

粗骨材の破碎値試験について

平 尾 晋* 高 橋 毅**
久 保 宏*** 大 谷 正 男****

まえがき

道路工事を行なう場合には、路盤工材料および舗装工材料として碎石が非常に多く使用される。この場合、その碎石は使用目的に適合した材質、粒度のもので、品質は開発局の道路工事仕様書の規格に合格していなければならない。

碎石の品質については、使用目的に応じて比重、吸水量、安定性、粒度などとともにロサンゼルス試験機によるすりへり減量が規定されている。

石のすりへり試験としては、JIS にダブル試験機による方法とロサンゼルス試験機による方法が規定されているが、ダブル試験機による方法は、試験時間が長いことと、試験値間の変動が大きいことなどの理由から、最近では、ロサンゼルス試験機による方法が一般に用いられ、開発局の道路工事仕様書も、ロサンゼルス試験機による方法を採用している。

本報告は、道内産 42 種類の碎石について行なったロサンゼルス試験機によるすりへり減量試験と英国規格 (BS) による破碎値試験の結果およびこれらと他の試験値との関係について 2, 3 の検討を加えたものである。

1 実験の概要

(1) 試料

試料は札幌・小樽、函館の 3 開発建設部管内産の碎石、計 42 種類である。

ロサンゼルス試験、破碎値試験に供した試料は、それぞれ所定の粒度になるようにフルイ分け調整した。

フルイは JIS 規定されている 38.1, 25.4, 19.1, 9.52, 4.76 mm フルイを用いた。

ロサンゼルス試験、破碎値試験は、同一の碎石について 3~6 号の各粒径で行なった。

(2) 比重試験、吸水量試験

比重試験および吸水量試験は、JIS A 1110「粗骨材の比重および吸水量試験方法」によった。

(3) 安定性試験

安定性試験は JIS A 1122「骨材の安定性試験方法」によった。試験用溶液は硫酸ナトリウム飽和溶液を用い、5 回くり返しによって求めた。

(4) ロサンゼルス試験機によるすりへり試験は、JIS A 5001「道路用碎石」の方法によった。

(5) 常温 BS 破碎値試験

破碎値試験は、BS 812—1960 の規定に準じて行なった。ただし、試料の粒径は JIS A 5001「道路用碎石」の 3~6 号の規定によって調整し、破碎値決定には、BS No.7 フルイ (2.411 mm) の代わりに、JIS の 2.38 mm フルイを使用した。また、破碎値を決定するために、2.38 mm フルイでフルイ分けたほか、参考までに JIS の一連のフルイで破碎後の試料のフルイ分け試験を行なった。

(6) 加熱した碎石の BS 破碎値試験

加熱した碎石の BS 破碎値試験は次のように行なった。

イ) メジャーで計量した試料を水洗いし、約 20°C の水槽に 24 時間水浸する。

ロ) 試料を水槽から取出し、布の上に広げて、一粒ずつ布でぬぐい、表面乾燥飽和状態にする。

ハ) 表面乾燥飽和状態の試料を、ステンレス容器に入れ、電気炉で一時間所定温度 (300°C, 600°C) に保つ。

ニ) 試料を電気炉から取出し、ただちに、(5) に準じて破碎値試験を行なう。

(7) その他

岩石名は、土木試験所地質研究室の判定によった。

2 実験結果の考察

試験の結果は、表-1 に示したとおりである。

(1) ロサンゼルス・すりへり減量と常温 BS 破碎値。

図-1~4 は、ロサンゼルス・すりへり減量と常温 BS 破碎値の関係を、試料の粒径別に示したものである。なおこれらの関係から、相関係数、回帰方程式を求め図に併記した。

これによれば、3 号~5 号碎石では、相関係数 $r = 0.83 \sim 0.92$ とかなり高い相関係数を示した。6 号碎石

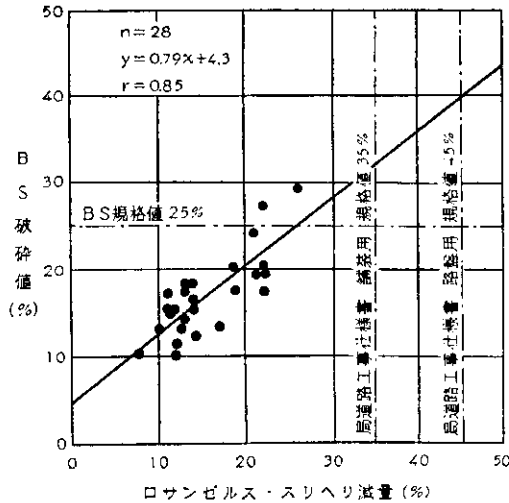
*前道路研究室長 現室蘭開発建設部技術長 **道路研究室長

舗装研究室主任研究員 *同室

表-1 試 験 の 結 果

項目 番号	産地名	岩石名	比重 (T/20°C)	吸水量 (%)	安定性 (%)	ロスアンゼルス・スリヘリ減量(%)				BS 破 碎 値 (%)												備 考
						JIS A 5001				常 温				300°C				600°C				
						3号	4号	5号	6号	3号	4号	5号	6号	3号	4号	5号	6号	3号	4号	5号	6号	
1	松前郡岡	安山岩	2.55	4.9	57.3	22	28	32	—	20	24	23	—	24	21	20	—	17	22	—	—	
2	松前郡内	安山岩	2.69	0.5	3.3	12	20	20	33	15	17	19	27	14	20	27	28	—	22	30	33	
3	爾志郡川	安山岩	2.63	1.1	6.2	—	34	34	33	—	25	31	36	—	33	36	41	—	34	39	41	
4	瀬棚郡川	チャート岩	2.62	2.1	4.5	—	25	24	28	—	18	17	26	—	18	28	26	—	22	22	25	
5	長万部郡狩	安山岩	2.57	2.6	17.1	17	18	21	25	13	18	22	30	17	19	22	30	21	22	28	36	
6	久遠郡歌	玄武岩	2.69	1.9	9.6	14	16	19	18	15	17	20	25	18	17	22	29	19	20	23	24	
7	亀田郡崎	玄武岩	2.75	1.3	5.3	14	16	16	20	12	14	14	21	15	13	13	24	18	19	23	29	
8	亀田郡野	斑岩	2.65	1.7	13.7	14	19	24	27	16	17	22	29	17	18	25	30	21	24	25	33	
9	亀田郡飯	玄武岩	2.61	2.3	12.1	14	14	18	17	12	12	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	亀田郡田	安山岩	2.75	0.7	12.6	12	14	16	20	10	12	14	21	13	19	21	28	—	19	21	32	
11	山越郡岳	安山岩	2.47	5.3	4.1	—	22	29	33	—	16	27	31	—	21	27	37	—	28	37	34	
12	亀田郡沢	変安山	2.52	5.0	21.3	—	27	33	34	—	19	22	24	—	21	25	—	—	22	32	—	原石
13	岩内郡野	変安山	2.43	4.8	21.5	22	20	30	32	20	18	25	32	17	16	21	27	18	16	21	23	
14	磯谷郡谷	安山岩	2.69	1.7	1.3	12	14	23	—	—	17	20	—	11	15	18	—	—	16	15	—	
15	岩内郡ノ	—	2.68	1.7	0	13	17	24	23	17	17	20	32	13	15	19	22	—	14	18	30	
16	古神郡内	—	2.55	2.9	1.6	19	21	26	27	20	21	24	29	23	21	26	29	20	23	25	33	清川玉石砕石
17	余市郡登	安山岩	2.73	2.1	1.1	13	15	22	21	13	14	19	32	18	17	22	—	16	17	21	—	50mm ~40mm
18	余市郡登	安山岩	2.74	3.1	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30mm ~20mm
19	余市郡登	安山岩	2.74	2.8	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10mm ~5mm
20	岩内郡沼	玢岩	2.51	2.2	31.5	22	27	28	30	17	18	21	28	15	15	18	23	23	24	25	30	上部現場
21	岩内郡沼	玢岩	2.36	5.4	9.8	21	26	26	31	19	21	28	37	20	21	27	28	23	26	28	33	下部現場
22	岩内郡電	—	2.66	2.0	1.2	11	14	14	15	15	14	18	27	15	14	15	21	—	16	15	—	室野
23	岩内郡村	粗玄武岩	2.59	5.4	21.8	19	22	24	27	17	19	25	35	—	23	24	29	—	25	26	35	
24	積小郡泊	粗玄武岩	2.68	0.5	1.9	11	11	16	20	15	14	19	24	14	17	21	—	—	—	—	—	
25	虻田郡夫	安山岩	2.47	2.2	1.6	26	36	35	31	29	29	35	41	25	29	34	43	36	30	32	41	40mm 級
26	虻田郡夫	安山岩	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80mm 級
27	寿都郡追	安山岩	2.54	2.1	8.1	13	16	21	24	18	17	22	31	18	17	19	22	19	16	24	31	
28	島牧郡歌	変安山	2.78	1.3	6.9	—	20	25	—	—	18	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	玉石
29	島牧郡オコツナイ	安山岩	2.70	1.2	4.6	—	16	22	24	—	16	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	玉石

項目 番号	産地名	岩石名	比重 ($T/20^{\circ}\text{C}$)	吸水量 (%)	安定性 (%)	ロサンゼルス・スリヘリ減量(%)		BS 破 碎 値 (%)												備 考						
						JIS A 5001				常 温				300°C				600°C								
						3号	4号	5号	6号	3号	4号	5号	6号	3号	4号	5号	6号	3号	4号		5号	6号				
30	島牧郡	安山岩	2.66	1.9	5.0	—	15	20	—	—	16	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31	古宇郡	粗粒玄武岩	2.68	1.4	0.7	10	11	15	21	13	12	16	21	15	15	16	24	20	18	19	28	照岸				
32	小樽市	安山岩	2.77	2.0	4.2	13	14	18	19	14	14	17	24	17	13	17	24	14	19	12	25	宮本1				
33	小樽市	安山岩	2.79	2.0	4.8	12	13	16	19	11	14	16	25	15	12	—	—	16	17	—	—	宮本2				
34	寿都郡	—	2.62	1.8	3.5	13	18	25	26	18	19	24	32	19	22	23	32	20	23	22	32	洗砂利				
35	倶知安町	安山岩(熔岩)	2.57	2.0	11.0	21	21	—	—	24	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
36	札幌市	安山岩	2.47	3.0	8.3	22	32	36	36	27	24	26	—	—	18	27	—	—	—	—	—	—				
37	札幌市	安山岩	2.69	1.4	9.2	—	16	22	26	—	16	17	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
38	札幌市	両安輝石岩	2.67	1.2	10.3	13	12	18	23	13	12	16	23	—	12	14	23	—	18	18	—	—				
39	札幌市	安山岩	2.77	0.9	1.8	8	8	13	17	10	11	14	21	15	15	16	24	13	15	20	19	—				
40	札幌市	安山岩	2.62	2.7	0.9	—	9	23	33	—	9	21	21	19	17	21	27	23	21	27	31	—				
41	札幌市	両安輝石岩	2.64	1.7	9.5	—	12	16	—	—	12	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
42	恵庭市	安山岩	2.71	1.4	9.0	11	17	—	—	17	17	—	—	17	21	—	—	20	22	—	—	—				

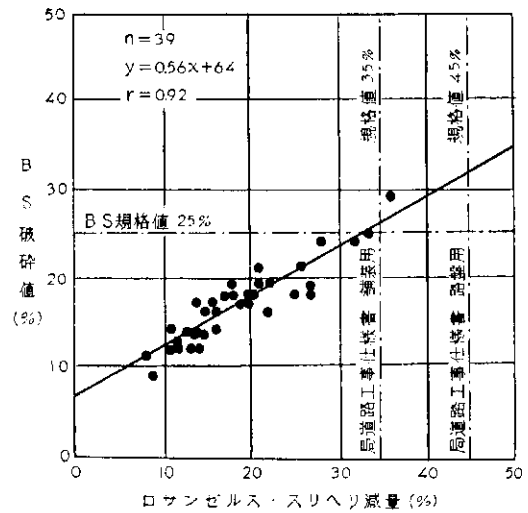


3号碎石 (40 mm~30 mm)
 図-1 ロサンゼルス・すりへり減量と
 常温 BS 破砕値との関係

では $r=0.52$ と前者に比べ相関関係は弱い。

(2) ロサンゼルス・すりへり減量と加熱した後の BS 破砕値

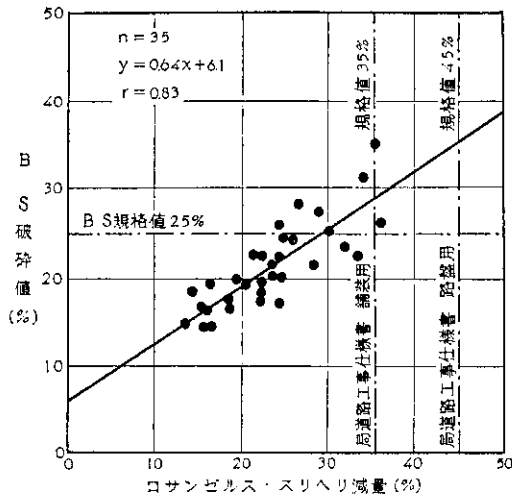
図-5~8 は、ロサンゼルス・すりへり減量と 300°C および 600°C に加熱した後の BS 破砕値の関係を試料の粒径別に示したものである。なお、図-1~4 までに示した碎石のうちには加熱破砕値試験を行なわ



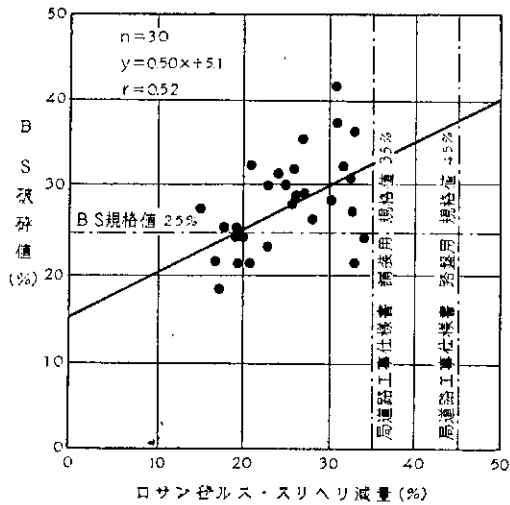
4号碎石 (30 mm~20 mm)
 図-2 ロサンゼルス・すりへり減量と
 常温 BS 破砕値との関係

ないものもあるので、加熱破砕値試験を行なった碎石についてのロサンゼルス・すりへり減量と常温破砕値の関係を参考までに併示した。また、図-9 はこれらの図からロサンゼルス・すりへり減量と破砕値の回帰方程式を求めとりまとめて示したものである。

これらの図から、いずれの粒径の場合も、常温破



5号砕石 (20 mm~10 mm)
 図-3 ロサンゼルス・すりへり減量と
 常温 BS 破砕値との関係



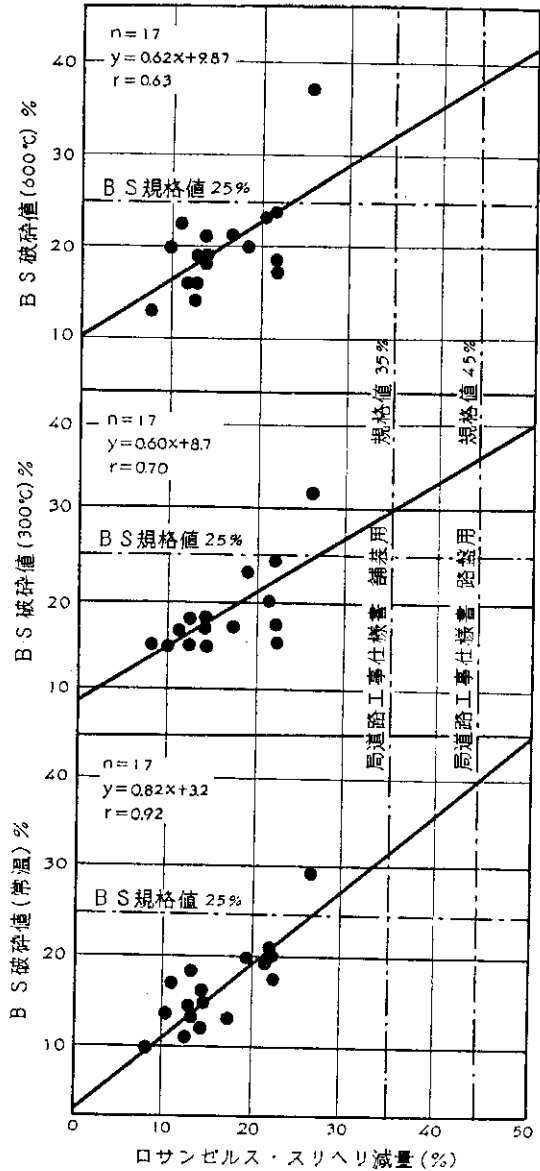
砕石 (10 mm~5 mm)
 図-4 ロサンゼルス・すりへり減量と
 常温 BS 破砕値との関係

砕値試験に比べ、300°Cに加熱した後の破砕値が大きく、600°Cに加熱した後の破砕値はさらに大きくなっていることがわかる。

岩石の種類によって、加熱後の破砕値の変化に差があるかどうか調べたが、はっきりした傾向は求められなかった。

(3) 砕石の粒度とロサンゼルス・すりへり減量および BS 破砕値

図-10は、砕石の粒度とロサンゼルス・すりへり減量の関係を取りまとめて示したものである。



3号砕石 (40 mm~30 mm)
 図-5 ロサンゼルス・すりへり減量と
 常温および加熱 BS 破砕値との関係

これによれば、砕石の粒径が小さくなると、ロサンゼルス・すりへり減量は大きくなる傾向がある。

また、図-11は砕石の粒度と常温の破砕値の関係を示したものである。

これによれば、砕石の粒径が小さくなると、破砕値は大きくなる傾向にあり、5号~6号砕石になると、その度合は大きい。

破砕値については、300°C、600°Cに加熱した後の破砕値についても同様の傾向が得られた。

(4) BS 破砕値試験後の粒度

常温破砕値試験と加熱後の破砕値試験とで、試験後の粒度がどのように変わっているかを調べるため、破砕値試験後の試料について、一連の JIS フル

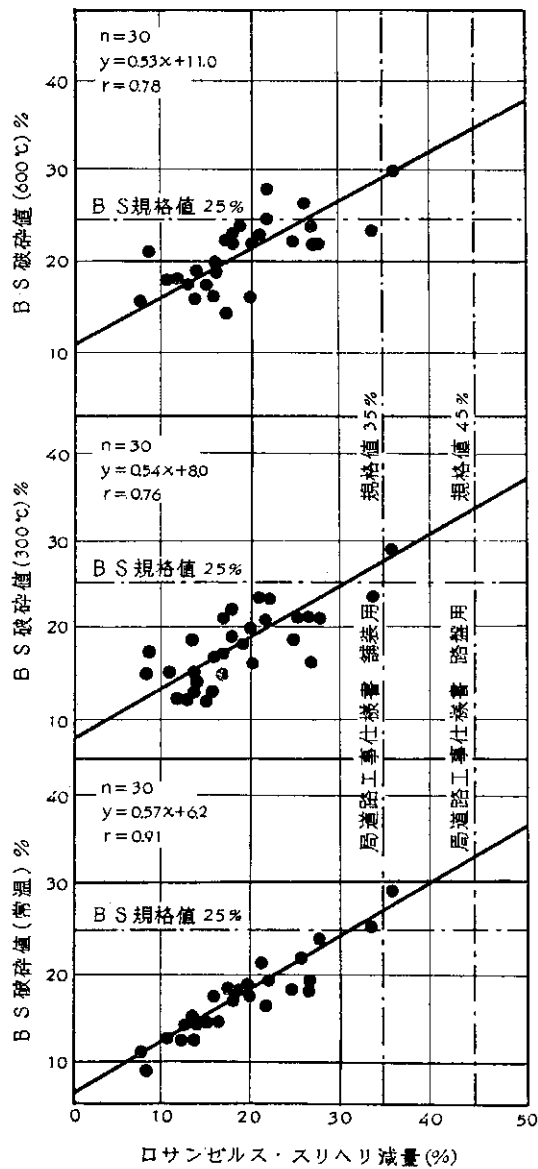


図-8 ロサンゼルス・すりへり減量と常温および加熱 BS 破砕値との関係

イでフルイ分け試験を行なった。

図-12~15は、常温および加熱後の破砕値試験後の粒度を試料の粒径別にとりまとめたものである。これらの図によれば、6号碎石で、300°C加熱の場合は、常温破砕値試験の場合と、試験後の粒度がほとんど変わらないが、他の場合はいずれも加熱の場合が常温の場合に比べ、細かく砕けており、300°Cと600°Cでは、600°Cの場合がより細かく砕けていることがわかる。

(5) 比重とロサンゼルス・すりへり減量および BS 破砕値

図-16, 17は、本実験に使用した碎石について、

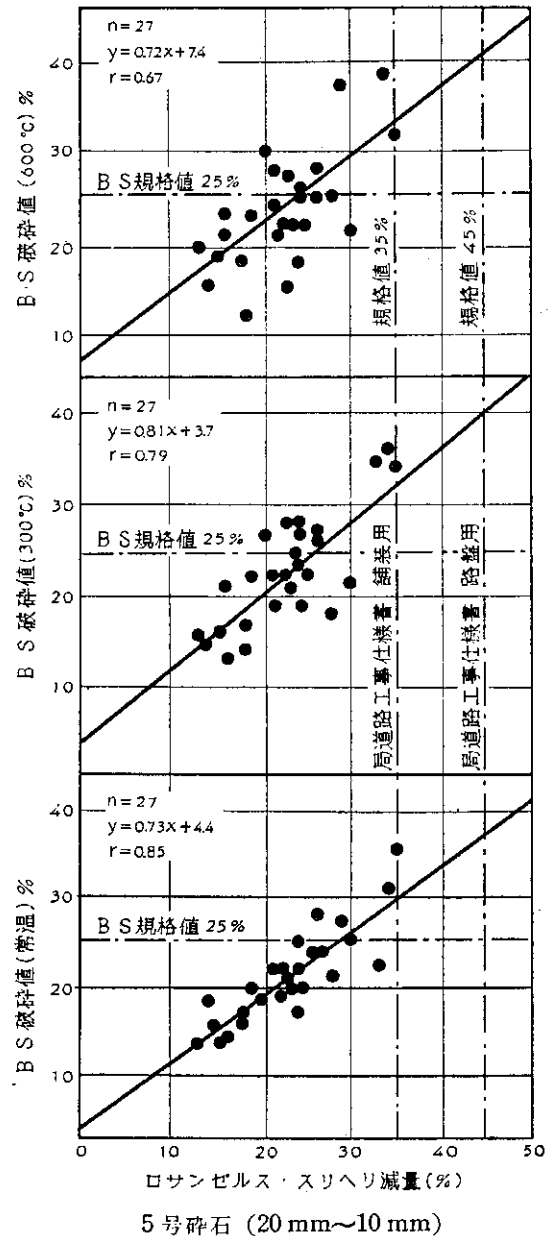


図-7 ロサンゼルス・すりへり減量と常温および加熱 BS 破砕値との関係

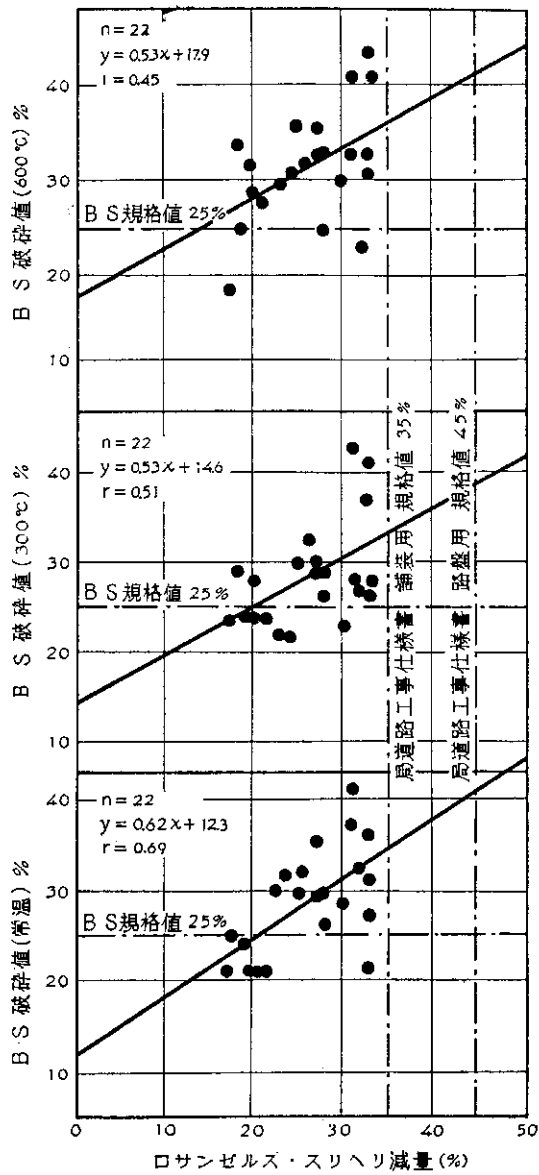
比重とロサンゼルス・すりへり減量および破砕値の関係を、とりまとめ示したものである。

ここで、ロサンゼルス・すりへり減量および破砕値は、試料数の多かった4号碎石で、常温で試験した値を用いた。また、これから求めた相関係数および回帰方程式を併記した。

これによれば、比重が大きくなれば、ロサンゼルス・すりへり減量も破砕値も小さくなる傾向にあるが、その相関関係はあまり強くない。

(6) 比重と安定性試験損失量および吸水量

図-18, 19は参考までに、本実験に用いた碎石について、比重と安定性試験損失量および吸水量の関係をとりまとめ示したものである。



6号砕石(10mm~5mm)
 図-8 ロサンゼルス・すりへり減量と常温
 および加熱BS破砕値との関係

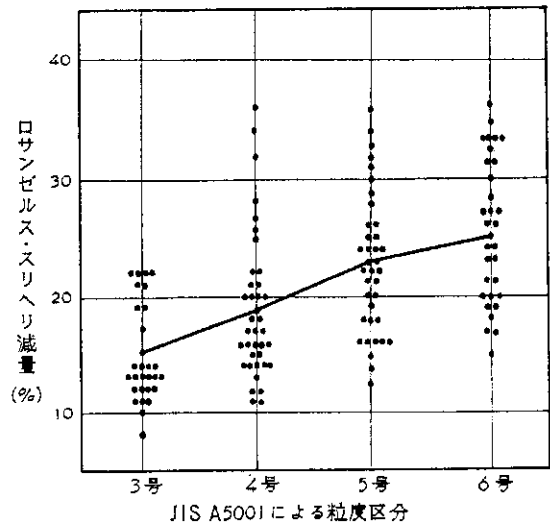


図-10 粒度区分とロサンゼルス・すりへり
 減量との関係

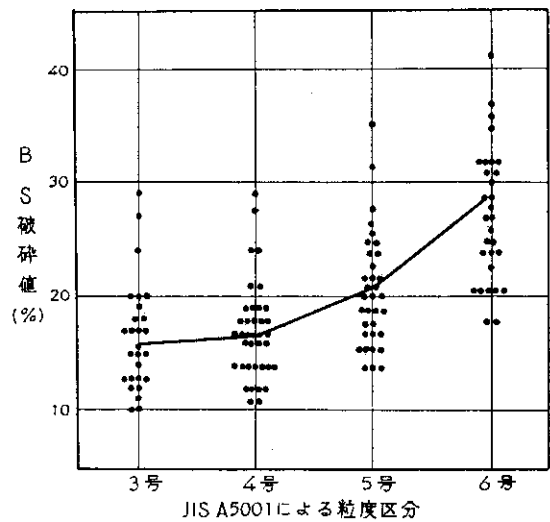
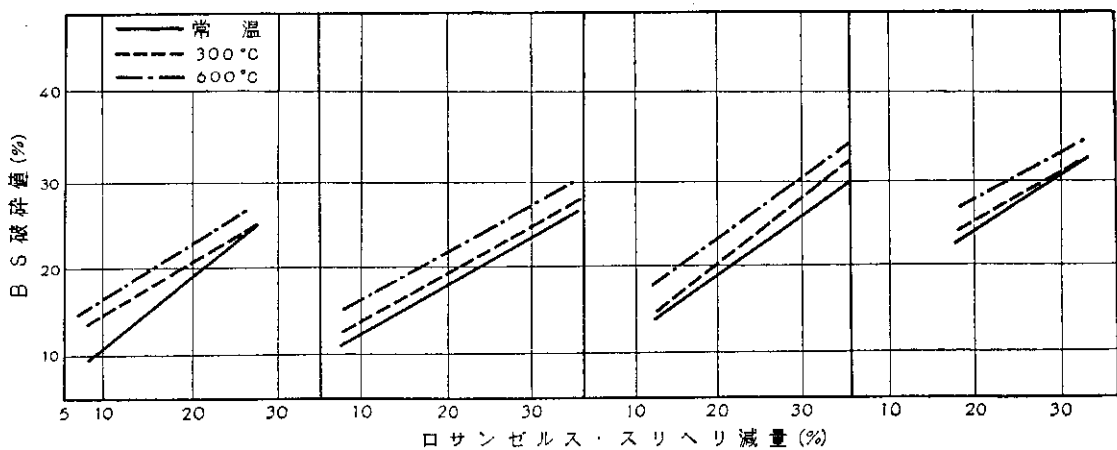
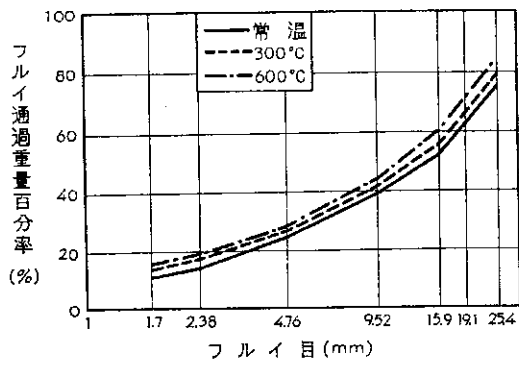


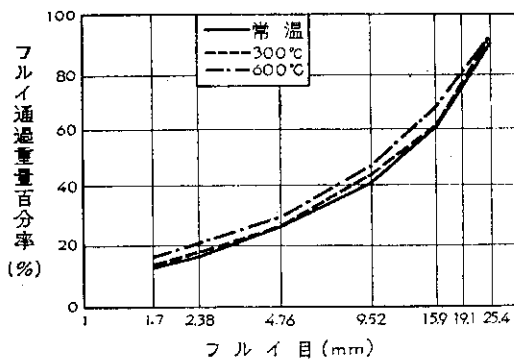
図-11 粒度区分と常温BS破砕値との
 関係



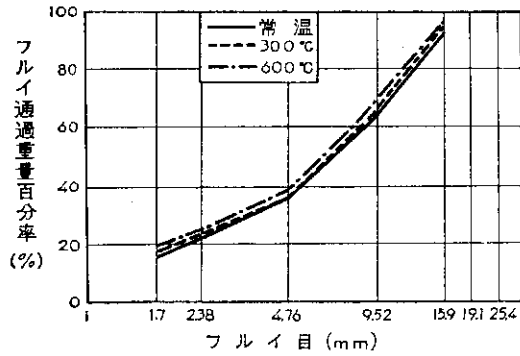
3号砕石(40mm~30mm) 4号砕石(30mm~20mm) 5号砕石(20mm~10mm) 6号砕石(10mm~5mm)
 図-9 回帰方程式による常温BS破砕値と加熱BS破砕値との関係



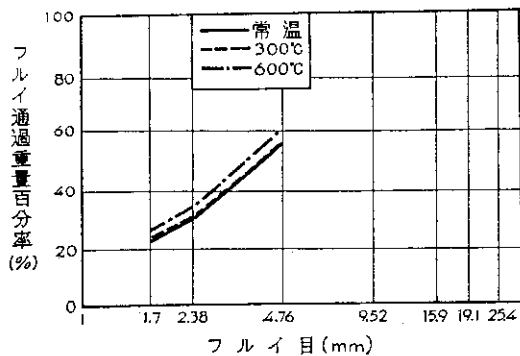
3号碎石 (40 mm~30 mm)
 図-12 BS 破碎試験後の粒度



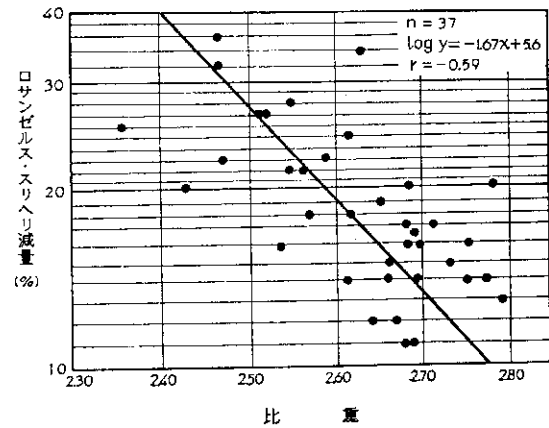
4号碎石 (30 mm~20 mm)
 図-13 BS 破碎試験後の粒度



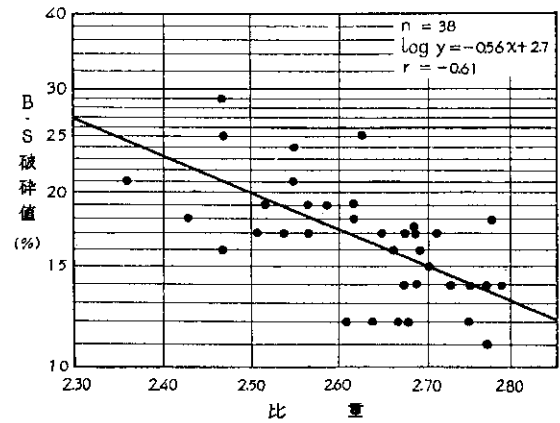
5号碎石 (20 mm~10 mm)
 図-14 BS 破碎試験後の粒度



6号碎石 (10 mm~5 mm)
 図-15 BS 破碎試験後の粒度



4号碎石 (常温 30mm~20mm)
 図-16 比重とロサンゼルス・すりへり減量との関係



4号碎石 (常温 30mm~20mm)
 図-17 比重とBS 破碎値との関係

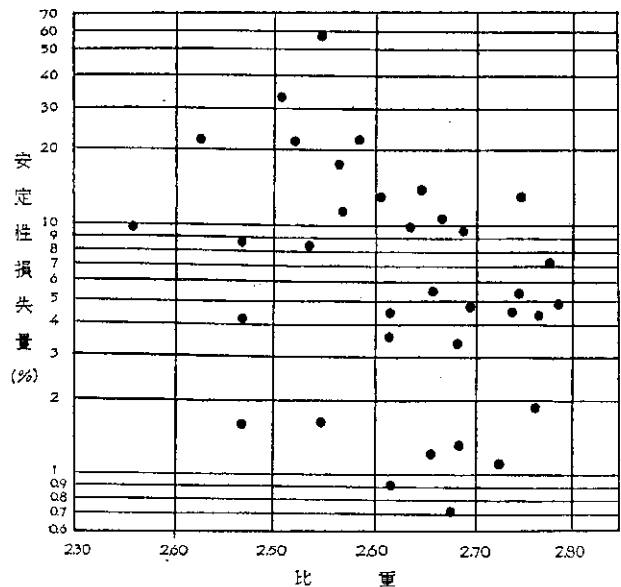


図-18 比重と安定性試験との関係

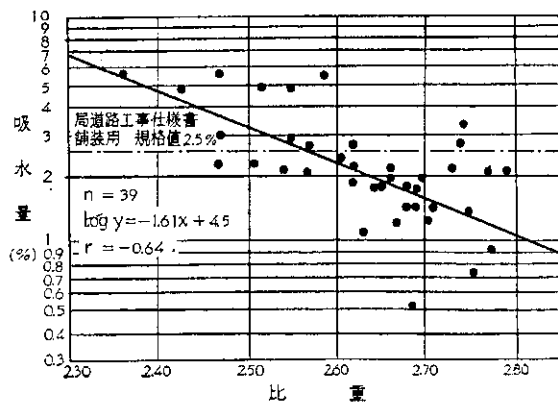


図-19 比重と吸水量との関係

これによれば、比重が大きくなれば、吸水量は小さくなる傾向が見られるが、比重と安定性試験損量との間には、はっきりした関係は認められない。

あとがき

以上、40年度に道路研究室で行なった砕石についての試験のうち、主として、ロサンゼルス・すりへり減量試験とBS破砕値試験の結果について述べたが、これらの結果から次のようなことがわかった。

- (1) 同じ砕石でも試験する粒度によって、ロサンゼルス・すりへり減量、BS破砕値の値が変わり、粒径が小さ

くなると、いずれも大きい値となる。

- (2) 砕石は加熱されると破砕値が大きくなり、その割合は加熱温度が高いほうが大きい。

- (3) 3号～5号砕石では、ロサンゼルス・すりへり減量と、BS破砕値はかなり強い相関性がある。

なお、今回の実験では、単粒度の砕石について試験を行なったが、今後は、さらに切込砂利、切込砕石など複粒度のものについても試験を行ない、また、アスファルト舗装用として、プラントで加熱する場合の影響についても、さらに検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) British Standard Institution; "Determination of Aggregate Crushing Value"; BS 812-1960
- 2) 竹下春見, 南雲貞夫; アスファルト舗装用骨材の実験法について; 昭和35年度第4回建設省直轄技術研究会
- 3) 南雲貞夫; アスファルト舗装用骨材の試験法; 土木技術資料 Vol. 2, No. 2
- 4) 白井加一, 幸高久嘉; 粗骨材破砕試験について; 第5回北海道開発局技術研究発表会 (昭和38年2月)

技術ニュース

第10回海岸工学国際会議に出席して

第10回海岸工学国際会議 (The 10th Conference on Coastal Engineering) が日本土木学会 (JSCE), 米国土木学会 (ASCE), 国際水理学会 (IAHR) 共催で、9月5日から4日間、東京プリンスホテルで開かれ、開発局から古谷所長ほか5名が参加し、2つの論文が発表されたことはすでに7月号本欄で報じられている。

国際会議をとおして展望される最近の海岸工学研究の動向と特質というような点については、いずれ主催者からくわしく紹介されることであろう。ここでは、会議の経過をふり取りながら、初めて国際会議に参加して感じた筆者らの印象という点に焦点を置いて、その雰囲気を紹介しよう。

まず、今回の会議への参加は27箇国260名、論文発表数は130編に達した (予定表による概数で、かなりの追加があった)。このうち日本が160名 (42編) であるということは、初めての開催国であり、これを機会に国内の研究者、技術者が国際会議の雰囲気に接して視野を広め、あわせて国際親善を深める意味の配慮が組織委員

会にあったものと考えられる。

国別には米の43 (30編) を筆頭に、数名の参加国が多く論文数はカナダ (5), 英 (7), 仏 (4), 蘭 (6), ルーマニア (6), 印 (5), 中国 (3), ソ連 (3) と続き、欧州諸国、豪は1～2名の出席で、セイロン、イスラエル、パキスタン、南アフリカなどからの参加も注目される。

夫人あるいは家族同伴組みも20近くあったが、さすがに米国に13と多く国柄の一端がうかがえる。中には同伴で聴講したり、新婚早々らしい組みも見られたが、一緒にくるには費用がかかりすぎると本心を洩らした人もいる。

会議の順序、進行などは日本の学会と同じである。最初に開会式があって、会議主催者の紹介、挨拶の後、記念講演、映画が行なわれ、研究発表、討議が始まる。会場は2～3に分かれ、それぞれ好みの発表を自由に聴講できる。

研究発表の日程は9時～17時まで、1人の持時間は