	50	55	60	70	85	100
水泥標號的近似值	200	250	300	400	500	600

III 集料的鑑定及試驗：

混凝土中不起化學作用而被水泥結合的成份為集料。可分為粗集料（常用的是卵石或碎石）與細集料（常用的是天然砂）兩種。因為集料的石質（強度、耐久性）、形狀、粒度、級配等性質上的不同，對於混凝土強度、耐久性，和易性也會發生不同的影響。使用低劣石質或多孔質的集料，自難作出良好的混凝土。合乎混凝土用的集料應均勻一致，堅硬耐久（一般的要求，砂石的抗壓強度要大於混凝土的強度 1.5 倍）、表面潔淨易為水泥粘附。

（一）集料的取樣方法：

（1）砂或石子都按每 200 立方公尺為一批，如來料不足 200 立方公尺者亦作一批論。

（2）每批集料至少分在三處採取，砂試樣取 20~30 公斤，石子試樣取 100 公斤。

(3) 從集料堆取樣，應先繞堆的底邊，每隔一定距離採取，再依一定垂直間距逐漸由下向上採取，取樣時應耙去面層，鏟取較深處的集料，各點所取之樣品重量應大致相等。

從敞車取樣，在裝上或卸下時每隔一定時間截取一鏟，如必須自車上取樣，則可依車身之中線及二邊每隔一定距離取樣一次，取時亦應耙去面層。

從配料場取樣應在其皮帶輸送器上或其傾倒處取之，每隔一定時間以迅速方法以鏟截取全斷面。

(4) 每批取得之試樣放在木板或帆布上，用鏟拌勻，攤成7~10公分厚，略成圓形，以直交二直徑方向，畫一十字，分成四份，棄去對角的兩份，將所餘的兩份，如上述重拌，再分成四份，棄去對角的兩份，直到比作試驗所需的試樣略多為止。一般情況下試樣之數量，石子為20~30公斤，砂為5公斤（如砂需作砂漿試驗時，則試樣數量應增為20公斤）

(二) 細集料（砂子）的一般規定：

硬質岩石經風化作用而產生的鬆散狀顆粒狀的混合物（粒徑由0.15~5公厘），稱為製普通混凝土用的天然砂，其品質的規定如下：

(1) 粒徑的規定：

粗砂——平均粒徑不小於0.50公厘

中粒砂——平均粒徑不小於0.35公厘

細砂——平均粒徑不小於0.25公厘

由於砂子的粒徑愈小，重量愈輕，其質量亦愈劣。故平均粒度小於0.25公厘的砂子不得用於100號以上的混凝土，單位體積重小於1600公斤/立方公尺的砂，不得用於150號以上的混凝土或水工混凝土，即使在100號以下的混凝土，其所用的砂子平均粒徑亦不得小於0.20公厘，其乾鬆體積的單位體積重不得少於1450公斤/立方公尺。

(2) 砂中 SO_3 的含量不得超過1%。

(3) 砂中雲母的含量不得多於0.5%（按重量）

(4) 砂中的空隙不得超過40%。（按體積）

(5) 砂中粘土，淤泥和細碎石屑的含量不得超過5%（按重量）。

(6) 作膨脹試驗時，砂的體積的增脹，每100c.c.不得超過0.5c.c.

(7) 砂中有機物質的容許含量，應以比色法試驗，砂上面液體的顏色，不得深於標準液的顏色。或作水泥砂漿試驗，水泥砂漿的力學強度，不得小於以先用石灰水，後用清水洗過的同樣砂所製成水泥砂漿的強度。

(8) 使用工地砂子所作的水泥砂漿試件的強度，不得低於使用合於標準的砂

子所作試件的強度的80%，（除砂子外其他條件皆相同）。

(9)砂的細度模量應在 2.40至3.75 範圍內為宜。

(10)砂的級配應合於下列篩分結果：

篩孔淨徑(公厘)	5.0	1.9	0.5	0.15
過篩百分率(按重量)	85~100	45~80	5~30	0~5

(三) 細集料(砂子)的試驗方法：

(1) 比重試驗：

儀器設備：

- 1.電烘箱，
- 2.天平(感量1/10克)，
- 3.500c.c.量筒，
- 4.金屬盤，

試驗方法：

1.稱取 400 克的砂試樣，在不超過 110°C 的電烘箱內烘乾至恒重，取出冷卻。

2.從冷卻後的砂試樣中再稱取 300克試樣投入裝水 250c.c. 的 500c.c. 的量筒中，並用玻璃棒攪拌使空氣完全逸出，將該時的水容積記下。

$$3 r_y = \frac{G}{V_2 - V_1}$$

式中 r_y 為砂的比重

G 為砂試樣的重量(克)

V_1 為瓶內水原來的容量，(未裝砂時)(立方公分)。

V_2 為裝入試樣後的瓶內水的容積(立方公分)。

4.再作一次，求其平均值。

例：北京西郊砂樣(河砂)比重試驗如下：

次數	砂樣重(克)	量筒水容積 c.c.	裝入砂樣後 的容積 c.c.	增加之容量	比 重	平 均 值
1	300	350	365	115	2.6	2.58
2	300	350	367	117	2.56	

(2) 單位體積重量試驗：(乾鬆體積)

儀器設備：

1. 電烘箱
2. 台秤，
3. 2 公升圓桶，使高與直徑略等。
4. 取樣勺（爲鐵製的，與鐵鍬頭相似）。
5. 鐵尺。

試驗方法：

1. 稱取 4 公斤的砂試樣，在不超過 110°C 的電烘箱中烘乾至恒量，取出冷卻。

2. 用取樣勺將砂自 5 公分高度傾入 2 公升的圓桶中，直至充滿圓桶並使上面成一錐形爲止。

（在傾倒時要注意應避免震動）。

3. 用鐵尺將高出圓桶邊之錐頭刮平，使與圓桶邊平齊。

4. 稱砂樣及圓桶的合重。

$$5. r_0 = \frac{G_2 - G_1}{V}$$

式中 r_0 爲砂之單位體積重（公斤/公升）

G_2 爲砂樣與圓桶之合重（公斤）

G_1 爲圓桶重量（公斤）

V 爲圓桶體積（公升）

6. 再作一次求其平均值。

例：北京西郊砂樣的單位體積重

次 數	筒 體 積 (公升)	桶 重 (公斤)	砂樣與圓桶之 合重(公斤)	砂 樣 重 (公斤)	單位體積重 公斤/公升	平 均 值
1	2	0.4	3.5	3.3	1.6	1.57
3	3	0.4	3.5	3.1	1.55	

(3) 空隙率試驗：

由比重試驗及單位體積重量試驗所得之結果，按下列算式計算即可求得該砂樣之空隙率。

$$V_n = \left(1 - \frac{r_0}{r_y}\right) \times 100$$

式中 V_n 為空隙率 (%)

r_0 為單位體積重量 (公斤/公升)

r_s 為比重。

例：北京西郊砂樣空隙率。

$$V_n = \left(1 - \frac{1.57}{2.58}\right) \times 100 = 39.2\%$$

(4) 含水率試驗：

儀器設備：

1. 電烘箱，

2. 天平，

3. 金屬盤，

4. 小鐵勺，

試驗方法：

1. 稱取1000克砂試樣，裝在金屬盤內，放在 $105^\circ \sim 110^\circ \text{C}$ 的電烘箱中，每烘半小時攪拌一次，烘至恒重，取出冷卻，稱其重量。

$$2. \text{含水率 } W (\%) = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100$$

式中 G_1 為原砂樣重 (克)

G_2 為烘乾後之砂樣重 (克)

例：北京西郊砂樣含水率

次 數	原砂樣重 (克)	烘乾後重 (克)	含 水 量 (克)	含 水 率 (%)	平 均 值
1	1000	980	30	3.0	3.1%
2	1000	978	33	3.3	

(5) 體積膨脹試驗：

儀器設備：

1. 電烘箱，

2. 25c.c. 玻璃量筒，

3. 氯化鈣溶液 (5% 氯化鈣和 95% 之蒸溜水配合而成)。

試驗方法：

1. 以 10c.c. 之烘乾試樣細心傾入量筒中，

2. 在量筒中注水至 23c.c. 再加入 5% 氯化鈣溶液至 25c.c. 刻度。

3. 搖盪後靜置 3 小時，讀試樣膨脹後的體積，
 4. 計算試樣膨脹增加體積 (c.c.) 並計算其百分率。
- 例：北京西郊砂經試驗後無體積膨脹。

(6) 粘土雜質含量試驗：

儀器設備：

1. 電烘箱，
2. 篩（孔徑 5 公厘），
3. 1000c.c. 玻璃燒杯，
4. 玻璃棒，

試驗方法：

1. 取多於 500 克之砂試樣於烘箱中烘至恒重，稱取通過淨孔 5 公厘的砂 500 克，放在燒杯中，注入清水（至距杯頂部 3 公分為度），用玻璃棒攪拌 30 秒鐘，然後靜止 1.5~2 分鐘，將上部的渾濁的水倒出，再注入清水反復澄清，直至澄出之水不再渾濁為止。

2. 將洗清之砂樣自杯中倒出，置於烘箱中烘乾至恒重，冷卻後稱其重量。

$$3. \text{粘土含量 } P\% = \frac{G - G_1}{G} \times 100$$

式中 G 為原砂樣重（克）

G_1 為洗後烘乾之砂樣重（克）

例：北京西郊砂樣之粘土含量

次 數	原砂樣重 (克)	洗後烘乾重 (克)	失重(克)	粘土含量 %	平 均 值
1	500	487	13	2.6	2.55%
2	500	487.5	12.5	2.5	

附：粘土含量之簡易測定法：

按蘇聯規格，砂中粘土之允許含量為不得超過 5%，此簡易法即專為測定砂中粘土含量是否合乎規格。

儀器設備：

1000c.c. 玻璃量筒，

試驗方法：

取砂樣約 1000 克傾入 1000c.c. 量筒中，至 400c.c. 之刻度為止，再加清水至