

北陸三県(福井、石川、富山)産の骨材について

金沢大学

永井 時一

要 旨

本文は、北陸三県産の骨材の諸性質およびコンクリートにおよぼす影響のニミについて行つた基本的調査の結果を報告し、コンクリートの設計および施工に資せんとするものである。試料は、各県土木部において、コンクリート用骨材として使用中、または使用見込のもの石川県産砂 12 種、砂利 10 種、福井県産砂 5 種、砂利 8 種、富山県産砂 17 種、砂利 11 種で、産地は第 1 表の通りである。

第 1 表 骨材の産地

石川県産骨材				福井県産骨材				富山県産骨材			
砂 (S)		砂利 (G)		砂 (S)		砂利 (G)		砂 (S)		砂利 (G)	
番号	産地	番号	産地	番号	産地	番号	産地	番号	産地	番号	産地
S-1-1	塩巻海岸 (石川県江沼郡塩巻村)	G-1-1	大聖寺川 (石川県江沼郡南郷村)	S-2-1	今市海岸 (福井県三方郡山吹村今市)	G-2-1	南川 (福井県速岐郡今富村尾崎)	S-3-1	小矢部川 (富山県西砺波郡石動町島分)	G-3-1	小矢部川 (富山県西砺波郡石動町島分)
S-1-2	(〃 江沼郡橋立村)	G-1-2	(〃 千崎海岸 篠原村)	S-2-2	(〃 今市郡藤江町上藤江)	G-2-2	(〃 三方郡山崎村今市)	S-3-2	(〃 高岡市渡)	G-3-2	(〃 高岡市渡)
S-1-3	(〃 石川郡美川町)	G-1-3	手取川 (〃 石川郡奥生村)	S-2-3	九頭竜川 (〃 大野郡足羽村)	G-2-3	日野川 (〃 今市郡藤江町上藤江)	S-3-3	庄川 (〃 射水郡大門町)	G-3-3	庄川 (〃 射水郡大門町)
S-1-4	(〃 小松市日本橋川)	G-1-4	(〃 小松市日本橋川)	S-2-4	足羽川 (〃 足羽郡足羽村船津)	G-2-4	九頭竜川 (〃 大野郡足羽村下荒井)	S-3-4	井田川 (〃 婦負郡婦中町)	G-3-4	井田川 (〃 婦負郡婦中町)
S-1-5	(〃 金沢市大桑町)	G-1-5	(〃 金沢市大桑町)	S-2-5	九頭竜川 (〃 吉田郡松岡町鳴座)	G-2-5	九頭竜川 (〃 〃 〃)	S-3-5	神通川 (〃 富山郡神通町)	G-3-5	神通川 (〃 富山郡神通町)
S-1-6	(〃 羽咋郡木森村)	G-1-6	(〃 羽咋郡木森村)			G-2-6	足羽川 (〃 足羽郡足羽村船津)	S-3-6	常願寺川 (〃 中新川郡三郷村)	G-3-6	常願寺川 (〃 中新川郡三郷村)
S-1-7	白地海岸 (〃 七尾市)	G-1-7	二ノ宮川 (〃 鹿島郡馬屋町)			G-2-7	九頭竜川 (〃 吉田郡松岡町鳴座)	S-3-7	早月川 (〃 〃 早月加積村)	G-3-7	早月川 (〃 〃 早月加積村)
S-1-8	町野川 (〃 鳳至郡町野町)	G-1-8	町野川 (〃 鳳至郡町野町)			G-2-8	九頭竜川 (〃 〃 〃)	S-3-8	片貝川 (〃 下新川郡経田村)	G-3-8	片貝川 (〃 下新川郡経田村)
S-1-9	輪島海岸 (〃 輪島郡輪島村)	G-1-9	輪島海岸 (〃 輪島郡輪島村)					S-3-9	黒部川 (〃 〃 桜井町)	G-3-9	黒部川 (〃 〃 桜井町)
S-1-10	猿煙海岸 (〃 珠洲郡西海村)	G-1-10	猿煙海岸 (〃 珠洲郡西海村)					S-3-10	小川 (〃 〃 五ヶ所村)	G-3-10	小川 (〃 〃 五ヶ所村)
S-1-11	小湊海岸 (〃 小湊町)							S-3-11	宮崎海岸 (〃 〃 宮崎村)	G-3-11	宮崎海岸 (〃 〃 宮崎村)
S-1-12	北川海岸 (〃 鳳至郡剣地村)										

1 粒 度

骨材の粒度は主としてコンクリートの価格およびワーカビリティに影響をおよぼすことは周知の通りで、コンクリート用骨材の重要な性質の一つであることは言うを俟たない。

(a) 砂

供試砂の粒度表は、第 2 表の通りで、その粒度曲線を示すと、第 1 図のようである。

第ノ図において黒水線で示した範囲は、土木学会制定のコンクリート標準示方書に指示する粒級限界で、この限界内の粒級の砂を用いれば、普通の場合、経済的に、所要の性能のコンクリートを作ることができるといわれている。

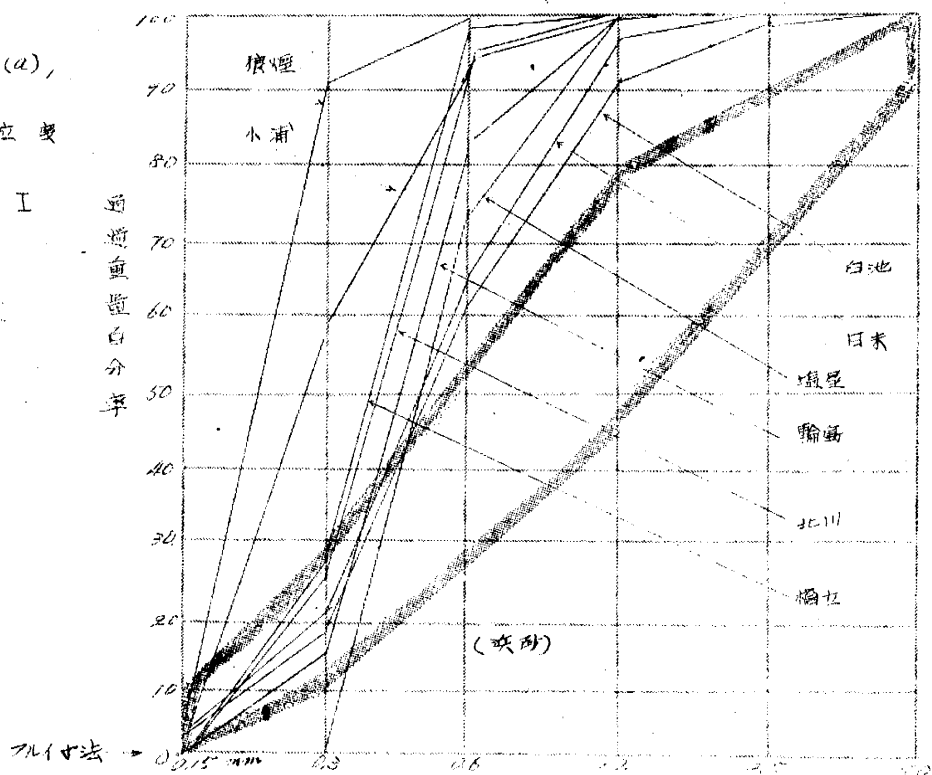
第2表 砂の粒度

[illegible]

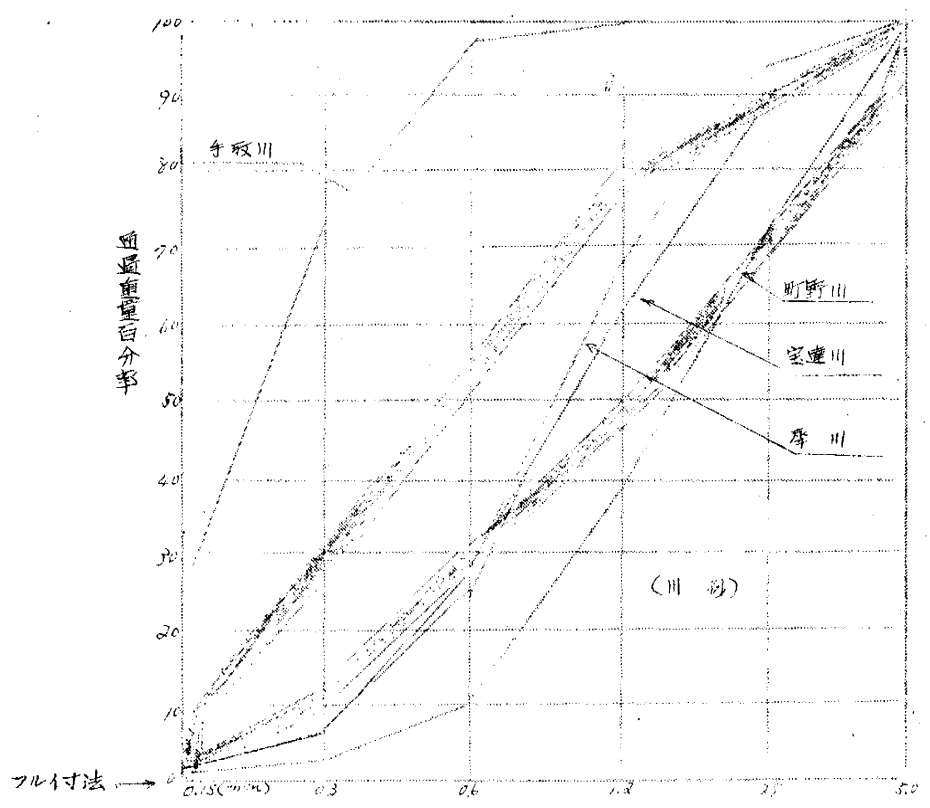
第 1 圖 (a),

砂刀拉變

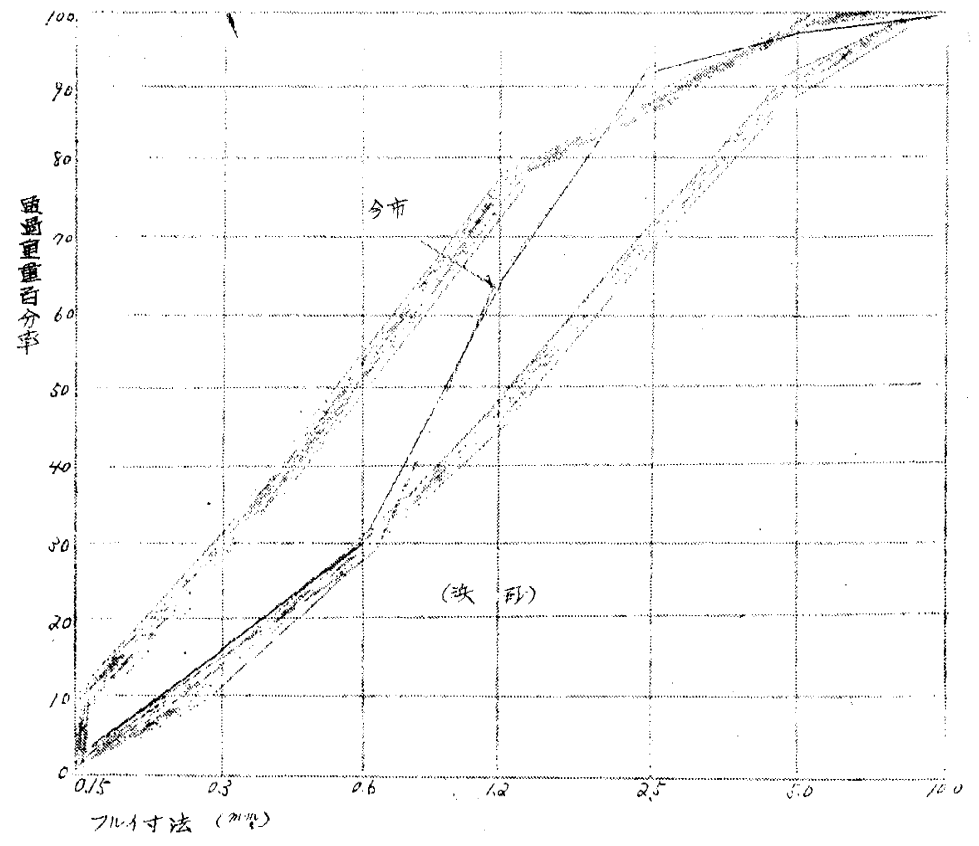
(右川 渠) I



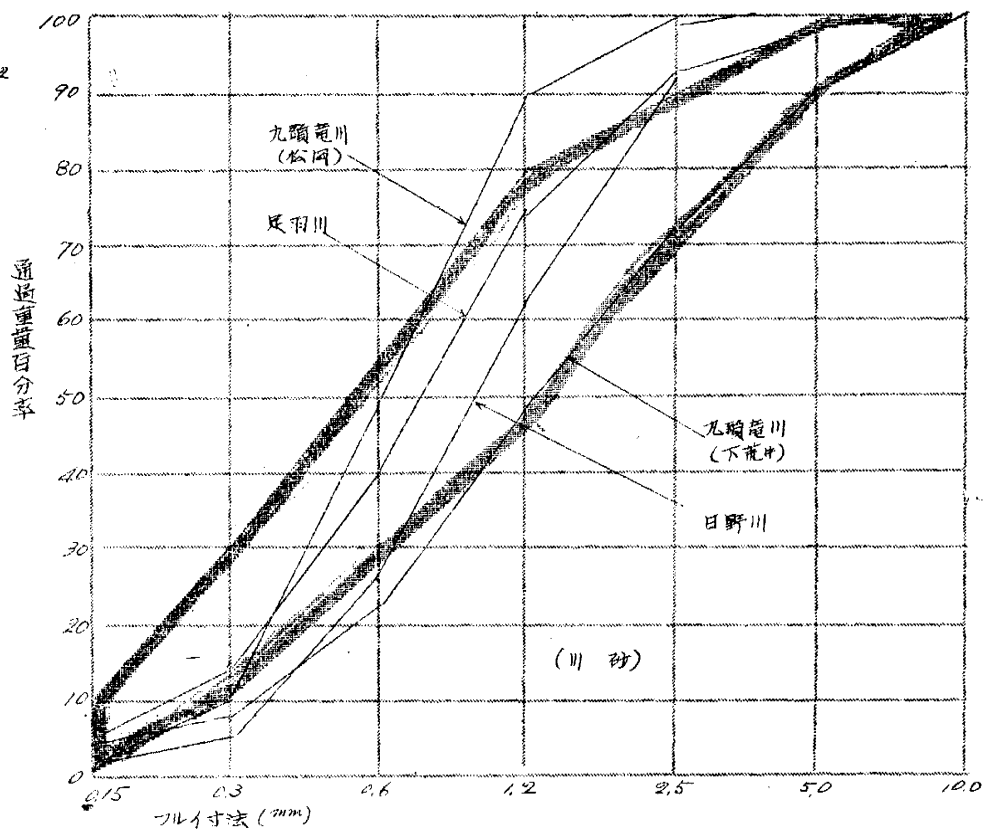
第1図 (a)
砂の粒度
(石川県) II



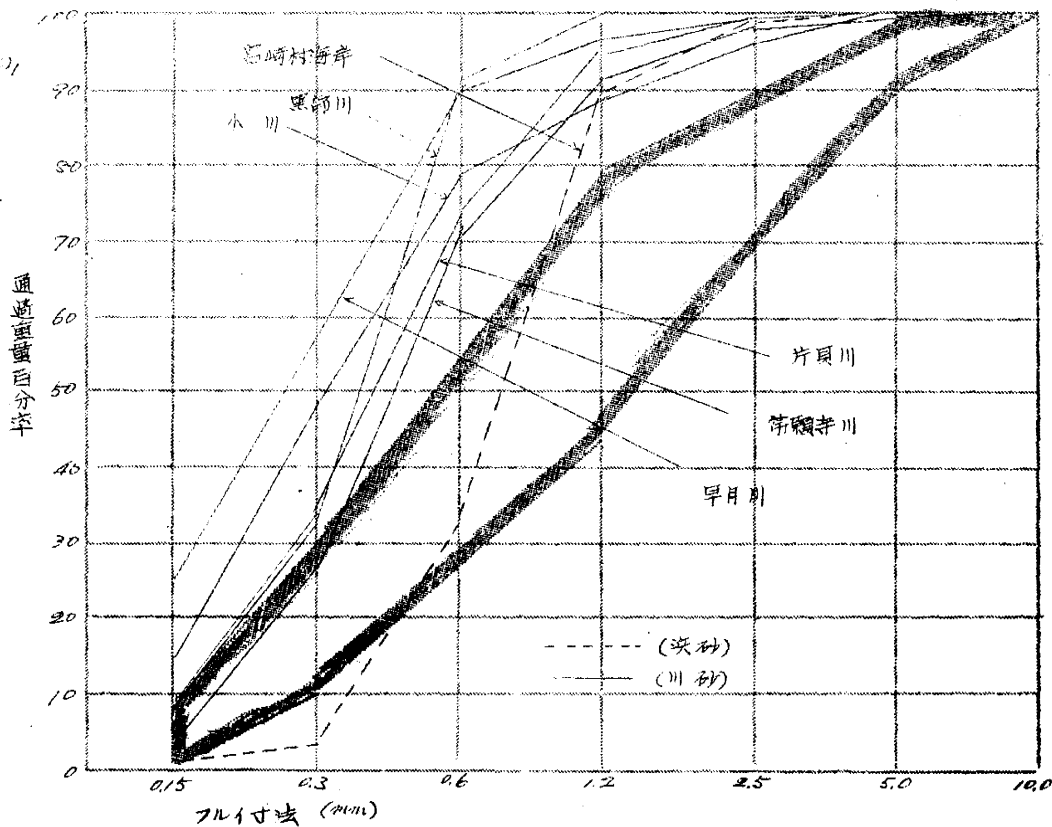
第1図 (b)
砂の粒度
(福井県) I



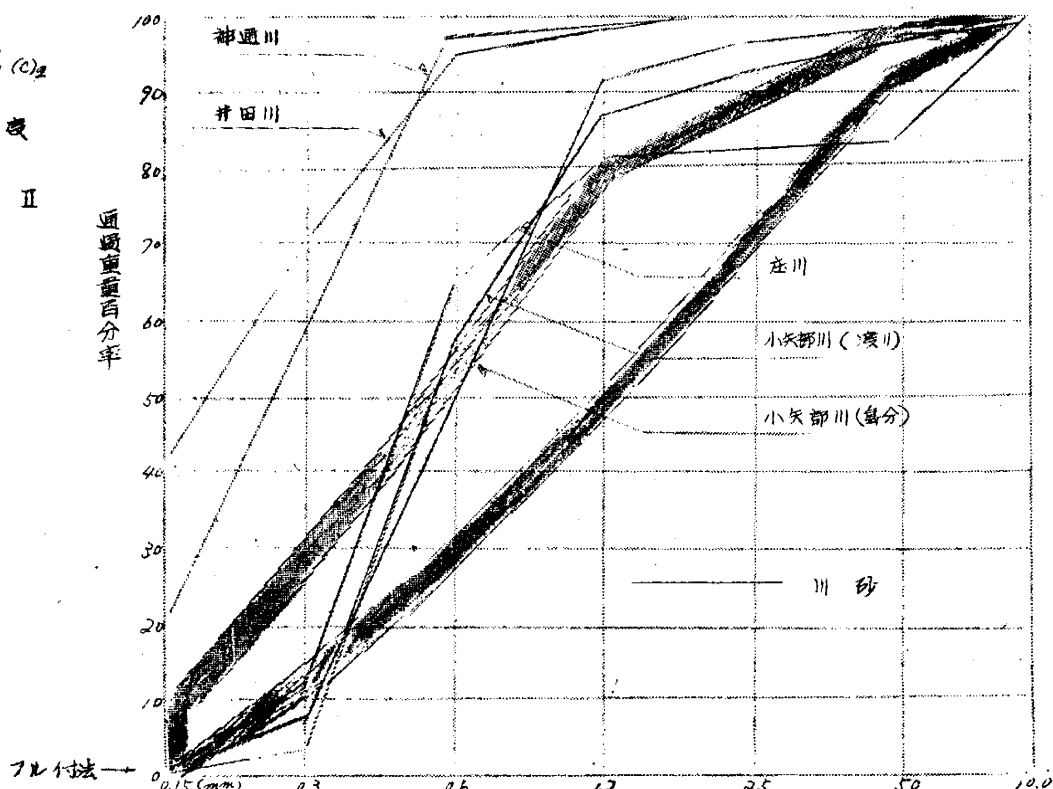
第1図 (b)₂
砂の粒度
(福井県) II



第1図 (c)₁
砂の粒度
(富山県) I



第1図(c)₂
砂の粒度
(新潟県) II



上の第2表および第1図によつて、各県産砂の粒度について検討してみると、次のように言うことができる。

(1) 石川県産砂には、海砂が多かったが、海砂は一般に粗粒が不足し、 1.2^{mm} ~ 0.3^{mm} 特に 0.5^{mm} ~ 0.3^{mm} の粒子が著く多い。川砂は、大体において、適当な粒度をもつと考えられるものが多いが、幾分、細粒の不足の傾向があるように思われる。但し、手取川砂は、例外的に、細粒が非常に多く、土木学会示方書の粒度限界から、可なり遠く外れている。

(2) 福井県産砂は、一般に、比較的、粒度良好である。

(3) 新潟県産砂は、可なり粗粒が不足し、細粒の多すぎるものが多いようである。殊に神通川、井田川砂等は、その傾向が著しい。但し庄川砂は、例外的に、 5.0^{mm} 以上の粗粒が多い。

(b) 砂利

試験砂利の粒度表は、第3表の通りで、粒度曲線は第2図のようである。

第3表および第2図から見ると、次のように言うことができる。

(1) 石川県産砂利は、その最大寸法が $20 \sim 25^{mm}$ のものが多く、唯、猿畑砂利が 50^{mm} 、輪島砂利が 40^{mm} 程度である。粒度は、大体において、土木学会示方書の粒度限界内にあり、可なり良好であるといえるようである。

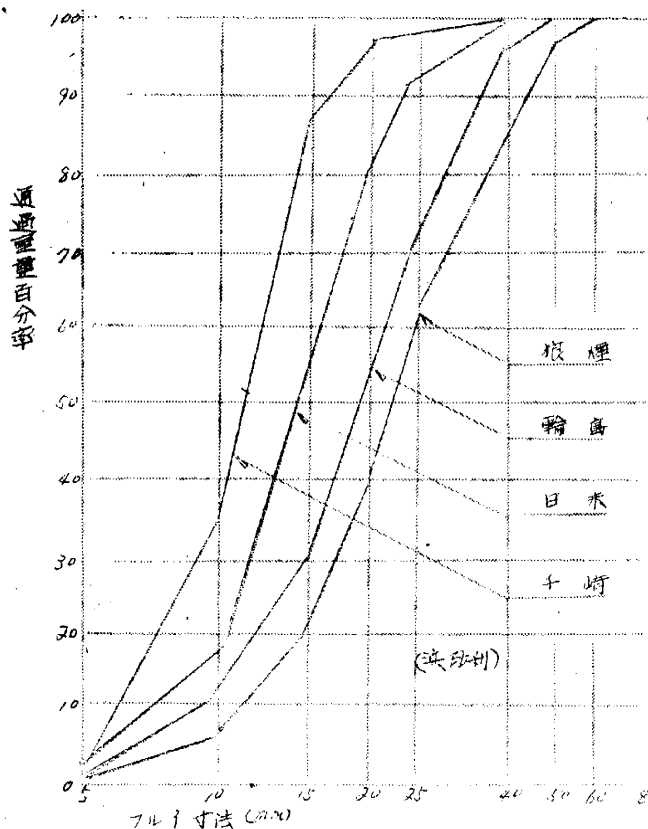
(2) 福井県産砂利の最大寸法は、九頭竜川(下荒井(細、粗))、九頭竜川(松岡(細))、今市砂利が 25^{mm} 、日野川、南川砂利が 40^{mm} 、足羽川、九頭竜川(松岡(粗))砂利が 50^{mm} である。粒度は、南川砂利が 1.5^{mm} 以下の細粒が多過ぎるのを除けば、大体において、土木学会示方書の粒度限界内にあり、良好であるといえる。

第3表 砂利の粒度

石川県産砂利										福井県産砂利										富山県産砂利												
番号	産地	粒度(通過重量百分率)								番号	産地	粒度(通過重量百分率)								番号	産地	粒度(通過重量百分率)										
		75 μ m	50	40	25	20	15	10	5			75 μ m	50	40	25	20	15	10	5			75 μ m	50	40	25	20	15	10	5			
G-1-1	大聖寺川	100	95	81	58	27	1			G-2-1	南川	100	98	90	72	63	53	42	28			G-3-1	小矢部川(真分)	100	68	53	36	17	4			
G-1-2	今井海岸	100	99	75	87	36	0			G-2-2	今井海岸		100	96	86	60	21	0					G-3-2	小矢部川(真分)	100	90	64	49	32	25	7	
G-1-3	手取川	100	89	64	30	4	0			G-2-3	日野川		100	85	59	34	14	1					G-3-3	庄川	100	99	81	66	47	26	16	
G-1-4	日本海岸	100	92	74	52	18	3			G-2-4	九頭竜川(下流市)(組)			100	89	70	49	17				G-3-4	井田川	100	99	96	54	43	31	21	2	
G-1-5	厚川		100	89	59	24	0			G-2-5	三上(組)		100	99	90	61	25	10					G-3-5	神直川	100	95	85	63	46	34	14	3
G-1-6	空渡川	100	76	57	35	13	1			G-2-6	足羽川	100	99	95	82	52	40	26	11	1			G-3-6	常盤寺川	100	92	35	17			1	1
G-1-7	二名川	100	98	65	54	24	6			G-2-7	九頭竜川(白濁)(組)	100	98	93	78	50	37	26	14	4			G-3-7	早月川	100	91	65	29	17	8	4	
G-1-8	町野川	100	89	55	25	3	0			G-2-8	三上(組)		100	93	81	62	36	5					G-3-8	井田川	100	95	74	21	7	0	0	
G-1-9	輪島海岸	100	97	69	51	29	11	1															G-3-9	東部川	100	77	55	33	13	0		
G-1-10	根煙海岸	100	98	87	61	41	21	7	1														G-3-10	小川	100	99	69	48	23	3	0	
																								G-3-11	宮崎海岸	100	93	81	56	18	0	

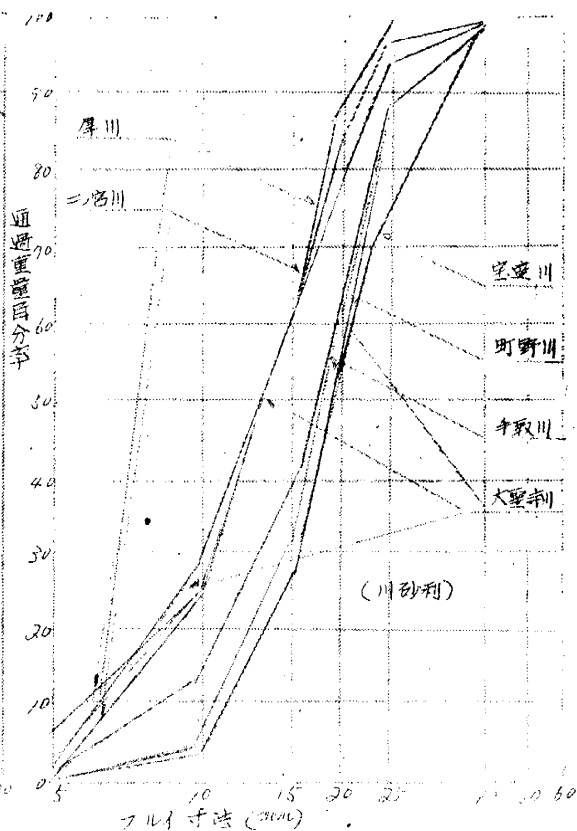
第2図 (a)₁

砂利の粒度 (石川県) I



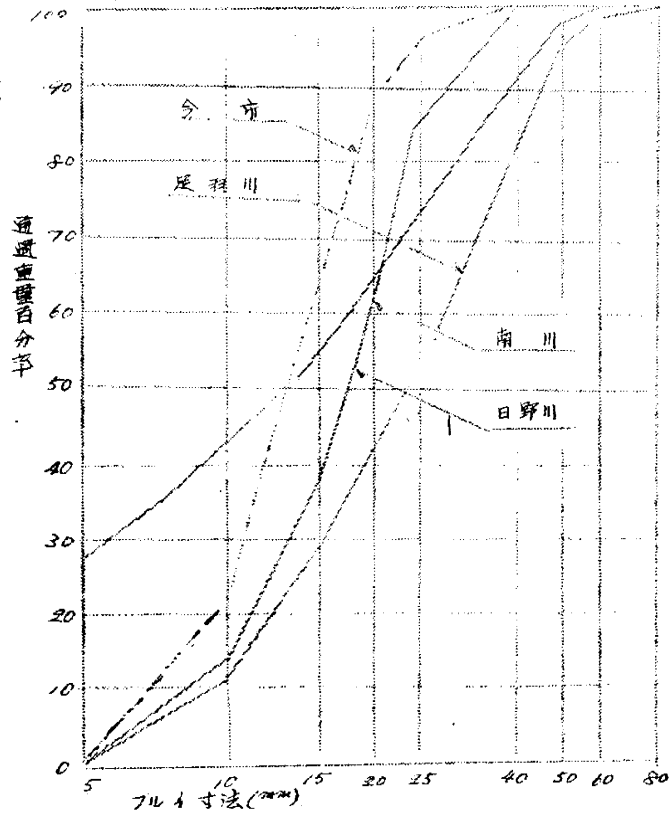
第2図 (a)₂

砂利の粒度 (石川県) II



第2図 (6),

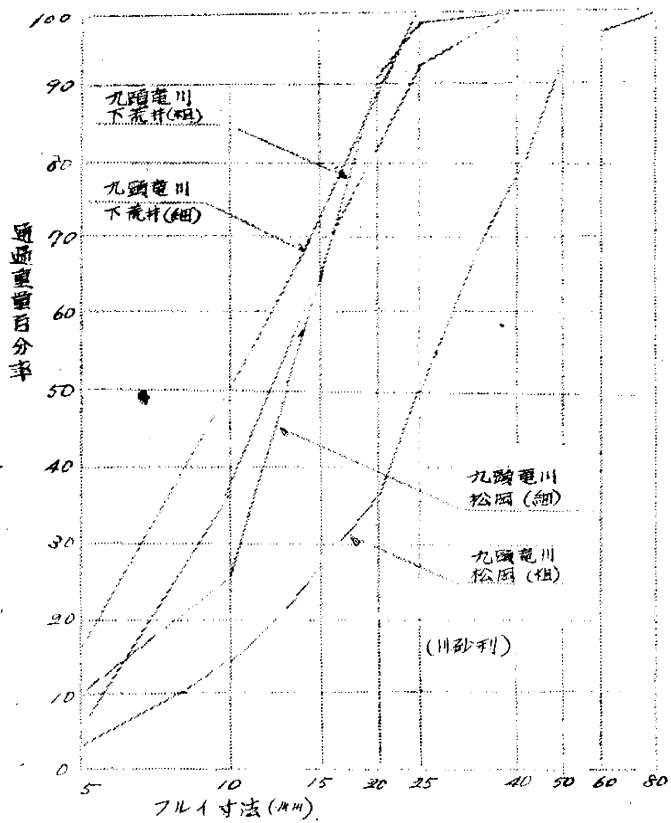
砂利の粒度 (福井県) I



第2図 (6) 2

砂利の粒度

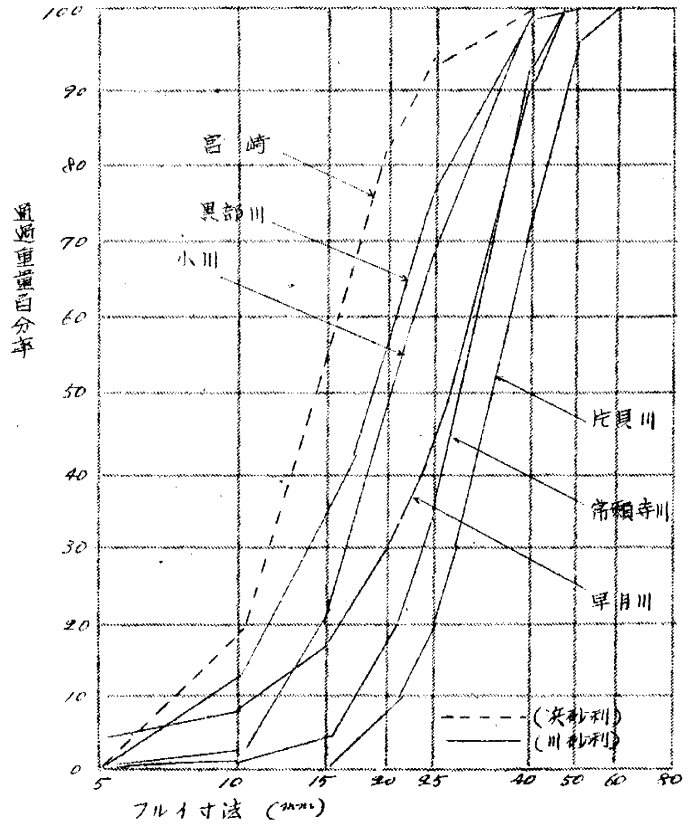
(福井県) II



第 2 図 (C)

砂利の粒度

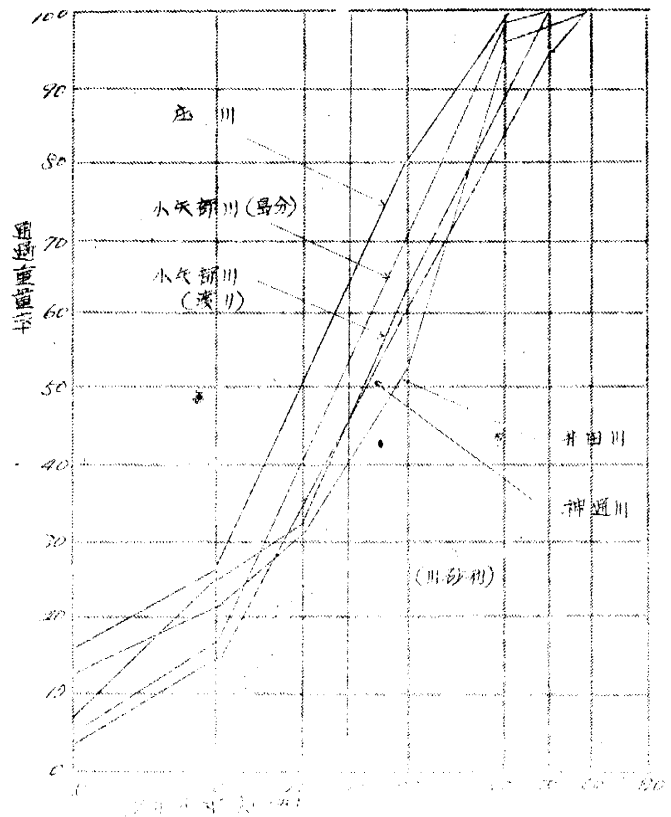
(富山県) I



第 2 図 (C) 2

砂利の粒度

(富山県) II



(3) 富山県産砂利の最大寸法は、石川、福井県産のものに比べて一般に大きく、富山砂利が25mm程度であるほか、凡て40～50mmである。粒度は、片貝川、常盤寺川砂利が粗い目にすぎ、特に細い方の粒子が不足しているほか、大体において良好であるといえる。

但し庄川砂利は5mmフルイ通過量が郡が多過ぎるようである。

以上のように、各県産の砂、砂利の粒度には、不適当と考えられるものも可なりあるが、一般に粒度の適否は、主として経済的見地から定められるものであるから、実際の場合の骨材の取捨選択には、充分な経済上の検討が必要であることは言うまでもない。

2. 比重

骨材の比重は、骨材粒子の含水状態が、表面乾燥内部飽和のときのもので表わすのが普通であつて、こゝに言う比重も亦それである。骨材の比重は、その絶対容積を求める場合等に利用されるものであるが、これが大きいことは、勿論母岩の真比重の大きいことにもよるが、また骨材粒子中に気孔が少いことにもよると考えられる。従つて、比重の大きな骨材は、一般にその質が緻密堅硬で、吸水率も少く、耐久力であることを意味するものと考えられる。

(a) 砂

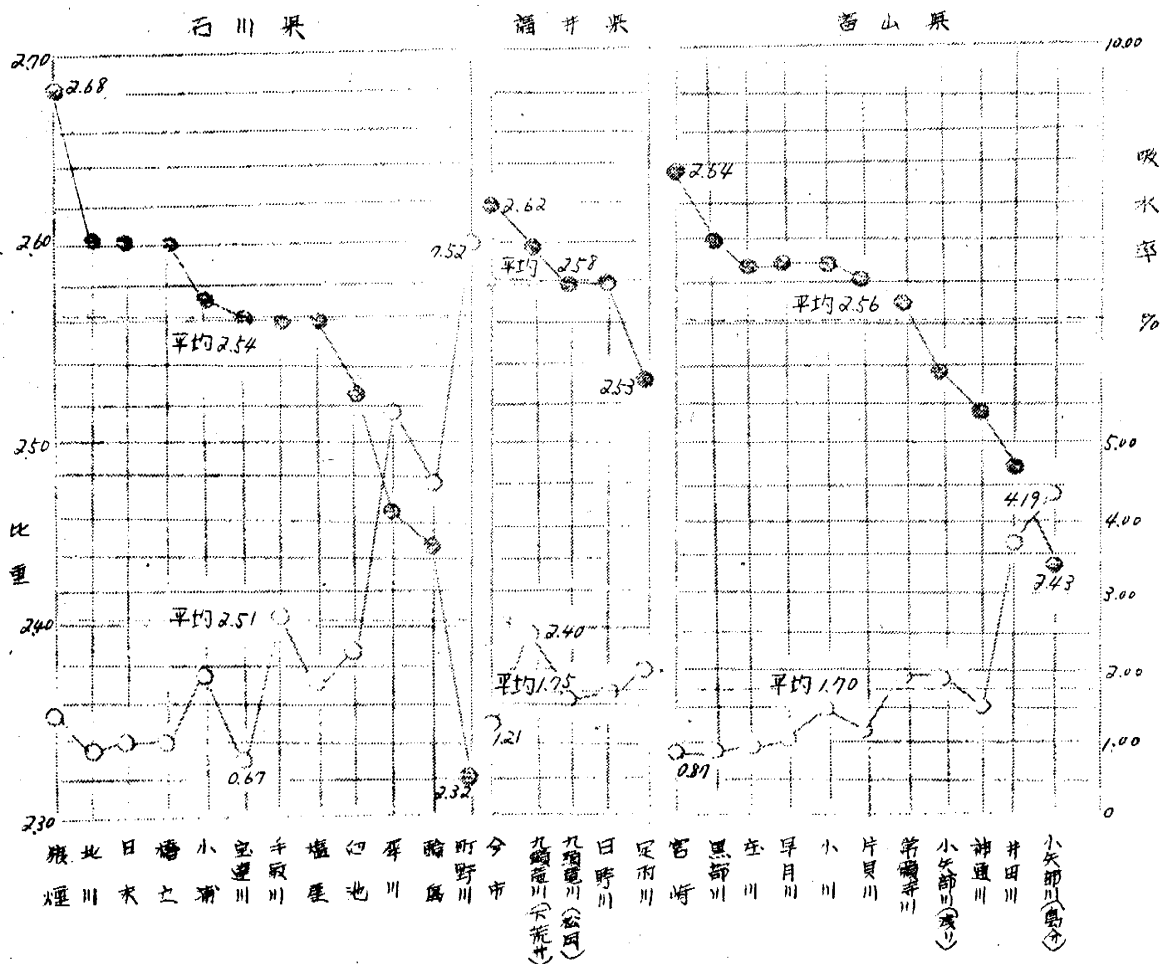
試験砂の比重は、第4表の通りで、これを図示したものが第3図である。

第4表 砂の比重

石川県産砂			福井県産砂			富山県産砂		
番号	産地	比重	番号	産地	比重	番号	産地	比重
S-1-1	権座海岸	2.56	S-2-1	今市海岸	2.62	S-3-1	小矢部川 (飯分)	2.43
S-1-2	橋立海岸	2.60	S-2-2	日野川	2.58	S-3-2	小矢部川 (磯川)	2.53
S-1-3	千取川	2.56	S-2-3	九頭竜川 (下荒井)	2.60	S-3-3	庄川	2.59
S-1-4	日永海岸	2.60	S-2-4	栄羽川	2.53	S-3-4	井田川	2.48
S-1-5	犀川	2.46	S-2-5	九頭竜川 (松岡)	2.58	S-3-5	神通川	2.51
S-1-6	宝重川	2.56				S-3-6	常盤寺川	2.57
S-1-7	白池海岸	2.52				S-3-7	早目川	2.59
S-1-8	町野川	2.32				S-3-8	片貝川	2.58
S-1-9	輪島海岸	2.44				S-3-9	黒部川	2.60
S-1-10	横瀬海岸	2.68				S-3-10	小川	2.59
S-1-11	小瀬海岸	2.57				S-3-11	富山海岸	2.64
S-1-12	北川海岸	2.60						

第 3 図 砂 の 比 重 吸 水 率

● 比重 ○ 吸水率



上のオム表および第3図から見ると、次のように言うことができる。

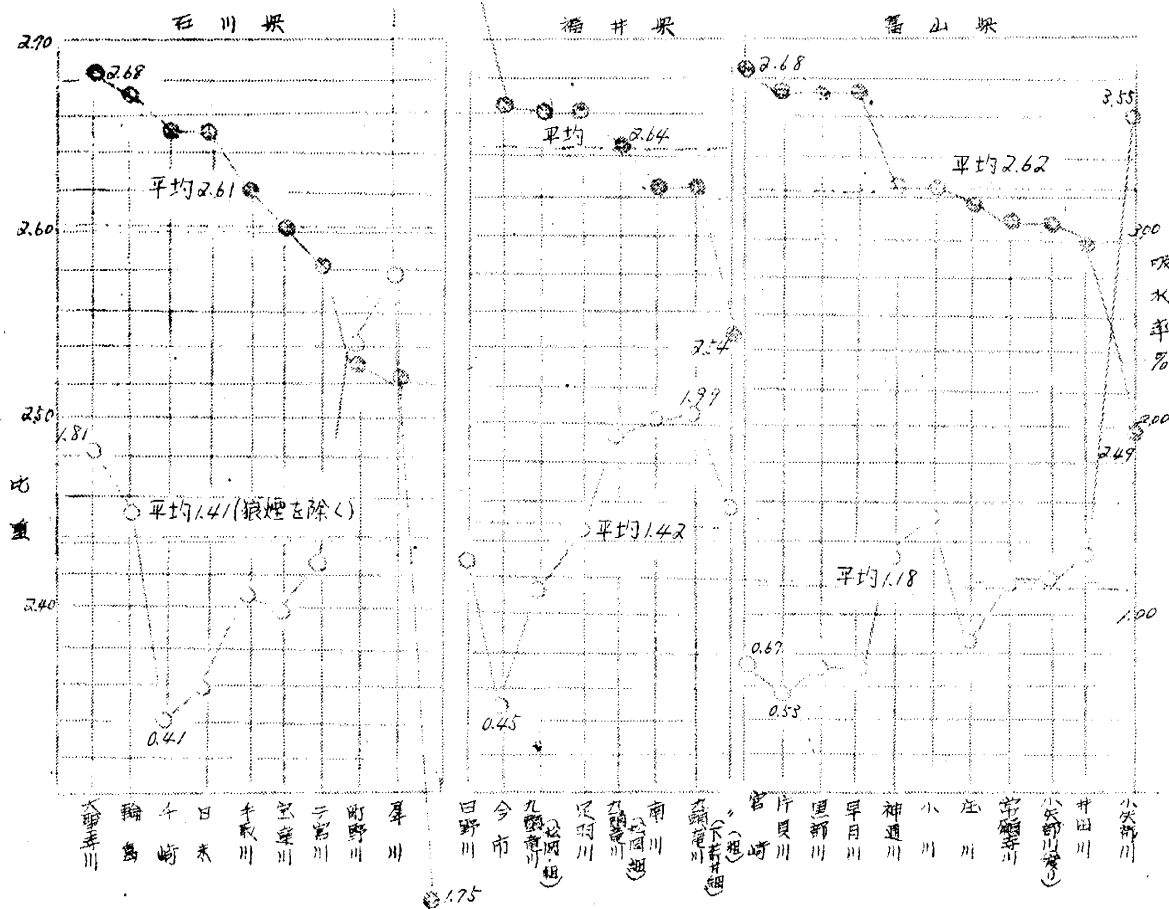
- (1) 石川県産砂の比重の最大値は、猿北砂の2.68であり、最小値は野川砂の2.32で、これは目立つて低い。平均値は2.54である。一般に砂の比重は、2.63 ~ 2.65に規定される場合が多いのであるが、これに比べると、石川県の各砂の比重は、聊か低値であると考えられる。
- (2) 福井県産砂の比重の最大値は、今市砂の2.62、最小値は足利川砂の2.53で、平均値は2.58である。石川県産砂と同様、聊か低い感がある。
- (3) 富山県産砂の比重の最大値は、第橋砂の2.64、最小値は小矢部川(無分)砂の2.43で、平均値は2.56で、これまた、少しく低いように思われる。
- (b) 砂 利

試験砂利の比重は第5表の通りで、これを図示したものが第4図である。

第5表 砂利の比重

石川県産砂利			福井県産砂利			富山県産砂利		
番号	産地	比重	番号	産地	比重	番号	産地	比重
G-1-1	大聖寺川	2.68	G-2-1	南川	2.62	G-3-1	小矢部川 (豊分)	2.47
G-1-2	千波海岸	2.65	G-2-2	今市海岸	2.66	G-3-2	小矢部川 (豊川)	2.60
G-1-3	千波川	2.62	G-2-3	日野川	2.74	G-3-3	庄川	2.61
G-1-4	日永海岸	2.65	G-2-4	九頭竜川 (下流)(組)	2.62	G-3-4	井田川	2.59
G-1-5	厚川	2.52	G-2-5	九頭竜川 (下流)(組)	2.54	G-3-5	神通川	2.62
G-1-6	宝達川	2.60	G-2-6	足羽川	2.62	G-3-6	常盤寺川	2.60
G-1-7	二宮川	2.58	G-2-7	九頭竜川 (松岡)(組)	2.66	G-3-7	早月川	2.67
G-1-8	町野川	2.53	G-2-8	九頭竜川 (松岡)(組)	2.64	G-3-8	片貝川	2.67
G-1-9	輪島海岸	2.67				G-3-9	黒部川	2.67
G-1-10	根越海岸	1.75				G-3-10	小川	2.62
						G-3-11	富山海岸	2.68

第4図 砂利の比重 吸水率 比重
○吸水率



第5表および第4図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の比重の最大値は、大聖寺川砂利の2.68、最小値は猿渡砂利の2.61である。猿渡砂利の比重は、全く例外的な値で、これは構成岩種が花崗が主で、他の産地のものと非常に異なっているからであると思われる。この猿渡砂利を含めての比重の平均値は2.53で、これを除いてのそれは2.61である。
- (2) 福井県産砂利の比重の最大値は、日野川砂利の2.74、最小値は丸瀬川(下荒井側)の砂利2.54で、平均値は2.64である。
- (3) 富山県産砂利の比重の最大値は、葛城砂利の2.68、最小値は小矢部川(曇分)砂利の2.49で、平均値は2.62である。
- 以上のように、三県産砂利の比重ほどのことはないが、普通に仮定される2.65に比して、一般に低値のようである。

3. 吸水率

骨材の吸水率は、骨材粒子の真の粗密を表わすと共に、コンクリートの混合の際の使用水量は、これを考慮して補正されねばならないから、コンクリート用骨材としては、非常に重要な性質の一つである。

(a) 砂

試験砂の吸水率は第6表の通りで、これを図示すれば第3図(前掲)のようである。

第6表 砂の吸水率

石川県産砂			福井県産砂			富山県産砂		
番号	産地	吸水率%	番号	産地	吸水率%	番号	産地	吸水率%
S-1-1	猿渡海岸	1.75	S-2-1	金市海岸	1.21	S-3-1	小矢部川 (曇分)	4.19
S-1-2	橋立海岸	0.97	S-2-2	日野川	1.63	S-3-2	小矢部川 (曇分)	1.73
S-1-3	手取川	2.59	S-2-3	丸瀬川 (下荒井)	2.40	S-3-3	庄川	0.93
S-1-4	日永海岸	0.91	S-2-4	足羽川	1.96	S-3-4	井田川	3.49
S-1-5	琴川	5.27	S-2-5	丸瀬川 (松岡)	1.56	S-3-5	神通川	1.40
S-1-6	宝達川	0.67				S-3-6	常福寺川	1.79
S-1-7	白池海岸	2.19				S-3-7	早月川	0.98
S-1-8	町野川	7.52				S-3-8	片貝川	1.09
S-1-9	輪島川	4.36				S-3-9	黒部川	0.87
S-1-10	猿渡海岸	1.28				S-3-10	小川	1.34
S-1-11	小浦海岸	1.80				S-3-11	葛城海岸	0.87
S-1-12	北川海岸	0.83						

第6表および第3図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂の吸水率の最大値は、町野川砂の2.52%、最小値は宝達川砂の0.67%で、最大値と最小値との間に相当の差があるが平均値は、2.5%である。普通、砂の吸水率の近似値として用いられる値は、0～2%である。これに比べて石川県産の砂の吸水率は、可なり高い値を示している。
- (2) 福井県産砂の吸水率の最大値は九頭竜川（下荒井）砂の2.40%、最小値は今市砂の1.21%で、平均値は1.75%である。
- (3) 富山県産砂の吸水率の最大値は、小矢部川（島分）砂の4.55%、最小値は宮崎砂の0.87%で、平均値は1.70%である。

以上のよう、石川県産砂の吸水率は、福井、富山両県下産の砂のそれと比べて、不同が著しく、その平均値も幾分高いようである。

(6) 砂 利

砂利の吸水率は第7表の通りで、これを図示すれば第4図（前掲）のようである。

第7表 砂利の吸水率

石川県産砂利			福井県産砂利			富山県産砂利		
番 号	産 地	吸水率%	番 号	産 地	吸水率%	番 号	産 地	吸水率%
G-1-1	大聖寺川	1.81	G-2-1	荒 川	1.96	G-3-1	小矢部川(島分)	3.55
G-1-2	千崎海岸	0.41	G-2-2	今市海岸	0.45	G-3-2	小矢部川(横川)	1.13
G-1-3	手取川	1.04	G-2-3	白野川	1.19	G-3-3	庄 川	0.80
G-1-4	日米海岸	0.56	G-2-4	九頭竜川(細) (下荒井)	1.99	G-3-4	井田川	1.25
G-1-5	犀 川	2.74	G-2-5	九頭竜川(細) (下荒井)	1.50	G-3-5	神道川	1.24
G-1-6	宝達川	0.98	G-2-6	足羽川	1.39	G-3-6	常盤井川	1.11
G-1-7	ニノ宮川	1.23	G-2-7	九頭竜川(細) (松岡)	1.04	G-3-7	早月川	0.65
G-1-8	町野川	2.41	G-2-8	九頭竜川(細) (松岡)	1.86	G-3-8	片貝川	0.53
G-1-9	輪島海岸	1.51				G-3-9	蓮部川	0.64
G-1-10	根煙海岸	16.31				G-3-10	小 川	1.45
						G-3-11	宮崎海岸	0.67

第7表及び第4図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の吸水率の最大値は、根煙砂利の16.31%、最小値は千崎砂利の0.41%で、平均値は2.90%である。根煙砂利の吸水率は、石川によるもので、全く例外的な値である。根煙砂利を除けば、犀川砂利の2.74%が最大値で、平均値も1.41%になる。一般に、普通の砂利の吸水率の近似値として採られる値は、0.5～1%である。
これに比べて石川県産砂利の吸水率は可なり高値のようである。
- (2) 福井県産砂利の吸水率の最大値は、九頭竜川（下荒井）砂利の1.99%、最小値は今市砂利の0.45%で、平均値は1.42%である。
- (3) 富山県産砂利の吸水率の最大値は、小矢部川（島分）砂利の3.55%、最小値は片貝川砂利の0.53%で、平均値は1.18%である。小矢部川（島分）砂利の吸水率値3.55%は富山県としては、例外的なもので、これを除けば、最大値は小川砂利の1.45%となり、平均値は0.95%になる。

上のような関係式を定めれば、骨材の比重を測定して、これによつて吸水率の値を推定することができる。

5 単位容積重量

骨材の単位容積重量は、空气中乾燥状態で測定することは、周知の通りである。単位容積重量は、その測定方法によつて差異のあることは、言を俟たない処であるから、その測定方法を一定にする必要がある。

普通にはJIS土水1004に規定されている骨材の単位容積重量試験方法を用いる。本調査で単位容積重量「標準」とあるのは、この試験方法中の棒突き法によつたものであり、「輕盛」とあるは棒突きしないで、容器に軽く盛り上げて測つた重量である。

(a) 砂

供試砂の単位容積重量は第8表の通りで、これを図示すれば第6図のようである。

第8表 砂の単位容積重量

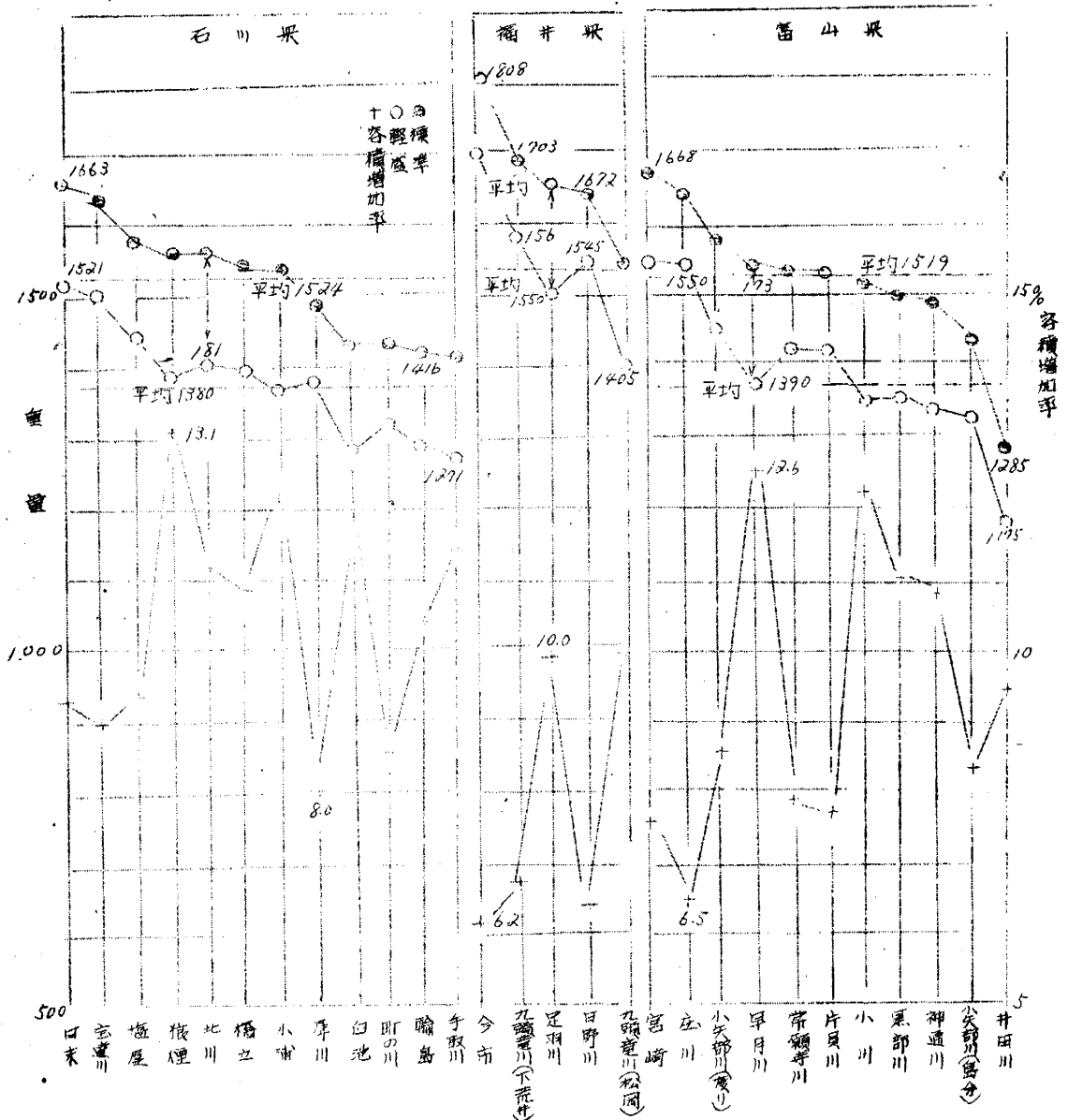
石川県産砂				福井県産砂				富山県産砂			
番号	産地	単位容積重量 kg/m^3		番号	産地	単位容積重量 kg/m^3		番号	産地	単位容積重量 kg/m^3	
		標準	輕盛			標準	輕盛			標準	輕盛
S-1-1	壺屋海岸	1578	1442	S-2-1	今市海岸	1808	1703	S-3-1	小矢部川 (豊分)	1435	1325
S-1-2	福立海岸	1545	1393	S-2-2	日野川	1650	1550	S-3-2	小矢部川 (渡り)	1575	1450
S-1-3	手取川	1416	1271	S-2-3	九頭竜川 (下流中)	1695	1583	S-3-3	庄川	1640	1540
S-1-4	日永海岸	1663	1521	S-2-4	足羽川	1663	1507	S-3-4	井田川	1285	1175
S-1-5	厚川	1484	1374	S-2-5	九頭竜川 (坂田)	1545	1405	S-3-5	神直川	1485	1340
S-1-6	室蓮川	1639	1503					S-3-6	常盤寺川	1538	1425
S-1-7	河地海岸	1434	1282					S-3-7	早月川	1543	1370
S-1-8	斯野川	1432	1319					S-3-8	片貝川	1530	1420
S-1-9	輪島海岸	1422	1288					S-3-9	黒部川	1498	1350
S-1-10	根室海岸	1567	1386					S-3-10	小川	1515	1350
S-1-11	小湊海岸	1538	1371					S-3-11	若崎海岸	1668	1550
S-1-12	北川海岸	1564	1406								

上の第8表および第6図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂の単位容積重量(以下容重という)「標準」の最大値は、日永砂の 1663 kg/m^3 、最小値は手取川砂の 1416 kg/m^3 で、平均値は 1524 kg/m^3 である。「輕盛」の最大値は、日永砂の 1521 kg/m^3 、最小値は手取川砂の 1271 kg/m^3 で、平均値は 1380 kg/m^3 である。

普通に、砂の容重の近似値としてとられる値は「標準」 $1520 \sim 1850 \text{ kg/m}^3$ 、「輕盛」 $1450 \sim 1600 \text{ kg/m}^3$ であるから、これに比べて石川県産砂の容重は、「標準」に於ては全般的に軽か低いようであり、手取川砂の 1416 kg/m^3 の如きは、可なり低値である。「輕盛」に於ては、「標準」に於けるよりも、更に、全般的に低値であるように思われる。尚「標準」と「輕盛」とでは可なりの差があり、その差は骨材によつて相違する。差の最大値は、根室砂の 181 kg/m^3 である。

第 6 図 砂の單位容積 ($1m^3$) 重量及び容積増加率



- (2) 福井県産砂の容重は、「標準」の最大値は今市砂の $1808 kg/m^3$ 、最小値は九頭竜川(松岡)砂の $1415 kg/m^3$ で、平均値は $1672 kg/m^3$ である。「輕盛」の最大値は今市砂の $1703 kg/m^3$ 、最小値は九頭竜川(松岡)の $1405 kg/m^3$ で、平均値は $1550 kg/m^3$ である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は足羽川砂の $156 kg/m^3$ である。
- (3) 富山県産砂の容重は、「標準」の最大値は、富山砂の $168 kg/m^3$ 、最小値は井田川砂の $1175 kg/m^3$ で、平均値は $1519 kg/m^3$ である。「輕盛」の最大値は、富山砂の $1550 kg/m^3$ 、最小値は井田川砂の $1175 kg/m^3$ で、平均値は $1390 kg/m^3$ である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は早月川砂の $179 kg/m^3$ である。富山県産砂の容重は、石川県産砂と同様「標準」「輕盛」共に全般的に低い。

うであり、殊に井田川砂のものは、著しく低値である。

(6) 砂 利

試験砂利の容重は第9表の通りで、これを図示すれば、第7図(次頁)のようである。

第9表 砂利の単位容積重量

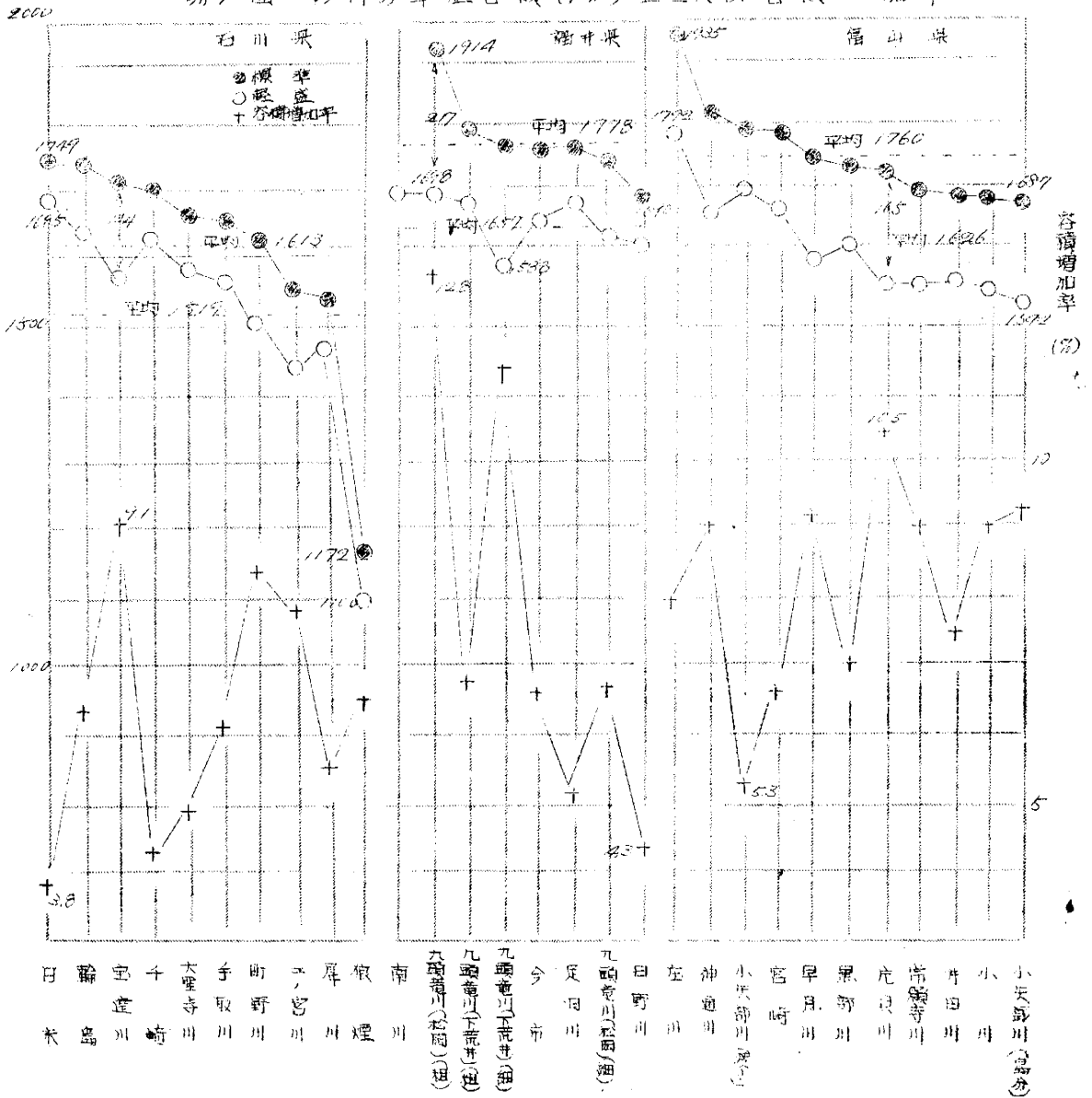
石川県産砂利				福井県産砂利				富山県産砂利			
番 号	産 地	単位容積重量 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		番 号	産 地	単位容積重量 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		番 号	産 地	単位容積重量 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
		標準	輕盛			標準	輕盛			標準	輕盛
G-1-1	大聖寺川	1662	1585	G-2-1	南 川		1698	G-3-1	小矢部川 (魚分)	1687	1542
G-1-2	十崎海岸	1701	1631	G-2-2	今市海岸	1765	1655	G-3-2	小矢部川 (渡り)	1775	1705
G-1-3	手取川	1659	1563	G-2-3	日野川	1690	1620	G-3-3	庄 川	1735	1792
G-1-4	日永海岸	1749	1685	G-2-4	九頭竜川 (畑)(下荒井)	1795	1680	G-3-4	井田川	1698	1578
G-1-5	犀 川	1544	1464	G-2-5	九頭竜川 (畑)(下荒井)	1769	1588	G-3-5	神通川	1820	1668
G-1-6	宝達川	1718	1574	G-2-6	足井川	1765	1680	G-3-6	前郷寺川	1708	1565
G-1-7	二、宮川	1553	1440	G-2-7	九頭竜川 (畑)(松岡)	1914	1697	G-3-7	早月川	1755	1605
G-1-8	町野川	1630	1503	G-2-8	九頭竜川 (畑)(松岡)	1747	1637	G-3-8	比呂川	1735	1570
G-1-9	輪島海岸	1746	1641					G-3-9	黒部川	1739	1625
G-1-10	根越海岸	1772	1700					G-3-10	小 川	1698	1556
								G-3-11	岩崎海岸	1793	1680

第9表および第7図(次頁)から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の容重は、「標準」の最大値は、日永砂利の $1749 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は根越砂利の $1772 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は $1613 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「輕盛」の最大値は、日永砂利の $1685 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は根越砂利の $1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は $1519 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は、宝達川砂利の $144 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。
- (2) 福井県産砂利の容重は、「標準」の最大値は九頭竜川(松岡(畑))砂利の $1914 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は、日野川砂利の $1690 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は $1778 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「輕盛」の最大値は南川砂利の $1698 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は、九頭竜川(下荒井(畑))砂利の $1588 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は、 $1657 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は、九頭竜川(松岡(畑))砂利の $217 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。
- (3) 富山県産砂利の容重は、「標準」の最大値は、庄川砂利の $1735 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は小矢部川(魚分)砂利の $1687 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は $1760 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「輕盛」の最大値は、庄川砂利の $1792 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 、最小値は、小矢部川(魚分)砂利の $1542 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ で、平均値は $1626 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は、比呂川砂利の $165 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ である。

以上によつて見ると、容重「標準」の平均値は、福井県産砂利のものと富山県産砂利のものとは、大体に於て似て居り、石川県産砂利のものが聊か低い。「輕盛」についても、同様のことがいえる。砂利の容重の近似値として、普通にとられる値は、寸法 5mm 、 20mm のものに対して、「標準」 $1570 \sim$

第7図 砂利の単位容積(1^m)重量及び容積増加率



~1680 kg/m^3 「軽盛」 1450 ~ 1550 kg/m^3 である。これに比べて、各県産砂利の容積は、石川県の旅順砂利が例外的に低値であることを除けば、「標準」「軽盛」何れも、可なり高い値をもっているようである。

6. 容積増加率 (ふくらみ)

容積の、標準測定方法と軽盛測定方法とによって、差異のあることは、前述の通りであるが、これは、骨材を容積につめるつめ方の相違によって、同一実積の骨材の容積に、差異が生ずることから起る現象である。

即ち、棒突き法で測定した場合に比べて、輕盛り法で測定する場合には、同一実績の資材の容積が増加する。ここに挙げる容積増加率は、上の二方法を用いた場合のものである。

(a) 砂

鉄鍬砂の容積増加率は、第10表の通りで、これを図示すれば第8図(次頁)のようである。

第10表 砂の容積増加率と粗粒率

石川県産 砂				福井県産 砂				富山県産 砂			
番号	産地	容積増加率 %	粗粒率	番号	産地	容積増加率 %	粗粒率	番号	産地	容積増加率 %	粗粒率
S-1-1	塩屋海岸	9.4	2.20	S-2-1	今市海岸	6.2	3.00	S-3-1	小矢部川 (島分)	8.3	2.59
S-1-2	橋立海岸	10.9	1.73	S-2-2	日野川	6.5	3.18	S-3-2	小矢部川 (横川)	8.6	2.62
S-1-3	千取川	11.4	1.04	S-2-3	九頭竜川 (下荒井)	6.8	3.59	S-3-3	庄川	6.5	2.76
S-1-4	日本海岸	9.3	2.11	S-2-4	足羽川	10.4	2.76	S-3-4	井田川	9.4	2.94
S-1-5	屏川	8.0	3.06	S-2-5	九頭竜川 (松岡)	10.0	2.51	S-3-5	神道川	10.8	1.25
S-1-6	笠置川	9.0	3.14					S-3-6	新瀬寺川	7.9	2.05
S-1-7	紅池海岸	11.9	2.25					S-3-7	早月川	12.6	1.32
S-1-8	新野川	8.6	3.79					S-3-8	北谷川	7.7	1.91
S-1-9	輪島海岸	10.4	2.01					S-3-9	黒部川	11.0	1.69
S-1-10	飯坂海岸	13.1	1.05					S-3-10	小川	12.2	1.75
S-1-11	小浦海岸	12.2	1.43					S-3-11	宮崎海岸	7.6	2.72
S-1-12	北川海岸	11.2	1.79								

上の第10表および第8図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂の容積増加率の最大値は、飯坂砂の13.1%、最小値は、屏川砂の8.0%で、平均値は、10.5%である。
- (2) 福井県産砂の容積増加率の最大値は、足羽川砂の10.4%、最小値は、今市砂の6.2%で、平均値は8.0%である。
- (3) 富山県産砂の容積増加率の最大値は、早月川砂の12.6%、最小値は、庄川砂の6.5%で、平均値は9.3%である。

(b) 砂利

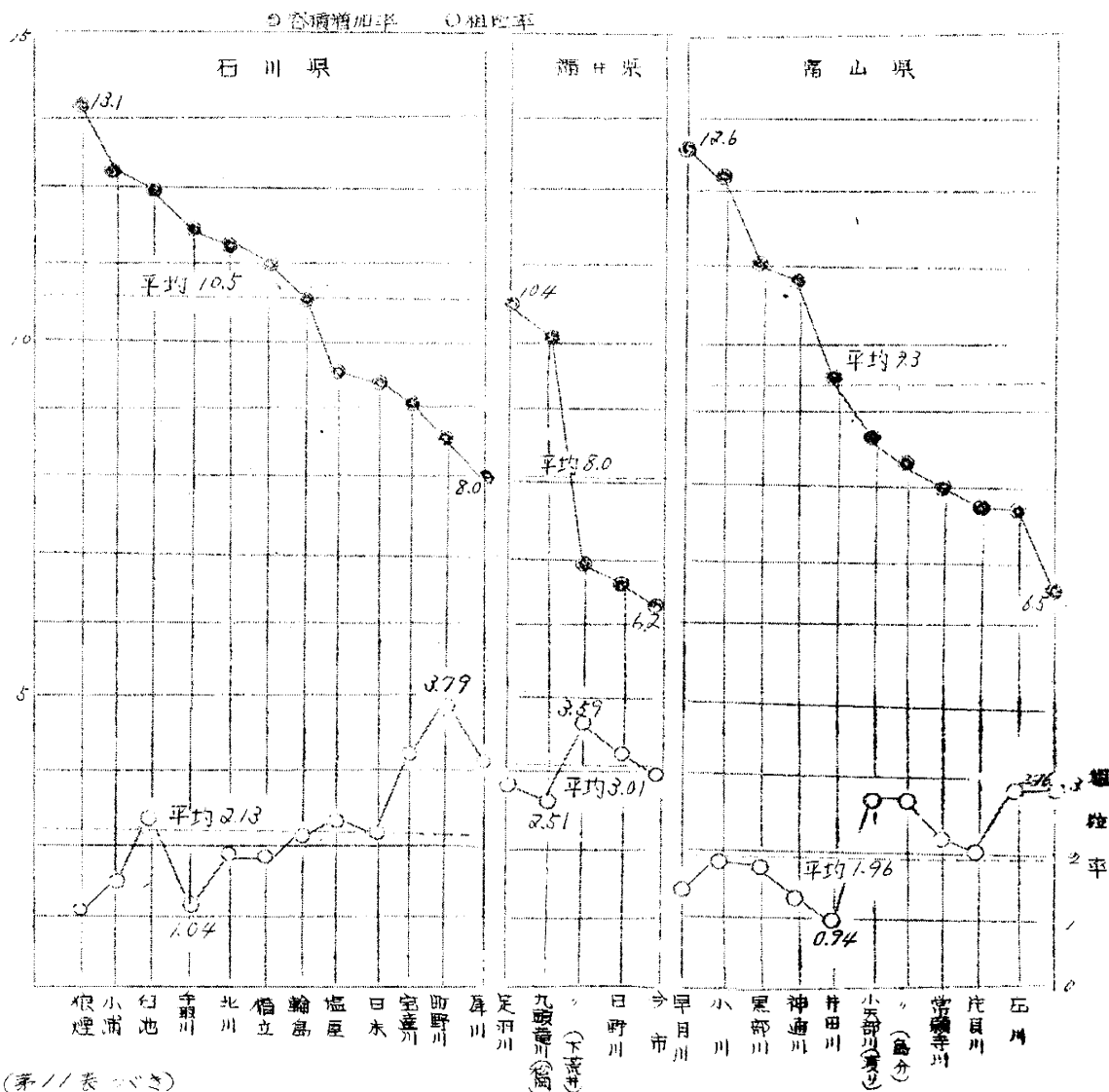
鉄鍬砂利の容積増加率は、第11表の通りで、これを図示すれば、第9図のようである。

第11表 砂利の容積増加率と粗粒率

石川県産 砂利				福井県産 砂利				富山県産 砂利			
番号	産地	容積増加率 %	粗粒率	番号	産地	容積増加率 %	粗粒率	番号	産地	容積増加率 %	粗粒率
G-1-1	大聖寺川	4.9	6.91	G-2-1	南川		6.77	G-3-1	小矢部川 (島分)	9.4	7.26
G-1-2	千崎海岸	4.3	6.66	G-2-2	今市海岸	6.6	6.93	G-3-2	小矢部川 (横川)	5.3	7.29

(次頁へ続く)

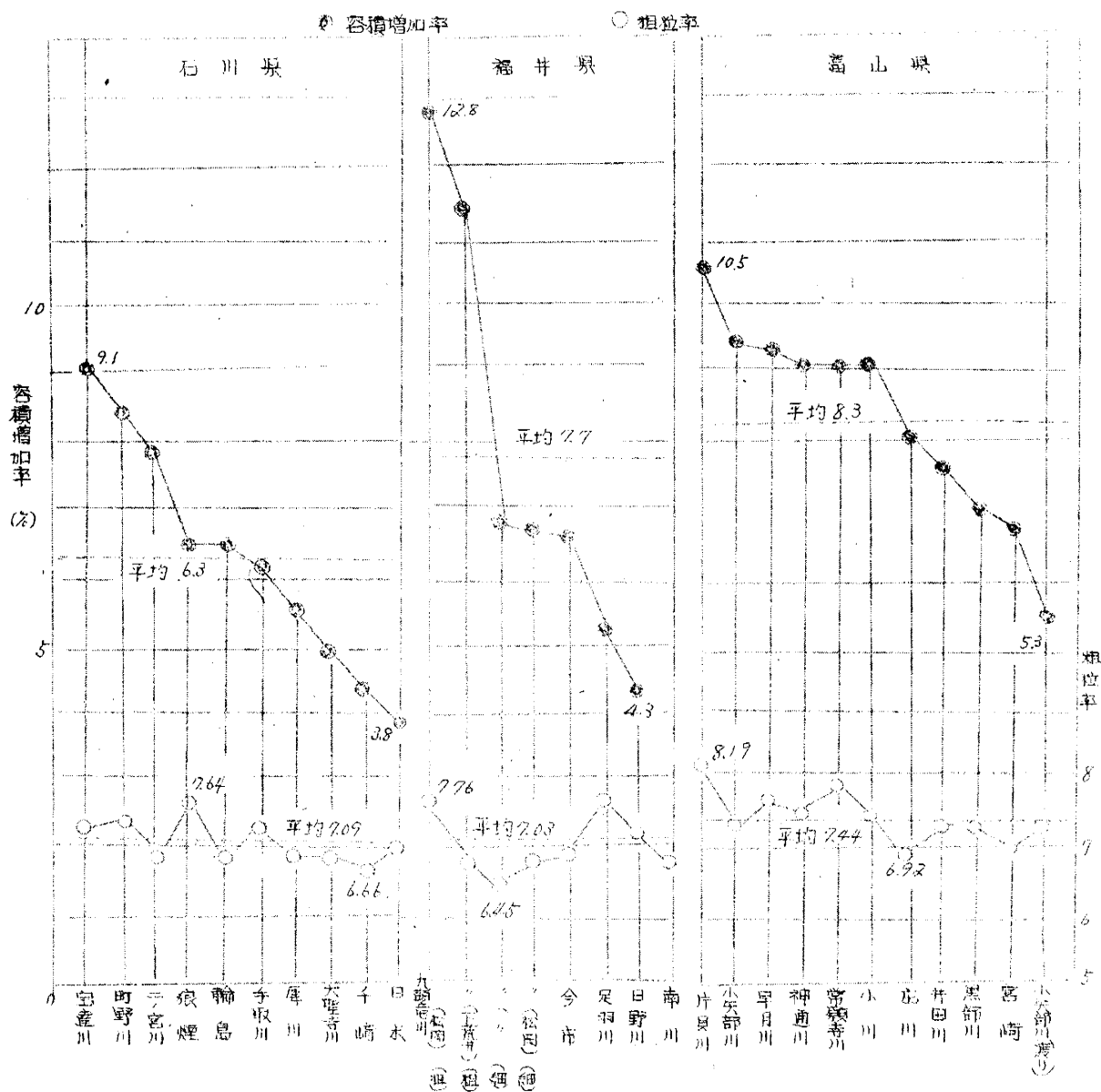
第 4 図 砂の容積増加率と粗粒率



(第11表 続き)

G-1-3 手取川	6.1	2.32	G-2-3 日野川	4.3	2.26	G-3-3 庄川	8.0	6.92
G-1-4 日永海岸	3.8	2.00	G-2-4 九頭竜川 (湖)(下流)	6.8	6.45	G-3-4 井田川	2.6	2.28
G-1-5 早川	5.5	6.89	G-2-5 九頭竜川 (湖)(下流)	11.4	6.15	G-3-5 神通川	9.1	2.50
G-1-6 志達川	9.1	2.30	G-2-6 足羽川	5.1	2.66	G-3-6 常盤寺川	9.1	2.89
G-1-7 二宮川	2.8	6.85	G-2-7 九頭竜川 (湖)(下流)	12.8	2.67	G-3-7 早月川	2.3	2.68
G-1-8 日野川	8.4	2.42	G-2-8 九頭竜川 (湖)(下流)	6.7	6.98	G-3-8 比良川	10.5	2.19
G-1-9 輪島海岸	6.4	6.89				G-3-9 黒部川	2.0	2.32
G-1-10 浅瀬海岸	6.5	2.14				G-3-10 小川	9.1	2.50
						G-3-11 富山海岸	6.7	2.01

第 9 図 砂利の容積増加率と粗粒率



表ノノ表および第 9 図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の容積増加率の最大値は、宝達川砂利の 9.1%、最小値は、日永砂利の 3.8% で、平均値は 6.3% である。
- (2) 福井県産砂利の容積増加率の最大値は、九頭竜川 (松岡 (粗)) 砂利の 12.8%、最小値は、日野川砂利の 4.3% で、平均値は、2.7% である。
- (3) 富山県産砂利の容積増加率の最大値は、片貝川砂利の 10.5%、最小値は、小矢部川 (渡り) 砂利の 5.3% で、平均値は、8.3% である。

7. 粗 粒 率

図中の通り、骨材の粗粒率は、その粒度の大体を判断するための実験係数であるが、同じ粗粒率を要えるような粒度は、無数に存在する。従つて、粗粒率で粒度を比較することの出来るのは、粒度がよく似た骨材の場合に限られるものがあるが、本調査においては、一般施作の試料について、粗粒率を測定した。

(a) 砂

供試砂の粗粒率は第10表(前掲)の通りで、これを図示すれば、第9図(前掲)のようである。

第10表および第9図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂の粗粒率の最大値は、町野川砂の3.77、最小値は、手取川砂の1.04で、平均値は2.13である。
- (2) 福井県産砂の粗粒率の最大値は、九頭竜川(下荒井)砂の3.57、最小値は九頭竜川(松岡)砂の2.51で、平均値は、3.07である。
- (3) 富山県産砂の粗粒率の最大値は、庄川砂の3.76、最小値は、井田川砂の1.94で、平均値は1.76である。

普通、砂の粗粒率は、2.6〜3.1がコンクリート用砂として適当であると、いわれる。この値に比べると、石川県砂および富山県産砂は、聊か粗粒率が小さ過ぎると思われる。

(b) 砂 利

供試砂利の粗粒率は、第11表(前掲)の通りで、これを図示すれば、第10図(前掲)のようである。

第11表および第10図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の粗粒率の最大値は、旗煙砂利の764、最小値は、手取砂利の666で、平均値は707である。
- (2) 福井県産砂利の粗粒率の最大値は、九頭竜川(松岡(細))砂利の767、最小値は、九頭竜川(下荒井(細))の645で、平均値は、703である。
- (3) 富山県産砂利の粗粒率の最大値は、庄川砂利の817、最小値は、庄川砂利の692で、平均値は、744である。

以上の結果から見ると、三県産砂利の粗粒率は、何れも大体において、普通にコンクリート用粗骨材として、適当であるといわれるところの範囲内にあるものと、言うことができる。

8. 空 隙 率

骨材の空隙率は、所要の性質のコンクリートを作るに要するセメントの量に影響するもので、経済的見地からの骨材の重要な性質の一つであることは、周知のことであるが、これはまた、骨材の各積測定方法によつて、差異のあることは論を俟たない。本調査で、空隙率「標準」というのは、容積と前述の標準法で測定した場合の空隙率であり、空隙率「軽盛」というのは、容器に軽く盛り上げて容積を測定した場合のものである。

(a) 砂

供試砂の空隙率は、第12表の通りで、これを図示すれば第11図のようである。

表ノ2 表 砂ノ空隙率

石川県産砂				福井県産砂				富山県産砂			
番 号	産 地	空隙率 %		番 号	産 地	空隙率 %		番 号	産 地	空隙率 %	
		標準	輕盛			標準	輕盛			標準	輕盛
S-1-1	塩屋海岸	36	44	S-2-1	今市海岸	31	35	S-3-1	小矢部川 (飯分)	41	41
S-1-2	橋立海岸	41	46	S-2-2	日野川	36	40	S-3-2	小矢部川 (渡り)	38	43
S-1-3	手取川	45	52	S-2-3	九頭竜川 (下流)	35	39	S-3-3	庄川	31	41
S-1-4	日永海岸	36	42	S-2-4	足羽川	31	40	S-3-4	井田川	46	53
S-1-5	犀川	40	44	S-2-5	九頭竜川 (松岡)	40	46	S-3-5	神通川	41	47
S-1-6	空達川	36	41					S-3-6	常願寺川	40	45
S-1-7	釘地海岸	43	49					S-3-7	早月川	40	47
S-1-8	町野川	36	43					S-3-8	片貝川	41	45
S-1-9	輪島海岸	41	47					S-3-9	黒部川	42	46
S-1-10	根越海岸	42	46					S-3-10	小川	42	48
S-1-11	小涌海岸	40	47					S-3-11	忍海海岸	37	41
S-1-12	北川海岸	40	46								

上の表ノ2表および表ノ10図(次頁)から見ると次のように言ひことができる。

- (1) 石川県産砂の空隙率「標準」の最大値は、手取川砂の45%、最小値は、空達川砂の36%で、平均値は40%である。空隙率「輕盛」の最大値は手取川砂の52%、最小値は、空達川砂の41%で、平均値は46%である。「標準」と「輕盛」との差は、砂によりて相違するが、その最大値は、手取川砂の7%である。
- (2) 福井県産砂の空隙率「標準」の最大値は、九頭竜川(松岡)砂の40%、最小値は、今市砂の31%で、平均値は35%である。空隙率「輕盛」の最大値は、九頭竜川(松岡)砂の46%、最小値は、今市砂の35%で、平均値は40%である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は、足羽川砂の6%である。
- (3) 富山県産砂の空隙率「標準」の最大値は、井田川砂の46%、最小値は、庄川砂の31%で、平均値は41%である。空隙率「輕盛」の最大値は、井田川砂の53%、最小値は、庄川砂の41%で、平均値は47%である。「標準」と「輕盛」との差の最大値は早月川砂の7%である。

普通に、砂の空隙率の近似値として採られる値は、「標準」で27〜47%であるが、石川県産砂の空隙率は、何れも大体において、この範囲内にあるようである。

(b) 砂 利

試験砂利の空隙率は表ノ3表の通りで、これを図示すれば、表ノ10図のようである。

第13表 砂利の空隙率

石川県産砂利				福井県産砂利				富山県産砂利			
番 号	産 地	空隙率 標準	軽盛	番 号	産 地	空隙率 標準	軽盛	番 号	産 地	空隙率 標準	軽盛
G-1-1	大聖寺川	38	41	G-2-1	南 川	33	33	G-3-1	小矢部川 (兼分)	30	30
G-1-2	千崎海岸	36	37	G-2-2	金沢海岸	34	35	G-3-2	小矢部川 (濃り)	31	37
G-1-3	手取川	37	40	G-2-3	日野川	38	41	G-3-3	庄 川	30	31
G-1-4	日本海岸	34	37	G-2-4	九頭竜川(細) (下荒井)	32	36	G-3-4	井田川	34	37
G-1-5	屏 川	37	42	G-2-5	〃 (細) (下荒井)	30	38	G-3-5	神通川	31	31
G-1-6	宝達川	34	40	G-2-6	足羽川	37	37	G-3-6	常願寺川	34	40
G-1-7	二ノ宮川	40	44	G-2-7	九頭竜川(粗) (松岡)	28	36	G-3-7	早月川	34	40
G-1-8	野野川	36	41	G-2-8	〃 (細) (松岡)	34	38	G-3-8	片貝川	35	41
G-1-9	輪島海岸	35	39					G-3-9	黒部川	35	37
G-1-10	根越海岸	33	37					G-3-10	小 川	35	41
								G-3-11	富山海岸	33	37

上の第13表および第11図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利の空隙率「標準」の最大値は、二ノ宮川砂利の40%、最小値は、根越砂利の33%で、平均値は36%である。空隙率「軽盛」の最大値は、二ノ宮川砂利の44%、最小値は、日本砂利の37%で、平均値は40%である。「標準」と「軽盛」との差の最大値は、宝達川砂利の6%である。
- (2) 福井県産砂利の空隙率「標準」の最大値は、日野川砂利の38%、最小値は、九頭竜川(松岡(粗))の28%で、平均値は33%である。空隙率「軽盛」の最大値は日野川砂利の41%、最小値は、南川砂利の35% (南川砂利を除けば九頭竜川(下荒井(細))砂利の36%で、平均値は37% (南川砂利を除けば38%)である。
「標準」と「軽盛」との差の最大値は、九頭竜川(松岡(粗))砂利の8%である。
- (3) 富山県産砂利の空隙率「標準」の最大値は、小川砂利の35%、最小値は、庄川砂利の26%で、平均値は33%である。空隙率「軽盛」の最大値は、片貝川砂利の41%、最小値は、庄川砂利の31%で、平均値は36%である。「標準」と「軽盛」との差の最大値は、片貝川砂利の6%である。

普通に、砂利の空隙率の近似値として採られる値は、「標準」で30～35%であるが、三県産砂利の空隙率「標準」は、30%台のものが多く、比較的低値であると考えられる。

尚、普通に、砂の空隙率が、砂利のそれと比べて低値であると考えられるのであるが、三県産のものは、その逆である。

9 砂利のすりへりに対する抵抗性

すりへり作用をうけるコンクリートに用いる粗骨材では、「すりへり」試験によつて、すりへりに対する抵抗性を換える必要があるのである。三県産砂利(試験の都合によつて、石川県産6種、福井県産5種、富山県産1ノ種)について、土木学会制定「ダブル試験法による粗骨材のすりへり標準試験方法」によつて「すりへり」

試験を行った結果は、第14表、第12図のようである。

第14表 砂利のオリヘリ減量

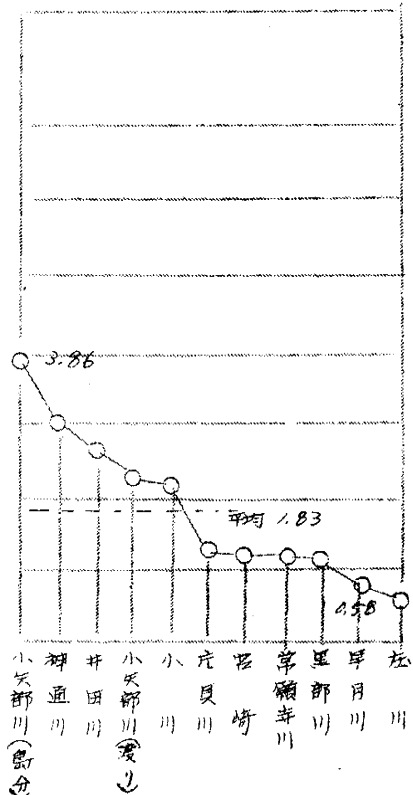
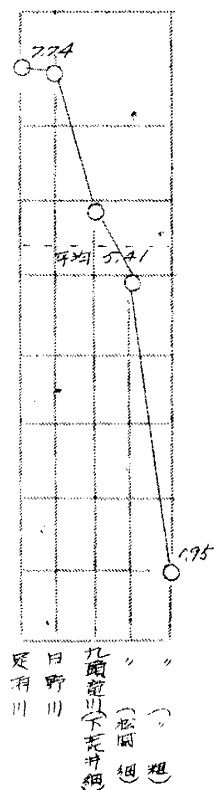
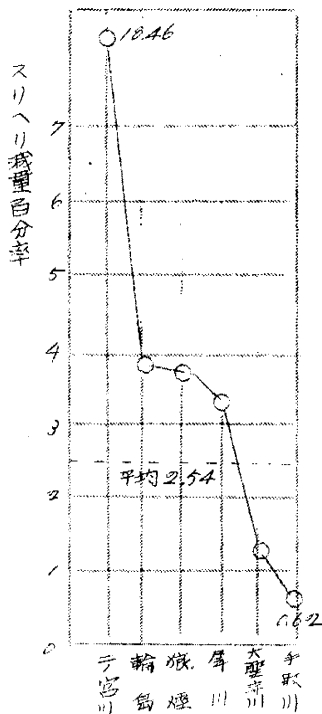
石川県産砂利			福井県産砂利			富山県産砂利		
番号	産地	初減量%	番号	産地	初減量%	番号	産地	初減量%
G-1-1	大聖寺川	1.28	G-2-3	日野川	2.72		小矢部川(粉)	3.86
G-1-3	手取川	1.62	G-2-4	九頭竜川(細) (下流#)	5.78		小矢部川(浅川)	2.30
G-1-5	犀川	3.30	G-2-6	定羽川	2.74		庄川	0.58
G-1-7	二ノ宮川	18.46	G-2-7	九頭竜川(粗) (松岡)	0.95		井田川	2.61
G-1-9	輪島海岸	3.82	G-2-8	"(細) (松岡)	4.86		神通川	3.61
G-1-10	旅順海岸	3.17					常盤寺川	1.18
							早月川	0.76
							片岡川	1.27
							黒部川	1.12
							小川	2.18
							岩瀬海岸	1.20

第12図 砂利のオリヘリ減量

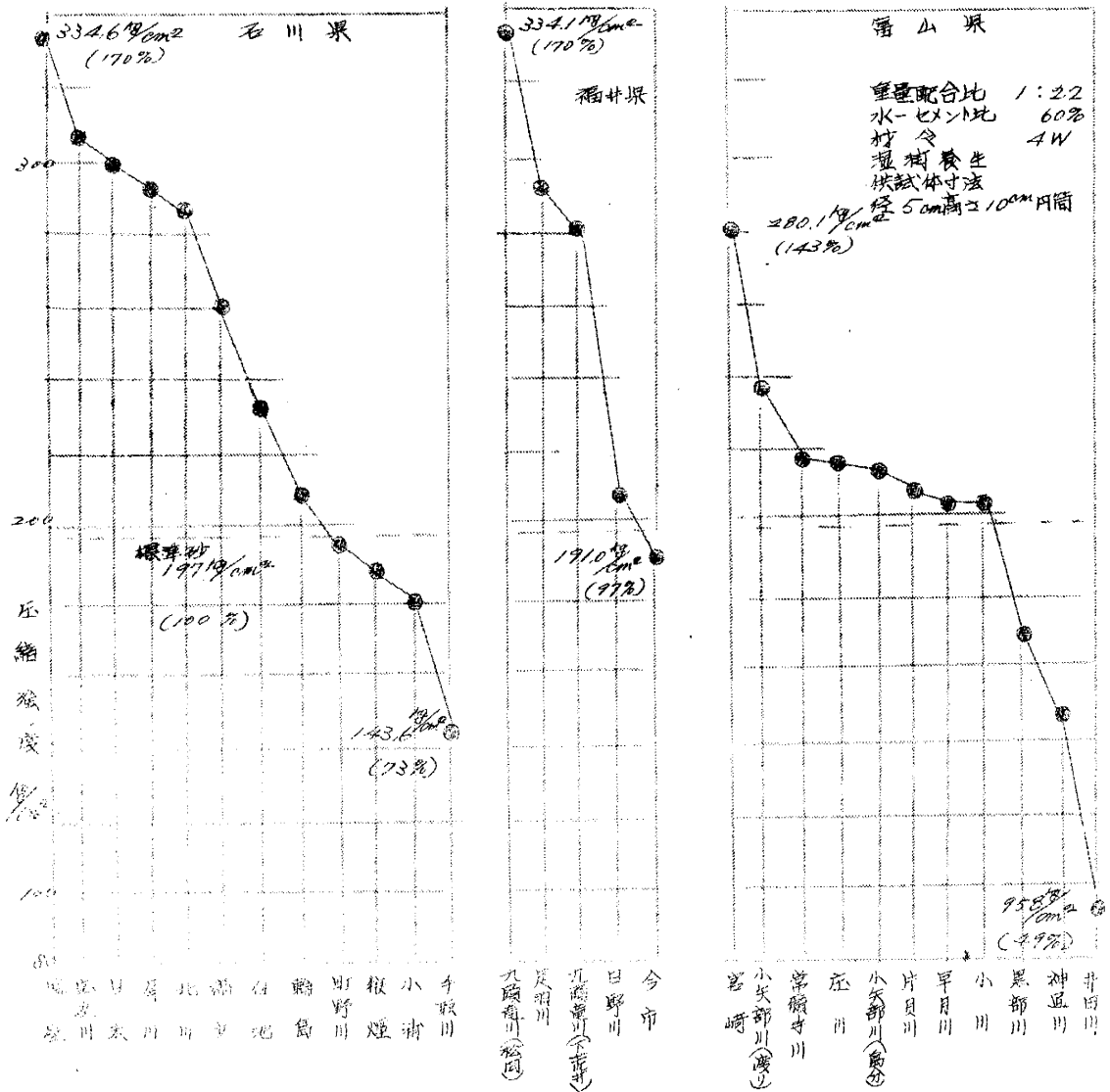
石川県

福井県

富山県



第13図 エルタルの強度



上の第15表および第13図から見ると、次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂エルタルの強度の最大値は、標準砂の334.6 kg/cm²で、標準砂エルタル強度(196.6 kg/cm²)の170%に相当し、最小値は、手取川砂の143.6 kg/cm²で、標準砂エルタル強度の73%に相当する。
- (2) 福井県産砂エルタルの強度の最大値は、九頭竜川(松岡)砂の334.1 kg/cm²で標準砂エルタル強度の170%に相当し、最小値は、今市砂の191.0 kg/cm²で、標準砂エルタル強度の97%に相当する。
- (3) 富山県産砂エルタルの強度の最大値は、富山砂の280.1 kg/cm²で、標準砂エルタル強度の143%に相当し、最小値は、井田川砂の95.8 kg/cm²で、標準砂エルタル強度の49%に相当する。

上の結果から見るに、富山県産砂エルタルの強度は、他の二県産砂エルタルのそれに比べて、一徹に、弱かた

ようであり、殊に井田川砂モルタル強度が著しく低い。これは砂粒子の強度に欠ける原因があることによるかとも考えられるが、また一面、含有土量が多く多いことと、有機不純物の含有量が比較的多いことによるものと思われる。

11 三県産の砂利を用いたコンクリートの強度

砂におけると同様の理由で、三県産砂利（試料の都合で、福井県産砂利は6種）を用いたコンクリートを作り、その圧縮強度を測定した。コンクリートは、配合（重量）ノ：2：4、水比60%で、砂には厚川砂を用いて一定にした。強度は、4週間強度である。測定結果は第16表、第14図のようである。

第16表 コンクリートの強度

石川県産砂利				福井県産砂利				富山県産砂利			
番号	産地	圧縮強度 kg/cm^2	スパン cm	番号	産地	圧縮強度 kg/cm^2	スパン cm	番号	産地	圧縮強度 kg/cm^2	スパン cm
G-1-1	大聖寺川	126.0	5.6	G-2-2	金沢海岸	131.6	15.7	G-3-1	小矢部川 (島分)	152.8	7.0
G-1-2	千崎海岸	197.1	2.4	G-2-3	日野川	182.4	0.7	G-3-2	〃 (渡り)	174.5	5.7
G-1-3	寺取川	184.9	6.2	G-2-5	丸瀬川(細) (下流部)	157.7	12.0	G-3-3	庄川	173.3	3.6
G-1-4	日本海岸	185.1	7.8	G-2-6	足羽川	175.0	9.4	G-3-4	井田川	154.9	5.8
G-1-5	犀川	154.0	8.6	G-2-7	丸瀬川(粗) (松岡)	181.7	8.6	G-3-5	神道川	172.7	5.7
G-1-6	宝重川	188.9	4.4	G-2-8	〃 (細) (松岡)	164.1	13.7	G-3-6	常願寺川	172.0	6.7
G-1-7	一宮川	167.9	2.9					G-3-7	早月川	186.8	1.9
G-1-8	間野川	134.1	1.4					G-3-8	花見川	155.8	2.9
G-1-9	輪島海岸	146.2	2.8					G-3-9	黒部川	183.0	11.0
G-1-10	浅瀬海岸	60.4	18.9					G-3-10	〃 川	112.7	9.6
								G-3-11	名崎海岸	186.0	4.2

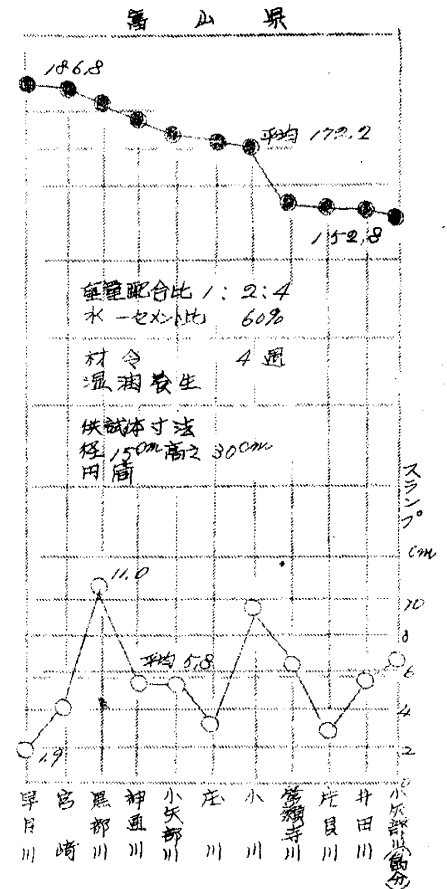
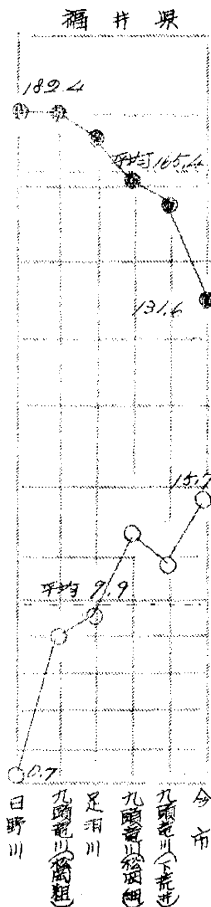
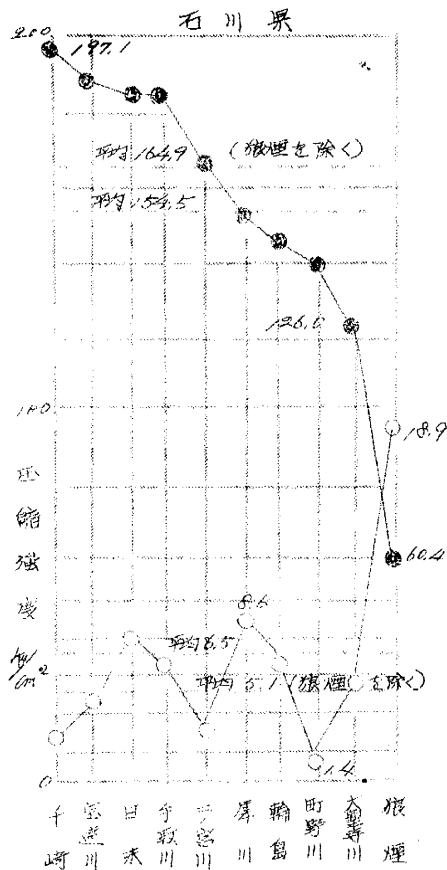
上の第16表および第14図(欠損)から見ると、次のように言える。

- (1) 石川県産砂利コンクリートの強度の最大値は、千崎砂利の 197.1 kg/cm^2 、最小値は、大聖寺砂利の 126.0 kg/cm^2 で、平均値は 154.5 kg/cm^2 である。福井県産砂利コンクリート強度の値は、例外的なものであるから、これを除けば、最小値は大聖寺川砂利の 126.0 kg/cm^2 で、平均値は 164.7 kg/cm^2 になる。
- (2) 福井県産砂利コンクリートの強度の最大値は、日野川砂利の 182.4 kg/cm^2 、最小値は金沢砂利の 131.6 kg/cm^2 で、平均値は、 165.4 kg/cm^2 である。
- (3) 富山県産砂利コンクリートの強度の最大値は、早月川砂利の 186.8 kg/cm^2 、最小値は小矢部川(島分)砂利の 152.8 kg/cm^2 で、平均値は、 172.2 kg/cm^2 である。

上の結果から見ると、三県産砂利コンクリートの強度は、県によつて、余り大きな差がないようであるが、唯石川県産砂利コンクリートのそれは、例外的に著しく低い。これは砂粒が劣化が著しく、軟弱質の粒子が多く、且つ粒子の表面に細粉が附着して、セメントモルタルとの附着が非常に悪く、その上、配合が、砂利量の非常に多いものであつたことに、帰因するものと思われる。一般に、コンクリートの強度に直接

第14図 コンクリートの強度

● 強度
○ スランフ



に影響をおよぼす骨材の性質としては、骨材粒子の強度が、先づ挙げられることは、勿論であるが、骨材粒子とセメントペーストとの附着力も亦、軽視することのできない事項であることは明かである。

尚第16表および第14図から見ると、スランフについて次のように言うことができる。

- (1) 石川県産砂利コンクリートのスランフの最大値は、根煙砂利の18.9cm、最小値は町野川砂利の1.4cmで、平均値は6.5cmである。根煙砂利の例外的な高値を除けば、最大値は、犀川砂利の8.6cmで、平均値は、5.7cmとなる。根煙砂利のスランフの非常に大きいのは、粒度の関係もあるが、吸水率が著しく大きい(16.3%)ので、これに対して多量の補正水量を要し、この水量が強く影響したものと考えられる。
- (2) 福井県産砂利コンクリートのスランフの最大値は、今市砂利の15.7cm、最小値は、日野川砂利の0.7cmで、平均値は、9.9cmである。
- (3) 富山県産砂利コンクリートのスランフの最大値は、黒部川砂利の11.0cm、最小値は、早月川砂利の1.9cmで平均値は、5.8cmである。

12 含有泥土量 (洗イ試験で失われる量)

供試砂および砂利の「普通洗イ試験方法 (JES 土木 1103)」による試験結果は、第 17 表および第 18 表の通りである。

第 17 表 砂の泥土量および有機不純物

石川県産砂			福井県産砂			富山県産砂		
番号	産地	泥土量 % 有機不 純物	番号	産地	泥土量 % 有機不 純物	番号	産地	泥土量 % 有機不 純物
S-1-1	横尾海岸	0.24 極微	S-2-1	今市海岸	0.25 極微	S-3-1	小矢部川(奥分)	0.27 1/6
S-1-2	橋立海岸	0.22 "	S-2-2	日野川	0.52 1/5	S-3-2	" (淺川)	0.36 1/7
S-1-3	手取川	1.14 "	S-2-3	九頭竜川(下流部)	3.08 1/2	S-3-3	庄川	0.21 極微
S-1-4	日永海岸	0.19 1/6	S-2-4	足羽川	2.34 1/5	S-3-4	井田川	14.35 1/17
S-1-5	犀川	1.06 極微	S-2-5	九頭竜川(松岡)	0.49 極微	S-3-5	神通川	1.28 極微
S-1-6	宝達川	0.27 "				S-3-6	常願寺川	0.07 "
S-1-7	日光海岸	0.40 1/3				S-3-7	早月川	2.01 "
S-1-8	町野川	0.81 1/4				S-3-8	片貝川	0.75 "
S-1-9	輪島海岸	0.44 1/6.5				S-3-9	黒部川	0.66 "
S-1-10	猿蓑海岸	0.08 極微				S-3-10	小川	1.29 1/6
S-1-11	小浦海岸	0.31 1/3				S-3-11	富山海岸	0 極微
S-1-12	北川海岸	0.22 1/5						

第 18 表 砂利の泥土量

石川県産砂利			福井県産砂利			富山県産砂利		
番号	産地	泥土量 %	番号	産地	泥土量 %	番号	産地	泥土量 %
G-1-1	大聖寺川	微量	G-2-1	南川	微量	G-3-1	小矢部川(奥分)	微量
G-1-2	千崎海岸	"	G-2-2	今市海岸	"	G-3-2	" (淺川)	"
G-1-3	手取川	"	G-2-3	日野川	"	G-3-3	庄川	"
G-1-4	日永海岸	"	G-2-4	九頭竜川(細) (下流部)	"	G-3-4	井田川	0.39
G-1-5	犀川	"	G-2-5	" (粗) (下流部)	"	G-3-5	神通川	0.57
G-1-6	宝達川	"	G-2-6	足羽川	"	G-3-6	常願寺川	0.37
G-1-7	二ノ宮川	"	G-2-7	九頭竜川(粗) (松岡)	"	G-3-7	早月川	0.73
G-1-8	町野川	"	G-2-8	" (粗) (松岡)	"	G-3-8	片貝川	微量
G-1-9	輪島海岸	"				G-3-9	黒部川	"
G-1-10	猿蓑海岸	"				G-3-10	小川	"
						G-3-11	富山海岸	"

土木学会制定のコンクリート標準示方書に規定している洗イ試験で失われる量の許容値 (重量百分率) は第 19 表の通りである。

第 19 表 (a) 細骨材の洗い試験で失われる
量の許容値 (重量百分率)

無筋コンクリート				鉄筋コンクリート				重力ダム用コンクリート				道路用コンクリート	
コンクリートの表面が剥離作用を受ける場合		その他の場合		コンクリートの表面が剥離作用を受ける場合		その他の場合		いつ洗面及エアロンのコンクリート		その他の場合		一般	最大
一般	最大	一般	最大	一般	最大	一般	最大	一般	最大	一般	最大	一般	最大
2.0	3.0	3.0	5.0	2.0	3.0	3.0	5.0	2.0	3.0	3.0	5.0	2.0	3.0

第 19 表 (b) 粗骨材の洗い試験で失われる
量の許容値 (重量百分率)

無筋コンクリート		鉄筋コンクリート		重力ダム用コンクリート		道路用コンクリート	
一般	最大	一般	最大	一般	最大	一般	最大
0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0

洗い試験で失われる物質が碎石粉であるときは許容量をそれぞれ 0.75% および 1.5% とすることが出来る。

(a) 砂

各県とも、大部分の砂は、その含有泥土量が微量で、問題にする必要がない。唯、富山県井田川砂の泥土量は、例外的に 14.35% の高値を有し、福井県丸根通川 (下荒井) 砂のそれは、3.08% でかなり大きいことが、注目に値する。

(b) 砂利

砂利の含有泥土量については、新潟県、平井川、群馬川、井田川、常願寺川砂利のその量がかなり高値で、土木学会コンクリート標準示方書の許容限度に近いが、或は超えている以外は、各県産の砂利は、何れも極く微量で、問題にする必要がない。

13 砂の有機不純物

供試砂の「砂の有機不純物試験方法 (JIS E 5105)」による試験結果は、第 17 表 (前掲) のようである。表中、紙微とあるのは、試験溶液が殆んど着色しない程度のもを指し、何分の一とあるのは、Duboscq 比色計で測つた、試験溶液と標準溶液との色の濃さの割合を示すものである。土木学会コンクリート標準示方書では、試験溶液の色合いは、標準色よりもうすくなければならないと、規定している。各県産の砂は、何れも、試験溶液色が標準色よりも更にうすく、含有有機不純物の量では、充分安全であると思われる。

14 砂利の構成岩種

供試砂利の構成岩種 (重量百分率) 測定結果は、第 20 表のようである。

第20表 砂利の構成岩種 (重量百分率)

番 号	産 地	構 成 岩 種 (重量百分率)
石川県産砂利	G-1-1 大聖寺川	流紋岩(28) 珸岩(14) 安山岩(28) 硬砂岩(18) その他(12)
	G-1-2 千崎海岸	石英粗面岩(14) 石英斑岩(5) 安山岩質凝灰岩(29) その他(6)
	G-1-3 寺取川	石英閃緑岩(17) 安山岩(19) 硬砂岩(13) 集塊岩(22) 片麻岩(18) その他(11)
	G-1-4 日永海岸	石英斑岩(54) 安山岩および安山岩質凝灰岩(36) その他(10)
	G-1-5 犀川	石英粗面岩(29) 安山岩(20) 凝灰岩(34) 硬砂岩(10) その他(17)
	G-1-6 堅達川	全部花崗岩質片麻岩地に安山岩質小礫少量を含む
	G-1-7 二ノ宮川	巨礫花崗岩(65) 片麻岩(24) その他(11)
	G-1-8 町野川	安山岩およびその集塊岩(72) その他(8)
	G-1-9 輪島海岸	安山岩(18) 硬砂岩(82)
	G-1-10 旗煙海岸	泥岩(96) 石英安山岩(4)
福井県産砂利	G-2-1 南川	砂岩(37) 硬砂岩(25) チャート(32) その他(6)
	G-2-2 今市海岸	硬砂岩(17) 粗面岩(55) チャート(20) 石英粗面岩(8)
	G-2-3 日野川	砂岩(38) 硬砂岩(18) チャート(40) 凝灰岩(4)
	G-2-4 九頭竜川(細)(下流井)	} 花崗岩(27) 砂岩(13) 硬砂岩(48) 安山岩および珸岩(12)
	G-2-5 " (細)(")	
	G-2-6 足羽川	砂岩(20) 安山岩質凝灰岩(25) チャート(31) 安山岩その他(14)
	G-2-7 九頭竜川(粗)(松風)	花崗岩(25) 安山岩(20) 珸岩(11) 硬砂岩(26) その他(8)
	G-2-8 " (細)(")	花崗岩および花崗斑岩(9) 安山岩(11) 安山岩質凝灰岩(33) 砂岩(25) その他(22)
富山県産砂利	G-3-1 小矢部川(畠分)	花崗岩および片麻岩(10) 石英粗面岩(27) 安山岩(35) 石英粗面岩質凝灰岩(16) 砂岩その他(12)
	G-3-2 " (渡り)	石英粗面岩(52) 花崗片麻岩(24) 砂岩および硬砂岩(22) チャート(2)
	G-3-3 庄川	石英粗面岩(34) 硬砂岩(19) 片麻岩(43) チャート、安山岩(4)
	G-3-4 井田川	花崗岩(69) 花崗斑岩(11) 安山岩(8) 砂岩その他(12)
	G-3-5 神通川	花崗岩(17) 珸岩(22) 閃緑岩(10) 片麻岩(29) 凝灰岩その他(22)
	G-3-6 常願寺川	花崗岩(48) 安山岩(28) 片麻岩(14) 珸岩その他(10)
	G-3-7 早月川	花崗岩(70) 硬砂岩(13) 角閃片麻岩(17)
	G-3-8 片貝川	花崗岩(35) 花崗岩質角閃片麻岩(58) 硬砂岩および砂岩(7)
	G-3-9 黒部川	石英粗面岩(24) 硬砂岩(23) 片麻岩(44) ホルンフェルスその他(9)
	G-3-10 小川	石英粗面岩(27) 安山岩およびその凝灰岩(18) 片麻岩(11) 硬砂岩(28) 千枚岩(2) その他(4)
	G-3-11 名崎海岸	石英粗面岩(29) 硬砂岩(44) 粗面岩ホルンフェルス(17) 凝灰岩その他(10)

附 言

北陸三県産骨材の基本的調査は、以上で終了したものではなく、更に耐久性及びアルカリ骨材反応等の事項についても、調査を要する所である。殊にアルカリ骨材反応については、骨材構成岩種に岩種骨材と考えられる安山岩、凝灰岩、チャート、粗面岩、流紋岩、千枚岩等が含まれているようであるから、これに

対する調査は、是非実施したいと考えている。

尚本報告は、昭和25年度文部省総合科学研究「各地方骨材の基本的研究」の一環として、総合科学研究費と北陸三県土木部の援助とによって行つた研究成果の一部であり、実験は金沢大学助教授、林助宇の労を煩わしたものである。附記して深謝の意を表する次第である。

編 輯 記

本論文集は、昭和26年10月17日、金沢市小立野、金沢大学工学部講堂に於て開催された土木学会中部支部大会に於ける講演内容を講師に依頼してその原稿を載せ、昭和26年度土木学会中部支部、即ち建設省中部地方建設局で取纏めたものであります。

部数、用紙、費用の関係から十分御満足のゆける程度の論文集として出来上らなかつた事につきましては編輯子の深く御詫ひ致します所であります。 (小栗記)

