

東北地方の道路用碎石について

岩手大学工学部 正会員 工修 岩佐 正章

1. 概説

昭和42年8月14日から9月5日にわたって、東北地方6県の現在採行中の碎石場を訪れて実態調査および試料採取を行った。(但し岩手県の場合は一部未利用の鉱山廃石、隧道のズリ等を含んでいる)6県より計百数種の試料を蒐集することができ、これらについて、9月7日から23日にかけて、各種試験を行って、その諸性状を求めた。特にBS(英国規格)の扁平指数、骨材衝撃値および破砕値等は報告例が少ないようなので、今回ここに、その数値ならびに各種試験値間の関係について発表し、道路関係技術者の方々の参考に供したいと思う。

2. 試験方法

- (1) 比重および吸水量; JIS A 1110 に依った。即ち表面乾燥飽和状態における値である。
- (2) ロサンゼルスすりへり減量; 装置は JIS A 1121。試験条件は JIS A 5001。但しすりす法 25 $\times$ 20, 20 $\times$ 13, および 13 $\times$ 10 mm をそれぞれ3, 4, および 5号とみなした。
- (3) 扁平指数; BS 812 Clause 16 "Determination of Flakiness" 但し本実験ではスロットを用い 5 kg の試料について求めた。ここでは扁平と平均粒径の3/4以下の厚さのものと定義している。
- (4) 骨材衝撃値; BS 812 Clause 29 "Determination of Aggregate Impact Value" に決められている通りである。試料粒径は英国における標準粒径の 13 $\sim$ 10 mm である。
- (5) 骨材破砕値; BS 812 Clause 30. "Determination of Aggregate Crushing Value". 但し本実験においては粒径 13 $\sim$ 10 mm に対して直径 3 イレタのシリンダーを用い、10 分間で 10 ton を載荷した。通過分を決めるフルイは 2.38 mm である。

3. 試験結果

結果は表-1 に示す通りである。これを岩種別にグループ分けして総括すると表-2 のようになる。この分類は BS 812 "Group Classification" に則て行つたが、グループ内は既述したものもある。

表-1 骨材の物理的諸性状(粒径 13 $\sim$ 10 mm)

番 号	地域名	岩 種	表乾比重	吸水率(%)	扁平指数	衝撃値	破砕値
青森 1	下 北	石灰岩	2.739	0.24	31	27.6	—
" 2	青 森	安山岩	2.463	3.57	47	28.1	29.0
" 3	"	"	2.439	4.56	34	28.2	29.5
" 4	"	"	2.612	2.16	31	19.4	21.4
" 5	"	"	2.648	3.71	53	25.7	27.8
" 6	"	変朽安山岩	2.437	6.41	42	18.8	22.5
" 7	"	安山岩	2.569	3.82	35	21.3	21.4
" 8	"	"	2.637	1.92	48	15.0	16.5
" 9	"	"	2.606	2.82	42	20.2	26.2
" 10	弘 前	粒状玄武岩	2.744	2.23	39	23.7	25.4
" 11	"	安山岩	2.686	2.02	28	17.4	21.4
" 12	"	"	2.602	3.72	44	21.7	21.4
" 13	"	石英安山岩	2.316	8.54	18	52.1	52.7
" 14	"	安山岩踏岩	2.448	6.28	44	30.4	29.9
" 15	"	玄武岩覆安山岩	2.611	2.55	49	15.3	18.2
" 16	八 戸	輝緑凝灰岩	2.892	0.57	30	21.2	22.4
" 17	"	"	2.943	0.50	40	15.4	15.8
" 18	"	安山岩	2.316	5.23	37	31.7	33.8
秋田 1	犬 館	安山岩	2.503	2.86	32	15.7	14.7
" 2	"	" 流紋岩	2.430	4.87	47	19.6	22.4
" 3	"	玄武岩	2.734	3.32	41	15.4	15.9

番 号	地域名	岩 種	表乾比重	吸水率(%)	扁平指数	衝撃値	石皮砕値
4	鹿 角	安山岩	2.604	3.27	47	16.5	18.9
5	鹿 角	石英安山岩	2.479	4.92	57	26.9	26.9
6	鹿 角	安山岩	2.607	1.13	33	17.3	18.5
7	八郎浮	安山岩	2.503	3.64	—	29.1	—
8	八郎浮	輝石安山岩	2.514	3.84	35	22.1	25.1
9	大 曲	安山岩	2.697	2.24	39	26.1	24.9
10	大 曲	安山岩	2.603	2.61	41	19.0	22.8
11	大 曲	玄武岩	2.488	2.97	58	27.1	27.0
12	本 荘	輝石安山岩	2.586	3.20	52	19.7	20.5
13	本 荘	安山岩	2.613	3.05	54	18.2	20.8
岩手 2	福 岡	安山岩	2.496	5.64	58	20.2	20.8
3	福 岡	玄武岩	2.603	2.92	70	21.8	19.2
4	福 岡	玄武岩	2.565	5.39	67	23.2	21.9
5	福 岡	玄武岩	2.588	4.14	65	22.8	22.6
6	福 岡	ホルンフェルス 粘板岩	2.763	1.33	26	18.1	—
7	福 岡	チャート	2.639	0.79	21	24.8	23.2
8	盛 岡	石英安山岩	2.577	4.16	44	27.6	27.0
9	盛 岡	安山岩	—	—	—	24.5	—
10	盛 岡	輝石安山岩	2.760	1.71	—	28.0	—
11	盛 岡	石灰岩	2.706	0.45	—	30.3	—
12	盛 岡	輝緑凝灰岩	—	—	63	13.4	—
13	盛 岡	チャート	2.987	0.17	15	6.2	9.7
14	盛 岡	チャート	2.670	1.48	38	20.1	25.4
15	遠 野	肉緑珪岩・輝緑岩	2.740	0.52	40	18.4	19.3
16	遠 野	蛇紋岩	2.660	0.76	—	14.4	—
17	北 上	花崗肉緑岩	2.611	2.17	—	27.1	26.1
18	一 関	ホルンフェルス	2.767	0.54	33	9.8	11.3
19	一 関	石灰岩	2.710	0.45	41	35.0	36.6
20	一 関	石灰岩	2.703	0.14	—	—	—
21	久 慈	硬砂岩	2.658	1.19	48	19.5	20.4
22	久 慈	チャート・微珪岩	2.628	0.87	34	31.2	—
23	久 慈	珪岩	2.739	0.85	—	34.5	—
24	久 慈	硬砂岩	2.667	0.65	17	12.6	13.3
25	久 慈	ホルンフェルス 斑岩	2.686	0.85	45	15.6	19.0
26	久 慈	チャート・珪岩粘板岩	2.661	0.59	25	28.0	20.8
27	宮 古	珪岩	2.681	0.39	17	19.3	20.4
28	宮 古	ホルンフェルス・砂岩	2.689	0.69	22	16.2	17.9
29	宮 古	チャート	2.639	0.99	29	24.0	20.7
30	宮 古	凝灰岩	2.680	0.88	—	22.5	—
31	宮 古	ホルンフェルス	2.648	1.43	—	25.8	—
32	釜 石	珪岩	2.712	1.56	32	13.5	17.0
33	釜 石	ホルンフェルス 砂岩	2.693	0.64	28	11.5	16.3
34	釜 石	チャート	2.663	0.15	—	16.6	16.1
35	釜 石	スカルン	2.633	0.76	—	24.9	17.9
36	釜 石	スカルン	3.222	0.57	19	18.3	19.7
37	釜 石	石灰岩	—	—	30	23.7	—
38	釜 石	スラック	2.634	2.26	8	22.6	25.2
39	釜 石	スラック	2.506	2.92	—	30.9	—
40	釜 石	スラック	2.441	3.03	—	23.3	28.4
41	大船渡	石灰岩・石灰質粘板岩	2.699	0.61	47	25.4	30.9
42	大船渡	硬砂岩	2.650	0.63	32	17.0	16.1
43	大船渡	細粒砂岩 長石珪岩	2.718	0.70	—	15.0	—
44	大船渡	スカルン 粘板岩	—	—	—	36.7	—
45	大船渡	ホルンフェルス	2.720	1.99	—	22.0	—
46	大船渡	砂質粘板岩	—	—	—	18.0	—
47	大船渡	粘板岩	2.705	0.89	—	35.4	—
宮城 1	登 米	玄武岩・輝緑岩	2.798	1.44	73	22.5	24.8
2	登 米	斑岩 安山岩	2.492	4.90	32	22.0	27.0
3	登 米	石灰岩	2.723	0.12	51	30.7	32.3
4	登 米	砂質粘板岩	2.642	2.18	37	26.5	28.0
5	登 米	粘板岩	2.683	1.06	54	16.6	19.9
6	登 米	石灰質粘板岩	2.706	0.55	57	28.0	32.7
7	登 米	石灰岩	2.708	0.32	67	31.7	32.6
8	登 米	粘板岩	—	—	60	29.2	30.8
9	本 吉	砂岩	2.691	0.83	63	19.9	23.8
10	本 吉	斑岩 安山岩	2.650	1.01	65	23.3	23.6
11	本 吉	硬砂岩	2.695	0.56	30	14.1	15.6

番号	地域名	岩種	表乾比重	吸水率(%)	扁平指数	衝撃値	破砕値
12	石巻	砂岩	2.682	0.89	56	21.1	21.4
13	〃	ホルンフェルス・粘板岩	2.693	1.00	47	14.7	17.9
14	仙台	輝石安山岩 玄武岩	2.465	4.58	49	26.8	25.5
15	石巻	玄武岩 輝石安山岩	2.640	2.46	34	15.8	18.5
16	〃	〃	2.648	2.28	31	15.7	18.2
17	〃	〃	2.514	2.39	53	17.0	19.8
福島 1	伊達	玄武岩 輝石安山岩	2.638	2.46	66	20.7	19.6
2	二本松	粘板岩 輝石凝灰岩	3.051	0.47	31	9.2	10.6
3	郡山	輝石安山岩	2.663	2.38	45	18.2	19.4
4	〃	流紋岩 安山岩	2.597	3.29	25	16.3	20.6
5	〃	ホルンフェルス 片岩	2.882	1.22	24	16.7	19.9
6	白河	安山岩 流紋岩	2.518	3.21	22	16.7	19.9
7	〃	流紋岩	2.435	5.60	26	24.9	24.7
8	棚倉	黒色粘板岩	2.666	1.74	36	20.2	21.6
9	いわき	ホルンフェルス 斑岩	2.727	0.58	42	16.0	17.3
10	〃	輝石凝灰岩	2.932	0.63	31	11.5	14.3
山形 1	温海	玄武岩・輝緑岩	2.602	4.25	39	17.1	21.4
2	東根	流紋岩	2.517	3.41	50	23.6	24.7
3	〃	針長流紋岩	2.542	2.72	10	14.1	17.9
4	山形	流紋岩	2.390	6.24	40	19.5	23.6
5	上山	玄武岩・輝緑岩	2.664	3.59	44	12.2	17.9
6	〃	石英安山岩	2.490	3.90	63	30.1	29.7
7	小国	硬砂岩	2.618	1.12	31	13.1	13.8
8	米沢	安山岩・流紋岩	2.708	1.65	46	15.9	18.7

表-2 骨材の岩種別諸性状表(粒径13~10mm)

岩類	項目	表乾比重	吸水率(%)	扁平指数	衝撃値	破砕値
安山岩類	平均	2.609	2.78	45	19.8	21.2
	試料数	2316-2798	639-641	17-73	12.2-31.7	14.7-33.8
	試料数	46	46	44	47	44
流紋岩類	平均	2.477	4.77	38	25.5	27.0
	試料数	2316-2597	272-854	10-63	14.1-52.1	17.9-52.7
	試料数	10	10	10	10	10
蛇紋岩類	平均	2.660	0.76	—	14.4	—
	試料数	1	1	—	1	—
	試料数	1	1	—	1	1
花崗岩類	平均	2.611	2.17	—	27.1	26.1
	試料数	1	1	—	1	1
	試料数	1	1	—	1	1
チャート類	平均	2.659	0.81	29	25.5	20.7
	試料数	2682-2739	0.15-1.48	21-38	16.6-34.5	16.1-25.4
	試料数	8	8	5	8	8
砂岩類	平均	2.761	0.70	38	15.7	16.7
	試料数	2648-3051	0.17-1.12	15-63	6.2-22.5	9.7-23.8
	試料数	14	14	13	15	12
石灰岩類	平均	2.713	0.33	45	29.2	33.1
	試料数	2699-2739	0.12-0.61	30-67	23.7-35.0	30.9-36.6
	試料数	7	7	6	7	4
ホルンフェルス類	平均	2.772	0.99	32	18.5	17.3
	試料数	2648-3222	0.54-1.99	19-47	9.8-36.7	11.3-19.7
	試料数	11	11	9	12	8
粘板岩類	平均	2.687	1.40	49	25.4	26.3
	試料数	2642-2720	0.55-2.18	36-60	16.6-35.4	19.9-32.7
	試料数	6	6	5	7	5
スラウ類	平均	2.527	2.74	8	25.6	26.8
	試料数	2441-2634	2.26-3.03	—	22.6-30.9	25.2-28.4
	試料数	3	3	1	3	2
全岩類	平均	2.648	1.77	36	22.7	24.0
	試料数	2316-3222	0.12-8.54	8-73	6.2-52.1	9.7-52.7
	試料数	107	107	93	111	92

表-3 下記の値よりも劣っているものの度数分布百分率

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
表乾比重	2.46	2.52	2.60	2.62	2.65	2.67	2.69	2.71	2.74
吸水率(%)	4.65	3.60	2.90	2.30	1.80	1.35	1.00	0.65	0.35
扁平指数	60	53	47	42	39	35	32	29	21
衝撃値	30.3	27.1	24.8	22.5	20.7	19.0	17.1	15.8	14.1
破砕値	29.7	26.4	24.4	22.4	21.0	19.9	18.9	17.4	15.9

図-1 骨材衝撃値の累積
度数分布(粒径13~10mm)

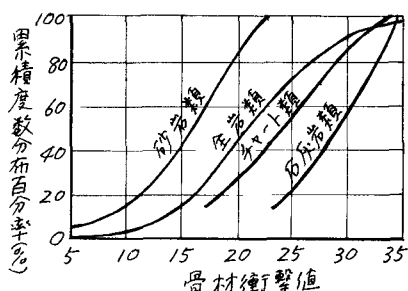
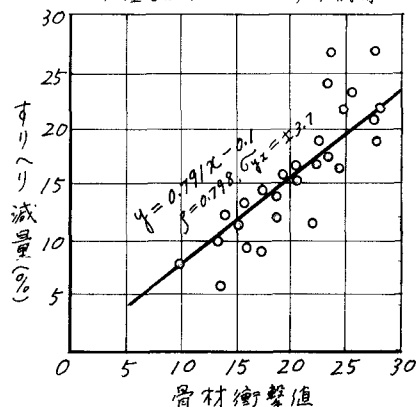


図-2 骨材衝撃値とすりへり
減量(粒径25~20mm)の関係



4 考 察

(1) 骨材の物理的諸性状について；粒径13~10mmについて試験を求められたすべての数値について累積度数分布百分率図を描く（一例図-1）。これらの図から ある数値より小さいものや累積度数百分率を求めると表-3のようになる。これらの図表からさまざまなことを読みとることが出来る。（a）扁平指数について 85の規定40を切ると約50%が不合格である。これは砕石機の種類と向わず集計したものであるが、この指数は岩種にもよるが機種によっても異なってくる。例えば同一の岩種のうちでも 青森県産安山岩および岩手県産輝緑凝灰岩について、インペラブレーカーによるものそれぞれ 28.15、ジョークラッシャーによるもの 56.63と大きく異なっている。このようにこれは機種により改善することが出来るものなので、40以下は是非とも努力目標とすべきではなかろうか。（b）骨材衝撃値および破砕値について 両方とも特に規定はないが 試験的限界値55を切ると2%くらいを除いて合格である。この値の10以下のものは非常に強い骨材とされているが、これはやはり3%くらいしかない。15~30の間にほぼ均等に分布している。

(2) 骨材衝撃値と破砕値（粒径13~10mm）との関係について；岩種を向わず91個すべての数値について統計的处理を行って回帰直線と求めた。結果は骨材衝撃値と x 、破砕値と y とすると $y = 0.889x + 3.8$ 相関係数 $r = 0.934$ 、回帰直線の周りの y の標準偏差 $\sigma_y = \pm 2.2$ である。破砕値は衝撃値よりやや大きい値を有するが 相関はきわめて強く 衝撃抵抗の大きな骨材は一般に破砕抵抗もまた大きなことを示している。

(3) 骨材衝撃値とロサンゼルスすりへり減量（粒径25~20mm）との関係；図-2に示す通りである。29個すべての値について、衝撃値と x 、すりへり減量と y とすると $y = 0.791x - 0.1 \rightarrow y = 0.8x$, $r = 0.798$, $\sigma_y = \pm 2.7$ である。即ち 粒径25~20mmの砕石のすりへり減量 = 衝撃値 $\times 0.8$ となり、きわめて簡単な関係で利用価値が高いと考えられる。衝撃試験機は小型で、試験には人力以外には必要とせず、試料も13~10mmの少量でよく、試験に要する時間もごく短かくてよい。従って、本機は特に工事現場または砕石場における品質管理用に推奨されるであろう。

(4) 骨材の粒子形状が衝撃値に及ぼす影響について；粒径13~10mmの砕石11種について、扁平指数と決めるスロットを用いた原試料とこれを通過するものと留りもの、即ち“扁平なもの”（指数100）と“立方形のもの”（指数0）に分け それぞれについて試験を行った。これによると岩質が全く同一でも扁平のものは立方のものより1.13~1.71倍の値を有し、衝撃値は大きいほど脆弱なのであるから それだけ抵抗性が低下していることを示す。これによつて 砕石の生産時により形に砕くことがいかに大切であるかが了解されるであろう。

5. 結 説

以上の記述および図表に見られるように 砕石の性質は岩種により、また形状によりさまざまに異なっている。これは道路の実用性状に種々の影響を及ぼすものであり、骨材の有効、適切、経済的利用に關して更に実験的研究と続行中である。

最後に、本調査研究は東北経済開発センターの助成によつたものであることを附記し、かつ 調査にご協力いただいた各県土木部、岩手県舗装協同組合の各位に深甚なる謝意を表する。