參考資料

土木學會誌 第十六卷第三號 昭和五年三月

濾過層の洗滌に關する一實驗

(By Roberts Hulbert and Frank W. Herring. Journal of the American Water Works Association. Vol. 21, No. 11, Nov. 1929, p. 1445-1513)

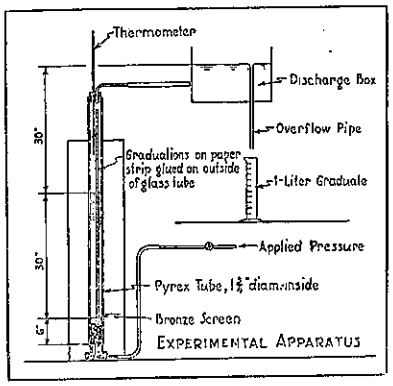
現今の急速濾過に於ては，淨水を逆流し砂床を攪拌膨脹せしめて，濾過層の洗滌をなすのであるが，この砂層の膨脹量は，洗滌水の流速，溫度，砂の大さ等により異るものである。

本實驗は之等相互間の關係を見出さんがために，1928年9月より1929年1月まで Detroit の實驗所に於て施行せられたものである。

實驗の設備並に方法

第一圖 は實驗の設備を示したもので，直徑 1.75 吋長さ 60 吋の硝子管の底に 6 吋の砂利層を置き，この上に砂層を置いて濾過層の模型とし，砂層を取換ふる場合之と砂利層との限界を明瞭ならしむるために，兩層の間に青銅の金網を置いた。實驗に供した砂は 11 種類でその各種の大さは **第一表** に示せる

第 一 圖



第 一 表

Size characteristics of sands

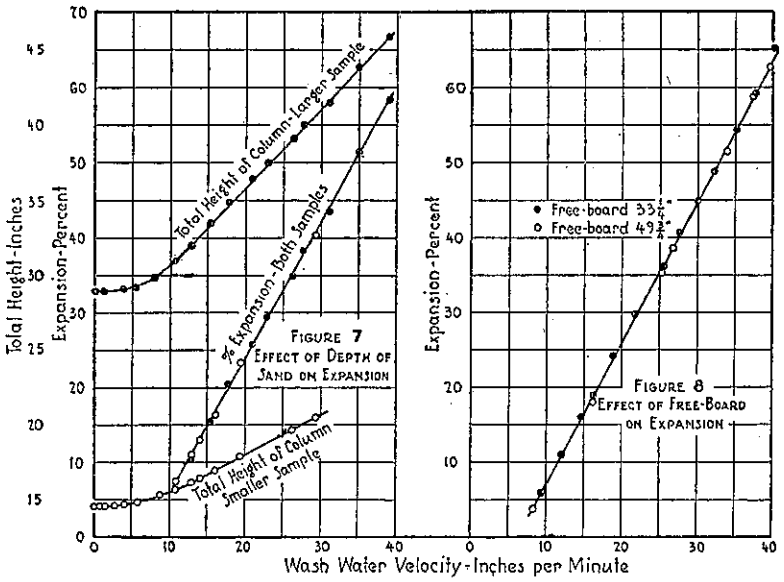
SAND	DIAMETER OF PARTICLE, MM.									UNIFORMITY COEFFICIENT
	10 per cent smaller than	20 per cent smaller than	30 per cent smaller than	40 per cent smaller than	50 per cent smaller than	60 per cent smaller than	70 per cent smaller than	80 per cent smaller tnan	90 per cent smaller than	
1	0.35	0.39	0.43	0.48	0.50	0.53	0.57	0.62	0.71	1.51
2	0 40	0 45	0.49	0.53	0.57	0.61	0.65	0.71	0.78	1.49
3	0 45	0.51	0.55	0.59	0.63	0.68	0.73	0.79	0.90	1.51
4	0 50	0.55	0.61	0.65	0.70	0.74	0.80	0.87	0.97	1.49
5	0.55	0.62	0.67	0.72	0.76	0.82	0.88	0.95	1.05	1.49
6	0.60	0.68	0.73	0 79	0.85	0.92	0.98	1.06	1.20	1.53
7	0.56	0.59	0.61	0.63	0.64	0.66	0.70	0.74	0.81	1,18
8	0 62	0.66	0.72	0.76	0.81	0.86	0.93	1.04	1.20	1.40
9	0.58	0.61	0.63	0.65	0 68	0.71	0.73	0.77	0.82	1.22
10	0.68	0.74	0.79	0.83	0.87	0.93	0.99	1.07	1.20	1.37
11	0.57	0.61	0.63	0.66	0.70	0.74	0.78	0.84	0.95	1.30

が如くである。洗滌水の流速は，30 秒又は 1 分間に上方の水槽より溢流する水量を測し，定之を硝子管の總斷面積で除して求めた。

實驗の結果

先づ砂層の厚さが膨脹量に影響するや否やを調査せんがため砂層の厚さ 28.95 吋並に 14.60 吋の二つの場合につき實驗せるに，その結果は **第二圖** に示すが如く，凡て膨脹量を砂層の

第　二　圖　　第　三　圖



厚さの百分率で表はせば，洗滌水を注入する前の管内の砂の量は，膨脹量には全然影響がない。只砂層の全高線が何れも下部に於て彎曲することは注目すべきことである。次に砂面上の水深 33.25 吋並に 49.75 吋の二つの場合の實驗をなしたるにその結果は **第三圖** に示すが如く，砂面上の水深は是又膨脹量には影響なきことが解る。

從つて實驗は凡て砂層の厚さ 30 吋砂面上の水深 30 吋の下に行ふものとし，且その結果を表はすに次の記號を用ふるものとす。(**第四圖**參照)

v：洗滌水の流速（吋/分）

e：膨脹量，但し砂層の厚さの百分率を以て表はす

t：水の溫度（華氏）

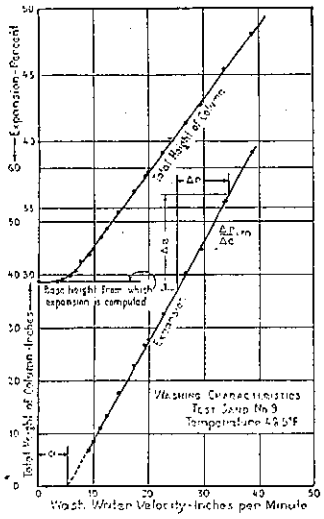
s：砂の大さ（粍）

m：單位脹膨量に對する流速の增加 $=\dfrac{\Delta v}{\Delta e}$

a: 砂層の膨脹し始むる時の流速（吋/分）

前掲の 11 種の砂を用ひ，水の溫度 37°～71°F の間に於る各實驗の結果は，**第二表** の 2,3 4, 欄に示せるが如く m 並に a の値は砂の大さ並に水溫の增加するに從ひ增大するもので，

第　四　圖



ある膨脹量を起さしむる所要の流速は次式により表はさる。

$$r=a+me \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

先づ m の値を定むるために，各種の砂につき 32° 40°, 50°, 60°F の各一定の溫度の下に m の値を測定するに **第二表** の 5～8 欄に示すが如き結果が得られる。而して砂の大さを粒の小なるものより 10%, 30% 60% の部分の砂粒の直徑で表はし，之と測定せる m との關係を圖示すると **第五圖** の如く s を 30% の大さで表はすのが最も適當である。次に s の値を小なる粒より 30% の部分の砂粒の直徑（粍）で表はすと次の關係が得られる。

$$m_{32}=1.04(s-0.17)$$

$$m_{40}=1.12(s-0.17)$$

$$m_{50}=1.22(s-0.17)$$

$$m_{60}=1.32(s-0.17)$$

一般に

$$m_t=[1.04+0.01(t-32)](s-0.17) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

第二表 の 9 欄は上式により計算せる m の値であり，10 欄は上式を以て畫きたる曲線より求めたる a の値である。

次に (2) 式を求めたると同じ方法により a の値を砂の大さ並に水の溫度を以て表はせば

$$a_2=\frac{5.9}{1-(s-0.17)}-7.4+0.2\,s\,(t-32) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

第二表 の 11 欄は (3) 式により計算せる a の値を示したものである。以上三つの關係より

$$r=[1.04+0.01(t-32)](s-0.17)e+\frac{5.9}{1-(s-0.17)}$$

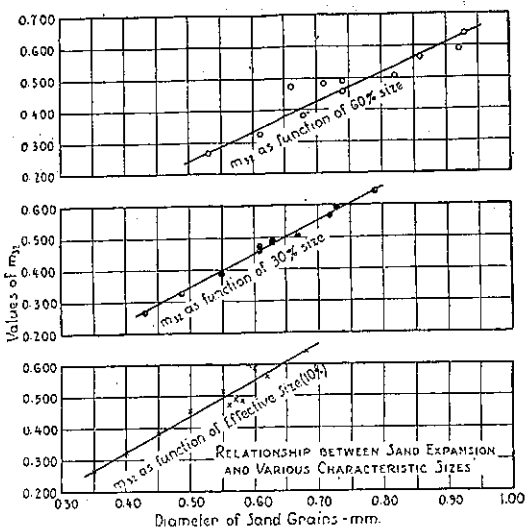
$$+0.24\,s\,(t-32)-7.4 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

第 二 表

Sand expansion data

SAND (1)	l (2)	m (3)	a (4)	m_{32} (5)	m_{40} (6)	m_{50} (7)	m_{60} (8)	$m$cal. (9)	a_2 (10)	$a$cal. (11)
1	40.1	0.290	1.5					0.292	1.7	1.4
	47.7	0 314	2.3	0.266	0.295	0.318	0.340	0.312	2.6	2.2
	58 2	0 334	3.5					0.338	3.4	3.3
2	38 6	0.344	2.4					0.355	1.9	2.1
	45 0	0.368	3.0	0.324	0.350	0.380	0.411	0.374	2.5	2.8
	58 1	0 406	4.4					0.416	4.0	4.3
3	37.9	0 404	3.5					0.418	3.1	2.9
	44.2	0.430	4.0	0.382	0.412	0 452	0.491	0.441	3.8	3.7
	56 3	0 478	5.5					0.487	5.2	5.3
4	37 8	0.480	4.0					0.484	3.7	3.9
	46 0	0 506	5.3	0 453	0.485	0.523	0.562	0.519	4.9	5.1
	54.7	0 544	6.5					0.559	5.9	6.4
5	37 5	0.534	5.9					0.550	5.3	5.3
	44.2	0.574	6.9	0 503	0.545	0.600	0 654	0.580	6.7	6.4
	51 1	0 592	7.9					0 615	7.4	7 5
6	37 6	0.614	7 3					0.621	7.1	7.0
	44.7	0 636	8.5	0.590	0 620	0.657	0 695	0.655	7.7	8.2
	51 1	0.662	9 6					0.689	8 8	9.3
7	36.9	0 500	2.7					0.480	3.3	3.8
	46 9	0.532	4.0	0.471	0.504	0.549	0.591	0.523	4.5	5.3
	56.3	0.572	5.5					0.563	5.7	6.6
	69.5	0.632	9.0					0.625	9.3	8.6
8	37 2	0.600	7.6					0.599	7.7	6.6
	43.0	0.620	8.6	0.562	0.609	0.667	0 723	0.632	8.1	7.6
	56.3	0.710	11.6					0.704	11.0	9.9
	71 0	0.776	14 8					0.787	14.7	12.5
9	38 0	0.506	4.2					0.506	4.2	4.4
	46.5	0 538	5.1	0.481	0 515	0.560	0.604	0.547	4.8	5.7
	58 2	0 598	6.8					0.598	6.8	7.5
	70.2	0.656	8.9					0.653	9 2	9.3
10	42.1	0.720	9.6					0.706	10.1	10.0
	47 7	0.740	10.5	0.640	0.690	0.755	0.820	0.744	10.7	11.1
	56.7	0.782	11.7					0.793	11.7	12.8
	70.7	0 896	14.7					0.887	14.8	15.4
11	37.8	0.520	4.5					0.506	5.1	4.4
	46.6	0.560	5.6	0.490	0.525	0.575	0.621	0.547	6.2	5.7
	59.2	0.610	7.9					0.602	8.1	7.6
	70.7	0.676	9.7					0.658	10.2	9.4

第 五 圖



第 三 表

Check experiments on additional sands

	SAND—SAMPLE NUMBER					
	12	13	14	15	16	17
Effective Size, mm.	0.48	0.62	0.53	0.40	0.40	0.36
Uniformity Coefficient	1.27	1.43	1.51	1.67	1.79	1.96
Sand Size, mm.—30 per cent finer than	0.55	0.75	0.68	0.52	0.53	0.49
Temperature, °F.	41.7	41.4	38.7	40.2	40.0	41.0
r—observed—30 per cent expansion	17.3	29.2	22.0	14.6	16.1	14.4
r—computed—30 per cent expansion	16.4	28.2	22.7	14.5	14.9	13.3
r—observed—40 per cent expansion	22.0	35.6	27.4	18.2	20.5	18.2
r—computed—40 per cent expansion	20.7	34.7	28.3	18.4	19.0	16.9
r—observed—50 per cent expansion	26.8	42.2	32.6	21.6	24.7	21.9
r—computed—50 per cent expansion	25.0	41.4	33.9	22.4	23.0	20.5

上式は卽ち e なる膨脹を起さしむる所要の流速 v を求むる式である。次に (4) 式の適用性を照査せんがため，任意に採れる 6 種の砂につき實驗せる結果は**第三表**に示せるが如く，急速濾過に使用せらるゝ範圍の大さの砂に對しては，何れも充分滿足なる結果が得られる。

（岩崎瑩吉 抄譯）