

辽河特细砂混凝土骨料的分形研究

宓永宁¹ 岳川^{1*} 陈浩¹ 王振国² 毕建成¹

(沈阳农业大学水利学院¹, 沈阳 110866; 海河流域水资源保护局², 天津 300170)

摘要 分形几何是根据事物局部形态与整体形态间的自相似关系, 针对无特征尺寸的不规则图形而提出的几何问题研究理论。运用分形几何理论对辽河特细砂混凝土骨料进行研究, 得出了辽河特细砂质量分布与分形维数的关系; 同时得到了特细砂骨料级配孔隙率与体积分形之间的联系, 求出了特细砂体积分形维数。确定了分形维数跟颗粒粒径大小之间的关系, 抗压强度与分形维数的关系, 从理论上得出特细砂混凝土抗压强度要小于普通砂混凝土。又与试验相结合, 得出不同配合比配制的不同强度等级的特细砂混凝土, 其骨料级配分形维数是不同的。

关键词 分形维数 细度模数 粒径 特细砂 特细砂混凝土

中图分类号 TU521.1;

文献标志码 A

1 特细砂颗粒质量分布与分形维数

分形几何^[1]是一门新的数学分支, 分形维数对于几何对象是非常重要的特征量, 指的是任一空间几何对象的自由度的个数^[2-4]。根据拓扑维数的理论, 用边长为 e 的正方体度量体积为 V 的空间域时, 需要测量的次数为

$$N(e) = \frac{V(e)}{e^3} = V(e)e^{-3}。可表示为:$$

$$N(e) = Ce^{-D} \quad (1)$$

式(1)中 D 为分形维数, 为整数或分数; C 是常数。

将式(1)引入到颗粒研究方面, 在颗粒分布研究中引出式(2)。

$$N(\delta < d_i) = Cd_i^{-D} \quad (2)$$

式(2)中 d_i 表示某一粒径, $N(\delta < d_i)$ 表示粒径小于 d_i 的特细砂颗粒数目。

当 $d_i = d_{\max}$ 时, 则 $N(\delta < d_i)$ 为特细砂颗粒总数目 N_T , 即:

$$N_T = Cd_{\max}^{-D} \quad (3)$$

特细砂颗粒粒径分布函数 $F(d_i)$ 为:

$$F(d_i) = \frac{N(\delta < d_i)}{N_T} = \frac{Cd_i^{-D}}{Cd_{\max}^{-D}} = \left(\frac{d_i}{d_{\max}}\right)^{-D} \quad (4)$$

对式(4)微分可得:

$$dF(d_i) = d\left(\frac{d_i}{d_{\max}}\right)^{-D} = -Dd_i^{-D-1}d_{\max}^D d(d_i)。$$

设特细砂颗粒密度为 ρ , 各个颗粒体积为 $V_i = kd_i^3$, k 为常数与颗粒体积相关, 则对于小于某一粒

径 d_i 的特细砂粒的质量为:

$$M(\delta < d_i) = \rho_i V_i N(\delta < d_i) = \rho k d_i^3 N_T F(d_i)。$$

特细砂颗粒质量分布函数 $P(d_i)$ 为:

$$P(d_i) = \frac{M(\delta < d_i)}{M_T} = \frac{\rho k d_i^3 N_T F(d_i)}{M_T} \quad (5)$$

对式(5)先微分, 再积分可得:

$$P(d_i) = \frac{\rho k N_T}{M_T} (-D d_{\max}^D) \frac{1}{3-D} d_i^{-D+3} + C。$$

对于上式, 有 $d_i = d_{\max}$ 时, $P(d_{\max}) = 1$; $d_i = d_{\min}$ 时, $P(d_{\min}) = 0$ 。

带入得

$$P(d_i) = \frac{d_i^{3-D} - d_{\min}^{3-D}}{d_{\max}^{3-D} - d_{\min}^{3-D}} \quad (6)$$

当 $d_{\min}$ 很小时可看做0, 式(6)变为:

$$P(d_i) = \frac{d_i^{3-D}}{d_{\max}^{3-D}} = \left(\frac{d_i}{d_{\max}}\right)^{3-D} \quad (7)$$

将式(7)两边分别取对数, 就可以得到分形维数的计算公式:

$$D = 3 - \frac{\ln P(d_i)}{\ln(d_i/d_{\max})} \quad (8)$$

则式(8)即为特细砂颗粒的分形维数计算公式, 对于不同的颗粒级配的特细砂会有不同的分形维数取值。

对于式(8), 令 $B = \frac{\ln P(d_i)}{\ln(d_i/d_{\max})}$, 则有 $D = 3 - B$, 式中 B 为 $\ln P(d_i)$ 与 $\ln(d_i/d_{\max})$ 关系坐标图的斜率。

根据整形体积的公式: $V = \frac{M_T}{\rho}$, 可得

$$\frac{V(\delta < d_i)}{V_T} = \left(\frac{d_i}{d_{\max}}\right)^{3-D} \quad (9)$$

2015年3月19日收到

* 通信作者简介: 岳川, 男, 硕士。研究方向: 水利工程。E-mail: yuechuang_tu@163.com。

表 1 砂样标准筛分试验数据
Table 1 Standard sieving test data of sand samples

样本编号	参数	筛孔编号及尺寸/mm						x_j	x_i	
		4. 75	2. 36	1. 18	0. 60	0. 30	0. 15			
		($i = 1$)	($i = 2$)	($i = 3$)	($i = 4$)	($i = 5$)	($i = 6$)			
A1	筛余质量 m_i/g	0	3	2	15	234	208	1. 488	1. 467	
	分计筛余 $a_i/\%$	0. 0	0. 6	0. 4	3. 0	46. 8	41. 6			
	累计筛余 $A_i/\%$	0. 0	0. 6	1. 0	4. 0	50. 8	92. 4			
A2	筛余质量 m_i/g	0	2	2	12	228	213	1. 446		
	分计筛余 $a_i/\%$	0. 0	0. 4	0. 4	2. 4	45. 6	42. 6			
	累计筛余 $A_i/\%$	0. 0	0. 4	0. 8	3. 2	48. 8	91. 4			
B1	筛余质量 m_i/g	62	118	104	103	79	21	3. 418	3. 394	
	分计筛余 $a_i/\%$	12. 4	23. 6	20. 8	20. 6	15. 8	4. 2			
	累计筛余 $A_i/\%$	12. 4	36. 0	56. 8	77. 6	93. 4	97. 6			
B2	筛余质量 m_i/g	65	114	101	107	77	25	3. 370		
	分计筛余 $a_i/\%$	13. 0	22. 8	20. 2	20. 6	15. 8	5. 0			
	累计筛余 $A_i/\%$	13. 0	35. 8	56. 0	76. 6	92. 4	97. 4			

式(9)中 $V(\delta < d_i)$ 表示级配骨料中特细砂颗粒粒径小于 d_i 的分形体积; V_T 为骨料的总体积。

2 辽河特细砂分形维数的确定

2.1 特细砂的质量分形计算

试验用砂为取自辽河流域中下游地区河道内的特细砂,根据《建筑用砂》的要求,用标准筛分法确定试验用特细砂的颗粒级配,所选用方孔筛孔径从上到下依次为:4. 75 mm,2. 36 mm,1. 18 mm,0. 60 mm,0. 30 mm,0. 15 mm。选用试验特细砂,首先冲洗除杂,去掉所含的泥土,晾晒烘干以后,取用 500 g 进行标准筛分试验。A1、A2 为特细砂,B1、B2 为对比用普通砂。将标准套筛放入电动振动机上,然后把试验用砂放入标准套筛中,振动 10 min 后取下,记录出各个方孔筛上砂子的质量和所占比例,求出试验用砂的细度模数,见表 1。

根据表 1 测定的特细砂颗粒级配数据对研究所用的特细砂进行分形测定。利用式(8)求解分形维数 D 。其中的 $P(d_i)$ 表示的是特细砂颗粒粒径通过筛孔的通过率,用公式 $P(d_i) = 1 - A_i$ 来求解。表 2 是计算特细砂及对照普通砂分形维数的计算过程参数。

根据式(8),所得结果在表 3 中,求得 $D_1 = 2. 798$, $D_2 = 2. 206$ 。通过表 3 的结果从而可以找到分形维数跟颗粒粒径大小之间的关系:随着颗粒粒径越来越小(细度模数越小),其粒径分布越不均匀其质量分形维数 D 是增大的;反之,颗粒粒径越大(细度模数越大),各个分布区间的粒径越均匀,其质量分形维数 D 越小。但是根据线性回归分析,特细砂的相关系数 R 比较小,其粒径分形特征不明显,根据数据分析可以判定是由于在 1. 18 ~ 4. 75 mm 之间其粒径的严重缺失,导致粒径分布的不平均。

表 2 砂样分形维数的计算参数
Table 2 Fractal dimension calculation parameters of sand samples

i	d_i/mm	d_i/d_{max}	$\ln(d_i/d_{max})$	A1			A2		
				A_i	$P(d_i)$	$\ln[P(d_i)]$	A_i	$P(d_i)$	$\ln[P(d_i)]$
1	4. 75	1. 00	0. 00	0. 000	1. 000	0. 000	0. 000	1. 000	0. 000
2	2. 36	0. 50	-0. 70	0. 006	0. 994	-0. 006	0. 004	0. 996	-0. 004
3	1. 18	0. 25	-1. 39	0. 010	0. 990	-0. 010	0. 008	0. 992	-0. 008
4	0. 60	0. 13	-2. 07	0. 040	0. 960	-0. 041	0. 032	0. 968	-0. 033
5	0. 30	0. 06	-2. 76	0. 508	0. 492	-0. 709	0. 488	0. 512	-0. 669
6	0. 15	0. 03	-3. 46	0. 924	0. 076	-2. 577	0. 914	0. 086	-2. 453
i	d_i/mm	d_i/d_{max}	$\ln(d_i/d_{max})$	B1			B2		
				A_i	$P(d_i)$	$\ln[P(d_i)]$	A_i	$P(d_i)$	$\ln[P(d_i)]$
1	4. 75	1. 00	0. 00	0. 124	0. 876	-0. 132	0. 130	0. 870	-0. 139
2	2. 36	0. 50	-0. 70	0. 360	0. 640	-0. 446	0. 358	0. 642	-0. 443
3	1. 18	0. 25	-1. 39	0. 568	0. 432	-0. 839	0. 560	0. 440	-0. 821
4	0. 60	0. 13	-2. 07	0. 776	0. 224	-1. 496	0. 766	0. 234	-1. 452
5	0. 30	0. 06	-2. 76	0. 934	0. 066	-2. 718	0. 924	0. 076	-2. 577
6	0. 15	0. 03	-3. 46	0. 976	0. 024	-3. 730	0. 974	0. 026	-3. 650

表3 砂样分形维数及线性分析结果
Table 3 sand samples fractal dimension and linear analysis results

样本编号	回归系数		分形维数 D	相关性 R
	各值	均值		
A1	0.258	0.261	2.798	0.783
A2	0.263			0.776
B1	0.732	0.729	2.206	0.969
B2	0.726			0.976

2.2 分形维数与混凝土强度的关系

根据式(8)可知,在骨料粒径不断变化的同时,得到的分形维数 D 是一个变量,即使是同一配合比确定的粗细骨料,随着骨料粗细颗粒组成不同,其分形维数也是变化的。利用以上两种砂分别配制混凝土强度对比如表4。

表4 两种砂配制混凝土强度对比
Table 4 Two kinds of concrete strength contrast

组别 试块强度	A1	B1	A2	B2
1	32.8	38.4	37.7	41.8
2	33.6	36.9	39.4	44.6
3	33.4	37.2	39.3	44.9
4	33.0	35.5	39.1	44.5
5	31.9	36.6	37.5	42.6
6	33.5	37.8	39.6	43.4
平均强度	33.0	37.1	38.8	43.6

以上试验中,A1,A2 中 $D = 2.798$ 的组别为特细砂所配制的混凝土,B1,B2 中 $D = 2.206$ 为普通细砂所配制的混凝土,所测强度为 28 d 抗压强度,单位为 MPa。第一组(A1/B1)采用的配合比中水灰比为 0.5,第二组(A2/B2)采用的配合比中水灰比为 0.4,所以两组试验所得强度上有个较大的差别,而同一组内,针对不同的分形维数,其结果也有很大的差别:分形维数大的,其 28 d 强度要小于分形维数小的强度,出现这种现象是由于特细砂的分形维数要比普通砂的分形维数大。在理论上可以得出在同等条件下,利用同样的配合比,特细砂混凝土的抗压强度要小于普通砂混凝土。

2.3 特细砂骨料的体积分形

当细骨料颗粒堆积在一起时,会在颗粒与颗粒之间形成细小的间隙,导致颗粒本身的体积和与堆积体积之间行成了一个差值,正是其差值存在,因而可以求其体积分形^[5-8]。由式(9)得:

$$V(\delta < d_i) = \frac{M_T}{\rho} \left(\frac{d_i}{d_{\max}} \right)^{3-D} \quad (10)$$

对式(10)微分得:

$$dV(\delta < d_i) = \frac{M_T}{\rho} d \left(\frac{d_i}{d_{\max}} \right)^{3-D}。$$

再积分得特细砂骨料分形总体积:

$$V = M_T \frac{d_{\max}^{3-D} - d_{\min}^{3-D}}{\rho d_{\max}^{3-D}}。$$

由此可得孔隙率为:

$$V_p = \frac{V - \frac{M_T}{\rho'}}{V} = 1 - \frac{\rho d_{\max}^{3-D}}{\rho' (d_{\max}^{3-D} - d_{\min}^{3-D})} \quad (11)$$

式(11)中, ρ' 为特细砂骨料的密度。分形维数小于分形所在的空间维数,大于拓扑维数,因而 $D < 3$,对于特细砂颗粒 $d_{\min}$ 一般很小,近似看作接近于 0,则式(11)即变为

$$V_p = 1 - \frac{\rho}{\rho'} = 1 - \frac{1\ 574}{2\ 641} = 0.404。$$

在上式中, ρ 取特细砂的紧密堆积密度, ρ' 取特细砂的表观密度,通过上式可以求得试验所用辽河中下游流域特细砂的体积分形的分形维数 $V_p = 0.404$ 。

根据公式 $V_p = 1 - \frac{\rho}{\rho'}$ 可知,在骨料粒径不断变化的同时,得到的分形维数 V_p 是一个变量。

3 特细砂混凝土的骨料级配与分形

在配制特细砂混凝土的试验中,通过配制不同强度等级的混凝土,对各组配合比下的粗细骨料进行筛分,求得所对应的特细砂混凝土的分形维数 D_i 。

表5是第一组特细砂配制混凝土的配合比。

表6是第一组石子筛分结果。

表7是第一组特细砂的筛分结果。

骨料实际含量及分形维数计算值如表8和表9所示。

表5 第一组特细砂混凝土的配合比

Table 5 The first set of fine sand concrete mixture ratio

水灰比	砂率/%	水/kg	水泥/kg	砂子/kg	石子/kg	坍落度/mm	黏聚性	保水性	28 d 强度/MPa
0.4	26	190	475	454	1 292.24	15	好	好	33

表6 碎石筛分结果

Table 6 Gravel sieving results

石子筛孔尺寸/mm	筛余质量/g	分计筛余/%	累计筛余/%
20	0	0	0
15	93	7.2	7.2
10	584	45.2	52.4
5	572	44.3	96.7
2.5	43	3.3	100

表7 砂子筛分结果

Table 7 Super fine sand sieving results

筛孔尺寸/mm	筛余质量/g	分计筛余/%	累计筛余/%
4.75	0	0.0	0.0
2.36	3	0.7	0.7
1.18	2	0.5	1.2
0.6	14	3.1	4.3
0.30	212	46.7	51.0
0.15	188	41.4	92.4

表 8 碎石与特细砂综合筛分结果

Table 8 Gravel and super fine sand sieving results				
筛孔尺寸	筛余质量	分计筛余	累计筛余	通过率
/mm	/g	/%	/%	/%
20	0	0	0	100
15	93	5.44	5.44	94.56
10	584	34.13	39.57	60.43
5	572	33.43	73.00	27.00
2.5	43	2.51	75.51	24.49
2.36	3	0.18	75.69	24.31
1.18	2	0.12	75.81	24.19
0.6	14	0.82	76.63	23.37
0.30	212	12.39	89.02	10.98
0.15	188	10.98	100	0

表 9 混凝土分形维数的计算参数

Table 9 Fractal dimension calculation parameters of concrete						
i	d_i	$d_i/d_{\max}$	$\ln(d_i/d_{\max})$	AI		
	/mm			A_i	$P(d_i)$	$\ln[P(d_i)]$
1	20	1	0	0	1	0
2	15	0.75	-0.288	0.054	0.946	-0.056
3	10	0.5	-0.693	0.396	0.604	-0.504
4	5	0.25	-1.386	0.730	0.27	-1.309
5	2.5	0.125	-2.079	0.756	0.245	-1.407
6	2.36	0.118	-2.137	0.757	0.243	-1.414
7	1.18	0.059	-2.830	0.756	0.242	-1.419
8	0.6	0.03	-3.507	0.767	0.234	-1.454
9	0.3	0.015	-4.199	0.890	0.110	-2.209
10	0.15	0.0075	-4.893	1	0	—

通过计算机迭代方法可以求得第一组配合比下特细砂混凝土骨料的分形维数为 $D_1 = 2.42$ 。

表 10 是第二组特细砂配制混凝土的配合比,表 11 是第三组特细砂配制混凝土的配合比,表 12 是第二组骨料实际含量及分形维数计算值,表 13 是第三组骨料实际含量及分形维数计算值。

表 10 第二组特细砂混凝土的配合比

Table 10 The second set of fine sand concrete mixture ratio									
水灰比	砂率/%	水/kg	水泥/kg	砂子/kg	石子/kg	坍落度/mm	黏聚性	保水性	28 d 强度/MPa
0.45	23	173	385	423	1 419	20	一般	一般	39

表 11 第三组特细砂混凝土的配合比

Table 11 The third set of fine sand concrete mixture ratio									
水灰比	砂率/%	水/kg	水泥/kg	砂子/kg	石子/kg	坍落度/mm	黏聚性	保水性	28 d 强度/MPa
0.5	28	190	380	512	1 316	10	好	好	32

同样通过迭代方法求得第二组配合比下混凝土骨料分形维数 $D_2 = 2.36$ 。

第三组配合比下,可以求得混凝土骨料分形维数为 $D_3 = 2.47$ 。

表 12 碎石与特细砂综合筛分结果

Table 12 Gravel and super fine sand sieving results				
筛孔尺寸	筛余质量	分计筛余	累计筛余	通过率
/mm	/g	/%	/%	/%
20	0	0	0	100
15	126	6.84	6.84	93.16
10	622	33.77	40.61	59.39
5	596	32.36	72.96	27.04
2.5	75	4.07	77.04	22.96
2.36	3	0.16	77.20	22.80
1.18	3	0.16	77.36	22.64
0.6	16	0.87	78.23	21.77
0.30	209	11.35	89.58	10.42
0.15	192	19.42	100	0

表 13 碎石与特细砂综合筛分结果

Table 13 Gravel and super fine sand sieving results				
筛孔尺寸	筛余质量	分计筛余	累计筛余	通过率
/mm	/g	/%	/%	/%
20	0	0	0	100
15	89	4.87	4.87	95.13
10	592	32.39	37.25	62.75
5	576	31.51	68.76	31.24
2.5	59	3.23	71.99	28.01
2.36	5	0.27	72.26	27.74
1.18	4	0.22	72.48	27.52
0.6	25	1.37	73.85	26.15
0.30	243	13.29	87.14	12.86
0.15	235	12.86	100	0

根据以上筛分试验,可以得到如下结论:从特细砂的筛分试验求得其分形维数为 $D = 2.798$,而对配制混凝土所用粗细骨料统一筛分,求得的平均分形维数为 2.42,两者结果并不相同。根据不同配合比配制的不同强度等级的特细砂混凝土,其骨料级配分形维数也是不确定的。混凝土由于其自身多相、多层次复合材料内在规律的复杂性^[9-11]导致其分形维数、分形特点也并不相同,因此对于这方面的进一步探索是非常有价值的。

4 结论

(1)通过筛分试验确定取用的辽河中下游特细砂的分形维数,确定其质量分布与分形维数的关系,同时得到了特细砂骨料级配孔隙率与体积分形之间的联系,求出了特细砂体积分形维数。

(2)分形维数跟颗粒粒径大小之间的关系:随着颗粒粒径越来越小(细度模数越小),其粒径分布越不均匀其质量分形维数 D 是增大的;反之,颗粒粒径越大(细度模数越大),各个分布区间的粒径越均匀,其质量分形维数 D 越小。但是根据线性回归分析,特细砂的相关系数 R 比较小,其粒径分形特

征不明显。

(3)在同等条件下,用同样的配合比配制的特细砂混凝土,其抗压强度与分形维数有关(主要是骨料级配决定其分形维数),分形维数大的,其 28d 抗压强度要小于分形维数小的强度,从理论上得出同一配合比下的特细砂混凝土强度要小于普通砂混凝土强度。

(4)特细砂混凝土自身的多相性、模糊性、不规则性,不同配合比配制的不同强度等级的混凝土,其骨料分形级配也不相同。对特细砂混凝土这一材料的微观结构与宏观性能间的内在规律,采用分形科学相关的新理论、新方法进行深入研究,将为混凝土材料研究提供更多的思路。

参 考 文 献

- Mandelbrot B B. Fractal character of fracture of metals. *Nature*, 1984; 308:271—272
- 张济忠. 分形. 北京:清华大学出版社, 1995: 111—138
Zhang J Z. Fractal. Beijing: Tsinghua University Press, 1995: 111—138
- 曾文曲,王向阳. 分形理论与分形的计算机模拟. 沈阳:东北大学出版社,2001:6—32
Zeng W Q, Wang X Y. The fractal theory and computer simulation of fractal. Shenyang: Northeastern University Press, 2001:6—32
- 程士珍. 浅谈分形的应用. 天津工业大学学报. 2001;20(4): 65—67
Cheng S Z. Introduction to the fractal application. *Journal of Tianjin Institute of Textile Science and Technology*, 2001;20(4):65—67
- 李永鑫,陈益民,贺行洋,等. 粉煤灰-水泥浆体的孔体积分形维数及其与孔结构和强度的关系. 硅酸盐学报,2003; 31(8): 774—779
Li Y X, Chen Y M, He H Y, *et al.* Pore volume fractal dimension of fly ash-cement paste and its relationship between the pore structure and strength. *Journal of the Chinese Ceramic Society*, 2003; 31(8): 774—779
- 宋军伟,方坤河,刘冬梅,等. 压汞测孔评价磷浓-水泥浆体材料孔隙分形特征的试验. 武汉大学学报, 2008; 41(6): 41—46
Song J W, Fang K H, Liu D M, *et al.* Research on fractal characteristics of phosphate slag-cement paste pore with MIP. *Engineering Journal of Wuhan University*, 2008; 41(6): 41—46
- 喻乐华,欧辉,段庆普. 掺珍珠岩水泥石孔分形维数及其与孔结构、强度的关系. 材料科学与工程学报,2007;25(2):201—205
Yu L H, Ou H, Duan Q P. Research on pore volume fractal dimension and its relation to pore structure and strength in cement paste with perlite admixture. *Journal of Materials Science and Engineering*, 2007;25(2):201—205
- 尹红宇. 混凝土孔结构的分形特征研究. 南宁:广西大学,2006
Yin H Y, Study the fractal characteristic of concretes pore structure. Nanning: Guangxi University, 2006
- 宓永宁,王振国,孙荣华,等. 特细砂浆性能及砌筑砂浆配合比研究. 人民黄河, 2014; (7)121—123
Mi Y N, Wang Z G, Sun R H, *et al.* Research on super fine sand mortar performance and mixture ratio of masonry mortar. *Yellow River*, 2014; (7)121—123
- 唐明,李 晓. 混凝土分形特征研究的现状与进展. 混凝土, 2004; (12):8—11
Tang M, Li X. Current situation and development of concrete fractal characteristic. *Concrete*, 2004; (12):8—11
- 宓永宁,张 颖,张树伟,等. 辽河特细砂分形特征及特细砂混凝土性能研究. 混凝土, 2012; (10):51—54
Mi Y N, Zhang Y, Zhang S W, *et al.* Research on the super-fine sand's fractal characteristics of Liao River and corresponding concrete property. *Concrete*, 2012; (10):51—54

Fractal Research on Super-fine Sand Concrete Aggregate of Liao River

MI Yong-ning¹, YUE Chuan^{1*}, CHEN Hao¹, WANG Zhen-guo², BI Jian-cheng¹

(Shenyang Agriculture University, College of Water Conservancy¹, Shenyang 110866, P. R. China;

Resources Protection Bureau of HaiHe River Basin², Tianjin, 300170, P. R. China)

[Abstract] Fractal geometry is the study of geometric problems based on the theory of self-similarity relation between local and overall shape of things, for irregular graphics without feature size. The research was focused on the super-fine sand concrete aggregate of Liao River based on the fractal geometry, obtained the relation between super-fine sand mass distribution of Liao River and fractal dimension, The link between the porosity of super-fine sand aggregate gradation and volume fractal was obtained at the same time, and the volume fractal dimension of super-fine sand was obtained too. The relationship between fractal dimension and particle size and the relationship between compressive strength and fractal dimension were ascertained, so that proved that the compressive strength of super-fine sand concrete is less than the ordinary from theory. Also combined with experiment, ascertained that the aggregate gradation fractal dimension of super-fine sand with different mix proportion and intensity levels was different.

[Key words] fractal dimension Fineness modulus particle size super-fine sand super-fine sand concrete