

### Ⅲ-7-6 品質管理と検査

#### (1) 道路用砕石

##### (1)-1 原石

道路用砕石に用いられる材料は、天然に産する砂、玉石を破碎したもの、原石を破碎して得られた砕石、再生骨材及び、人工骨材などの粒状材料である。

岩石はその成因により、火成岩、堆積岩、変成岩に別れる。火成岩は産出状態や、シリカ含有量により表-51のように分類される。堆積岩は、凝灰岩、集塊岩、砂岩、石灰岩などがあり、変成岩は、マイカナイト、ホルンフェルス、片麻岩、結晶片岩などがある。

一般にシリカ含有量の少ない、塩基性岩の方が、酸性岩より、また、噴出岩の方が、深成岩より、瀝青材料との付着性が良好であるといわれている。特に頁岩や、瀝青材料との付着性が悪い花崗岩は、加熱によってすり減り減量が大きくなったり、破壊するため、加熱アスファルト混合物には用いられていない。

このようなことから、砕石の原石は、玄武岩、安山岩、輝緑岩、硬質砂岩、硬質な石灰岩、またはこれらに準ずる石質を有する岩石、もしくは玉石とし、砕石の最大粒径の3倍以上とする。

表-51 火成岩の分類

	酸性岩	中性岩	塩基岩
シリカ含有量	6%以上	52~66%	52以下
深成岩	花崗岩	せん緑岩	はんれい岩
平深成岩	石英はん岩	ひん岩	輝緑岩
噴出岩	石英粗面岩	安山岩	玄武岩

静岡県内における、道路用砕石の原石の種類は、大きく分けて、安山岩、玄武岩、砂岩、玉石及び、輝緑岩（凝灰岩）である。

これらの分布は、駿豆地区・富士地区の県内東部には、安山岩、静岡近辺では玄武岩、島田金谷地域では砂岩、天竜川以西の、県西部地区では輝緑岩（凝灰岩）が主として分布している。また、玉石は安倍川産・大井川産のほか、小笠地区の山砂利が、道路用砕石として利用されている。

砕石の品質性状は、その時点における、原石山の切羽の状態、すなわち切羽における地質構造、成層分布状態、節理、表土の厚さ、風化の状態及び、原石の採取位置などによって変化したり、製造機械設備等により、変化するものであり、1回の抽出による採取資料試験が、必ずしもその砕石工場または、原石山全体の品質性状を、代表するものではない。特に静岡県のように、複雑な地質構造からすれば、原石全体が均一なことは希であり、砕石生産に当たっては、常に品質管理を行なうことにより、出荷砕石の品質性状を把握し、良質な砕石の供給に、努めることが大切である。

なお、ここに述べる工場数や、機械数などの数値は、静岡県砕石品質結果書（S.51.~H.12年度）による。

##### (1)-2 砕石工場

砕石工場は、S.51年度以降ほぼ40~44工場で推移している。H.12年度版静岡県砕石品質結果書によれば、工場数は44工場あり、42工場が山砕を、2工場が玉砕を、原石として利用している。玉砕を原石として使用している工場はS.50年代初めには8工場、S.60年代には5工場、H.12.には2工場と、年々減少してきている。これは砂利採取の規制などが起因している。

原石種別でみると、安山岩が21工場、輝緑凝灰岩8工場、全体の約7割を占めている。その他頁岩3工場、玄武岩3工場等である。

製品別では、単粒（5号、6号、7号）を生産している工場は16あり、このうち県西部地区で産出する、輝緑凝灰岩を原石とする8工場全てが生産している。また、安山岩を原石とする21工場のうち、3工場が生産している。

クラッシュランは、玉砕を原石として使用している工場を除いた、42工場が生産している。

瀝青安定処理用のクラッシュランは、安山岩が11工場、輝緑凝灰岩は8工場などで生産している。

表-52 H.12.原石別製品別工場数（H.12.）

原石名	工場数	単粒	M30	C30	瀝安
安山岩	21	3	17	21	11
粘板岩	1	0	1	1	0
頁岩	3	1	2	3	2
玄武岩	3	0	2	3	3
砂岩	2	1	2	2	2
緑色片岩	2	1	1	1	1
輝緑凝灰岩	8	8	8	8	8
石灰岩	2	0	0	1	0
玉石	2	0	0	1	0
計	44	16	33	40	27

粒度調整砕石は、33工場で生産されている。製造方法は、クラッシュラン及び砂（またはグスト）を用いて、粒度を調整して生産するケースと、単粒砕石及びフィラを用いて、粒度を調整して生産するケースの2通りがあり、前者は主に東中部地区の24工場、また、後者は輝緑凝灰岩を原石とする7工場など9工場である。

##### (1)-3 原石山からの生産

砕石は、ごみ、泥、有機物などを、有害量含んではならないことから、初めに原石山の表土部を除去し、その後、発破・破碎により大割された原石を原料とする。これを複数の破碎機（クラッシャ）により、中割り、小割りと同様に細かく破碎・整粒し、仕様に応じて、ふるい分けを行ないながら、道路用砕石であるクラッシュラン、5号、6号、7号、スクリーニングスが生産され、それぞれのストック

ヤードに、保管された後出荷される。

砕石プラントの工程は、次の手順の通りである。

- ① 原石山から採取した原石を、設置されたクラッシュの能力に合わせ、破碎可能な大きさに選別して、原石ホッパに投入する。
- ② 原石ホッパに投入された原石を、定量に引き出し、グリズリフィーダにより、ごみ、泥、有機物などを除去した後、1次大割クラッシュで、適度な大きさに破碎し、2次中割クラッシュ、3次中細割クラッシュで、破碎・整粒を順次行ない、選別機で選別分級され、製品となり、それぞれのストックヤードに保管される。
- ③ 選別されたオーバーサイズの砕石は、さらに3次、4次中細割クラッシュで再破碎され、製品となる。
- ④ この間の運搬には、ベルトコンベア等を使用する。

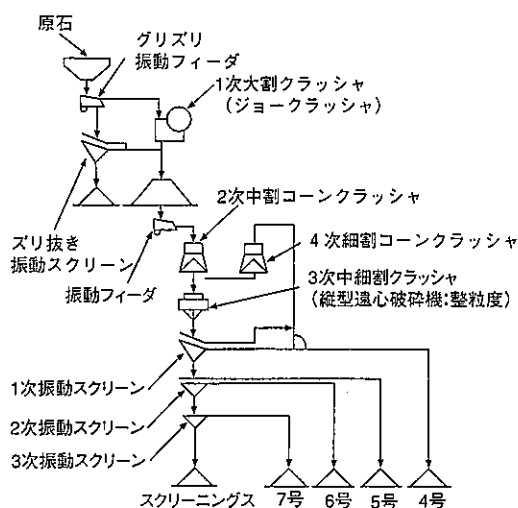


図-40 砕石プラントフロー図

砕石プラントにおいて使用されている機械は、原石ホッパを始め、砕石を引き出すグリズリフィーダ、エプロンフィーダなどがある。砕石を破碎整粒するジョークラッシュ、コーンクラッシュ、インペラークラッシュ、インパクトクラッシュなどもある。運搬作業を担うダンプトラック、ショベルローダ、ベルトコンベアなど、選別作業のトロンメル、振動ふるいなどが、適材適所に配置されている。

クラッシュランを製造する、静岡県内40工場のうち、ジョークラッシュだけで製造している工場が、11工場と1番多く、次がジョークラッシュから、インペラークラッシュ(またはインパクトクラッシュ)によるものと、ジョークラッシュからコーンクラッシュへ、さらにインペラークラッシュ(またはインパクトクラッシュ)の順で破碎製造するものが、それぞれ10工場である。クラッシュランは、約8割がこの3タイプにより製造されている。また、単粒砕石は、19工場で製造されている。このうち1次破碎をジョークラッシュ、2次破碎をコーンクラッシュ、最後に整粒破碎機(インペラークラッシュなど)を用いて、製造している工場は、12工場で全体の約6割である。

表-53 クラッシュランの製造工程

工 程	工 場 数	シ ョ ア %
① J→C	3	7.5
② J→I	10	25.0
③ C→I	11	27.5
④ J→C→I	10	25.0
⑤ C	4	10.0
⑥その他	2	5.0

注1) J：ジョークラッシュ、C：コーンクラッシュ、I：インパクトクラッシュ

注2) 同種の破碎機を複数使用している場合は、その機種を1度だけ表示した。例えばジョークラッシュ→ジョークラッシュの場合、J→と表現した。

表-54 単粒砕石製造工程

工 程	工 場 数	シ ョ ア %
① J→C→I	2	63
② J→I	3	16
③その他	4	21

注1) J：ジョークラッシュ、C：コーンクラッシュ、I：インパクトクラッシュ

#### (1)-4 県内の破碎整粒機

静岡県内の破碎整粒機は、昭和時代には10数種類の、破碎整粒機を使用していたが、H.12年度には、ジョークラッシュ、コーンクラッシュ、インパクトクラッシュの3種類に集約されてきている。特に平成に入ってから、偏平率や軟石率の向上が図れる、スーパーインパクトクラッシュが導入され、H.12年度現在、11工場で14基(100~250t/h)が設置されている。

また、原石から道路用砕石を生産する、1工程に設置されている破碎整粒機数は、2~4機である。それらの破碎能力は、図-41の通りであり、100~200t/hの破碎能力規模のものがジョークラッシュで、53基中23基の43%、コーンクラッシュは、37基中24基で、65%、インパクトクラッシュは53基中39基で、74%と、大割→小割→整粒へと生産工程が進むにつれ、その比率は大きくなっている。

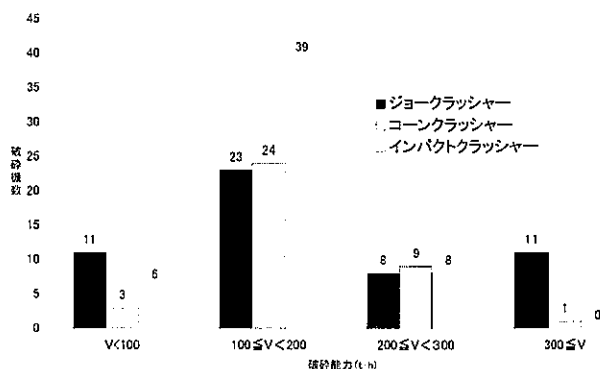


図-41 砕石機別・生産能力別

破碎機は、岩石の破碎構成によって大別すると、岩塊に大きな力を与えて、圧縮により破碎する強制型と、岩塊に大きな速度を与えて、衝撃を主とした作用により破碎する、衝撃型に分かれる。強制型には、ジョークラッシャ、ジャイレトリークラッシャ、コーンクラッシャ等があり、衝撃型にはインペークラッシャ、インパクトクラッシャ等がある。

ジョークラッシャは一般に、1次クラッシャに使用され、電動モータによる偏心軸の回転と、トグルプレート機構により、動歯を往復運動させ、原石を不動歯との間にかみこみ、圧縮により破碎するものである。(図-42参照) 一般的に投入される原石の大きさは、600~1,500mmで、破碎比は約1/5程度に破碎する。形式的にはトグルプレートが1枚のものを、シングルトルジョークラッシャ、2枚のものをダブルトルジョークラッシャと称している。

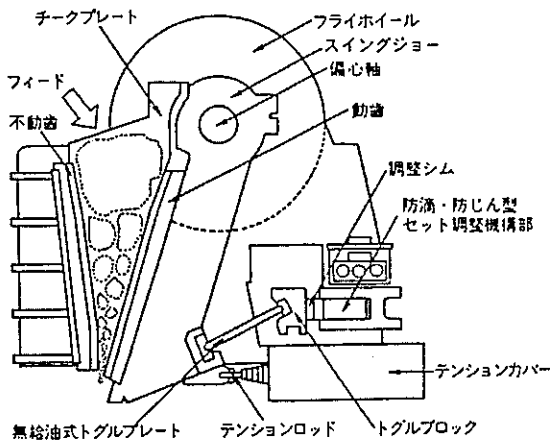


図-42 ジョークラッシャ構造図

コーンクラッシャは、一般的に2次クラッシャ以降に使用されるコーンクラッシャは、往復運動のジョークラッシャに対し、旋回運動による大容量破碎を目的とした、クラッシャである。偏心運動を起こさせるエキセントリック(偏心装置)を装備し、電動モータにて回転させることにより、マントルを旋動させ、マントルとコーンケーブとの隙間に、原石をかみこみ、圧縮破碎する。破碎の大きさはその隙間の調整により行なわれる。

(図-43参照)

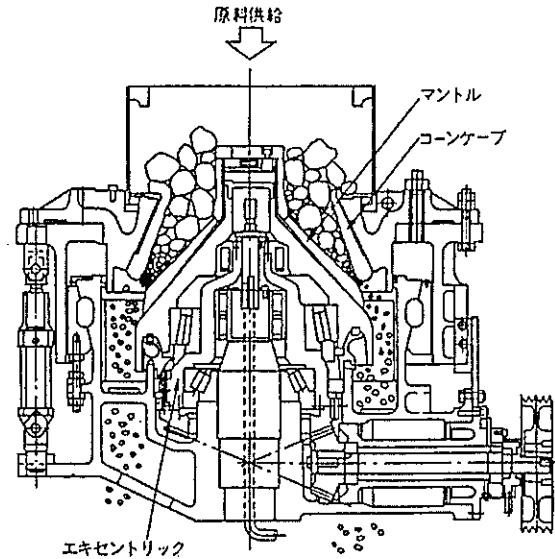


図-43 コーンクラッシャ構造図

インパクトクラッシャは、舗装用碎石の品質を決定するうえで、最も重要な破碎工程である。インパクトクラッシャ類は、横型衝撃式破碎機と、縦型遠心破碎機とに分類される。

横型衝撃式破碎機は、回転しているロータに装備されている打撃刃と、石との衝撃破碎により、破碎・整粒を行なうもので、その破碎効果は①打撃刃と石との、直接破碎により、破碎比が大きいく②投入原石の大きさが、比較的大きく、プラント計画が容易である。③動力源単位(kw/h)が小さい④打撃刃や衝撃板の消耗度により、破碎粒度や品質が変動する⑤縦型遠心破碎機に比べ、消耗コストが高い。

縦型遠心破碎機は、遠心力機構により、高速エネルギーを受けた石と石による、自生破碎により、破碎・整粒を行なうもので、その破碎効果は、①自生破碎の特性である扁平石や、細長石等から破碎・整粒されるため、製品は立方体の石となりやすいため、すり減り量の減少化により、安定性が向上する。②消耗部品の経時変化に関わらず、粒度や粒径の変化が少なく、品質が安定している。

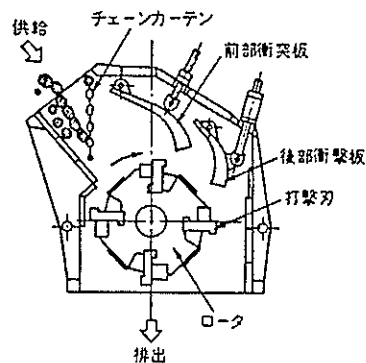


図-44 横型衝撃式破碎機構造図

### コラム 静岡県の自然10選

#### 51. 湧玉池(富士宮市)(年表-24P.参照)

富士山の雪解け水が、こんこんと湧き、その水をたたえる富士山本宮浅間神社の池が、湧玉池である。神田川の清流の源流であり、面積は4,160㎡あり、水温は四季を通じて13℃、湧水量は、3.6tといわれる。

池には、コイやニジマスが群れ、ヤマメが銀色の背を、水面に光らすこともある。セキショウ藻、ウメバチ藻が繁茂している。

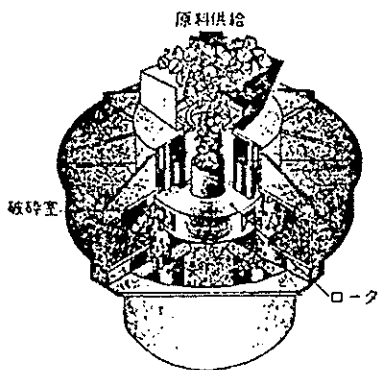


図-45 縦型遠心破砕機構造図

縦型遠心破砕機は、遠心力機構により高速エネルギーを受けた、石と石とによる自生破砕により、破砕・整粒を行なうもので、その破砕効果は、①自生破砕の特性である扁平石や、細長石等から、破砕・整粒されるため、製品は立方体の石となりやすいため、すり減り量の減少化により、安定性が向上する。②消耗部品の経時変化に関わらず、粒度や粒径の変化が少なく、品質が安定している。

(1)-5 砕石の品質

道路用砕石の種類は、アスファルト混合物の材料となる単粒砕石(5号、6号、7号)、F-2.5、ダスト。瀝青安定処理材料に用いるクラッシュラン、上層路盤工の粒状材料として粒調砕石、さらに下層路盤材料として、クラッシュランがある。

舗装要綱には粒度調整砕石や、クラッシュランの規格は、最大粒径が40mm、30mm、20mmの3種類があるが、静岡県では施工性を考慮し、両製品とも30mmを、広く採用している。

砕石の品質規格は、表-55に示す粒度の規格に適合すると共に、その用途に応じて均等質、清浄、強靱で、耐久性があり、細長いまたは、扁平な石片、ごみ、泥、有機物などの有害量を含んではならない。

表-55 粒度

呼び名	5号	6号	7号	M30	C30
37.5				100	100
31.5				95~100	95~100
26.5	100				
19	85~100	100		60~90	55~85
13.2	0~15	85~100	100		
4.75		0~15	85~100	30~65	15~45
2.36			0~25	20~50	5~30
1.18			0~5		
425um				10~30	
75um				2~10	

注1) ふるいを通るものの質量百分率(%)

玉石を使用する場合は、砕石の最大粒径の3倍以上とする。  
玉石は、4.75mmふるいに止まるものうち、質量で40%以上が、少なくとも1つの破砕面を持つものであること。  
路盤材に使用する粒度調整砕石及び、クラッシュランの品質規格は、表-56の通りである。

表-56 修正CBR

材 料 名	修 正 CBR
粒 度 調 整 砕 石	80以上
ク ラ ッ シ ャ ラ ン	20以上

砕石の品質の目標値は、表-57を目標とする。

表-57 品質の目標値

項 目	表層・基層	上層路盤
表 乾 比 重	2.45以上	—
吸 水 率 %	3.0以上	---
すり減り減量%	30以下	50以下

注) 表層・基層用砕石のすり減り減量試験は粒径13.2~4.75mmのものについて実施する。

静岡県の、品質管理の頻度は、S.46年代から、静岡県内の砕石工場から資料を採取したものについて、各種試験を行ない、その結果に基づき、使用許可を与えていた。社会情勢等の変化により、S.51年度から静岡県砕石業協会員自らが、県職員の立ち会いのもとに、資料を採取したものについて、各種試験を行ない、その結果に基づき、静岡県が承認する制度を採用をしている。

プラント設備製造の工程管理については、隔年に土木事務所、立会検査を行なう。

骨材等の材料管理は、立会検査と自主管理がある。前者はプラント設備と、生産フローの確認、自主管理データの審査、資料採取の立会い及び、資料採取の各種試験結果から、基準値を満足するものに、道路用砕石として承認を与えている。また、後者は砕石の種類ごとに、試験項目(表-58)が定められている。

表-58 自主品質管理頻度

試 験 項 目	頻 度	適 用
粒 度 ・ 含 水 量	10日ごと1回	立会検査時提示
比 重 ・ 吸 水 量	3ヶ月ごと1回	立会検査時提示
そ の 他 試 験	毎 年 1 回	注1

注1) 試験項目は、修正CBR、表乾比重、吸水量、すり減り減量、安定性損失量、洗い損失量、粘土塊量、軟石量、扁平量の9項目。  
注2) 結果を土木事務所に提出する。ただし、立会検査年は、その結果を代用することができる。

再生路盤材料管理については、立会検査では、プラント設備管理及び、その他の定められた試験項目について、毎年1回立ち会い検査を行なう。自主品質管理の頻度は、表-59の通りとする。

表-59 再生材自主品質管理頻度

試験項目	頻度	適用
粒度・含水量	出荷日ごと1回	立会検査時提示
その他試験	1000m <sup>3</sup> ごと1回	注1

注1) CBR試験、PI試験、一軸圧縮試験など

静岡県内砕石の品質は、表乾比重、吸水量、すり減り減量、安定性損失量、洗い損失量、粘土塊量、軟石量、偏平量の8項目について着目している。

基礎データは、砕石業協会であり、S.49.から単粒6号砕石を生産している工場で、安山岩を原石とする6工場及び、輝緑凝灰岩を原石とする、7工場の品質管理データを用いた。

安山岩については図-56の通り、表乾比重(2.45以上)及び、吸水量(3.0%以下)では、S.49.以降ほぼ一定値であることから、岩石そのものの品質に変化が見られない。また、粘土塊量(0.25%以下)も、一定値を推移している。これは、原石山の表土除去や、原石ホッパからのずり出しが徹底的に、行なわれていると判断される。安定性損失量(12%以下)は、S.49.に8.47%であったが、S.57.頃からほぼ0.8%前後に落ち着いている。すり減り減量(30%以下)は、基準値の約半分以下となっている。軟石量(5%以下)については、S.50年代前半までバラツキが大きかったが、S.59.頃から品質が安定してきている。

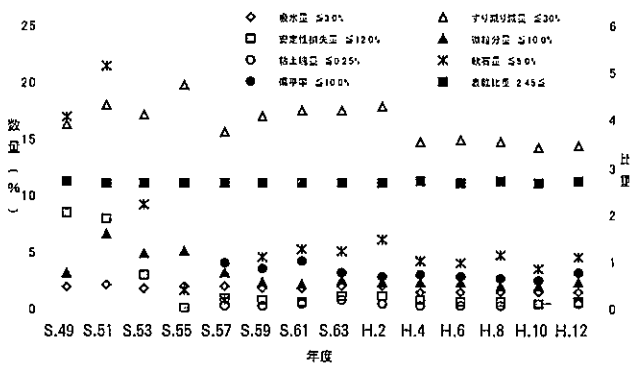


図-46 安山岩品質推移

また、輝緑凝灰岩は、安山岩とほぼ同じ傾向にある。偏平量(10%以下)は、S.53.に基準値を満足しているものの、異常に高い値を示した以外はほぼ安定している。

また、比重は安山岩に比べ、約0.35大きいため、加熱アスファルト混合物に用いる基準密度は、小笠郡を境に、東側は2.35kg/cm<sup>3</sup>、西側では2.46kg/cm<sup>3</sup>を採用している。

コラム 静岡県のみどころ(博物館)

44. 天城いのしし村(天城湯ヶ島町)

太古のイノシシの化石から、イノシシを描いたアートまで、500点を展示、ここに来れば、イノシシのすべてが理解できる。

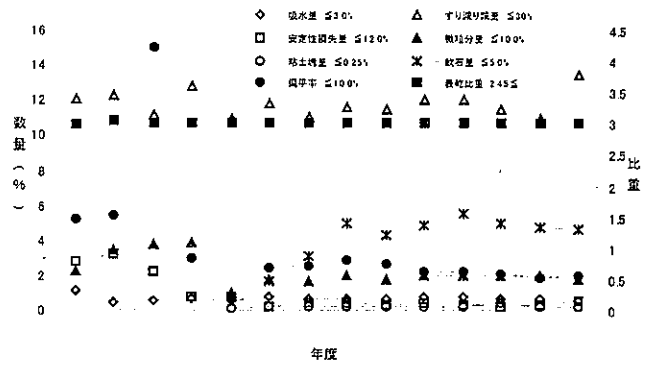


図-47 輝緑凝灰岩品質推移

全体的には、輝緑凝灰岩のすり減り減量を除き、H. 2.頃から安定した数値を推移している。これは、砕石協会の理解と協力を得ながら、徹底した品質管理が普及されたこと、協会員の品質管理に対する認識・意識改革によるところが、大きな要因である。

近年、破碎・整粒機等が著しく進歩し、静岡県内にもスーパーインパクトクラッシャや、スーパーラウダが導入されるなど、さらに品質の向上が期待される。また、資源の有効利用の観点から、一般に砕石工場において、砕石を生産する過程で、水洗いしたとき副次的に生産される廃泥土を、取り扱い可能な含水比まで低下させ(この状態をプレスケーキという)、所要の品質となるよう安定処理し、再生路盤材として利用している工場もある。

21世紀は環境の時代ともいわれており、コンクリート塊や、アスファルトコンクリート塊の再生路盤材などとして、リサイクルはもとより、資源循環型社会の構築推進のため、この分野でも、さらなる新技術の開発が求められている。

(文責)

土木部建設政策総室技術管理室 近松

(参考文献)

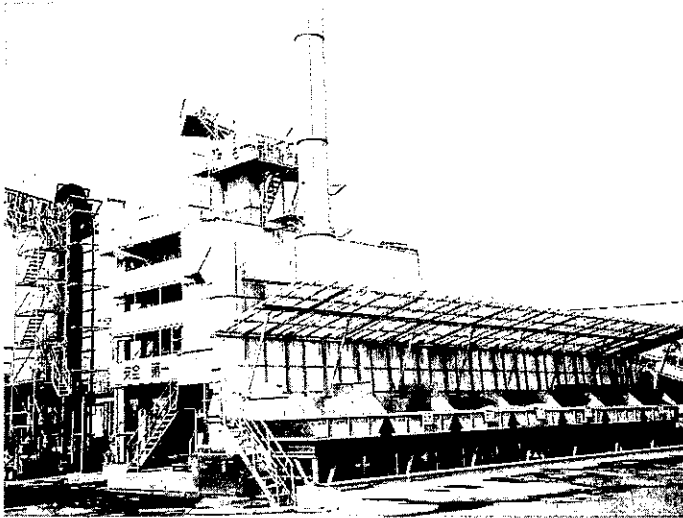
- 『道路用砕石品質管理試験結果書(S.51.~H.12.)』静岡県砕石業協同組合
- 『道路用材料のつくり方』生駒 年美
- 『舗装Vol.34No.10(1999)』(株)建設図書
- 『アスファルト舗装要綱』(社)日本道路協会

コラム 静岡県の自然100選

42. 須津川溪谷(富士市)

愛鷹連峰の主峰、位牌岳(1,458m)や呼子岳(1,313m)の水を集め、浮島沼に注ぐ、全長約10kmの須津川は、富士市には貴重な存在である。

溪流には、ハコネサンショウウオ、ヤマメなどの魚類や、イワタバコ、ダイヤモンドソウ、イワシャジンなどの植物群が見られる。樹木は、カエデ、コナラ、ウルシなどで、春の新緑、秋の紅葉が楽しめる。



アスファルトプラント 全景



コンピュータールーム

■ 西部地区 AS プラント

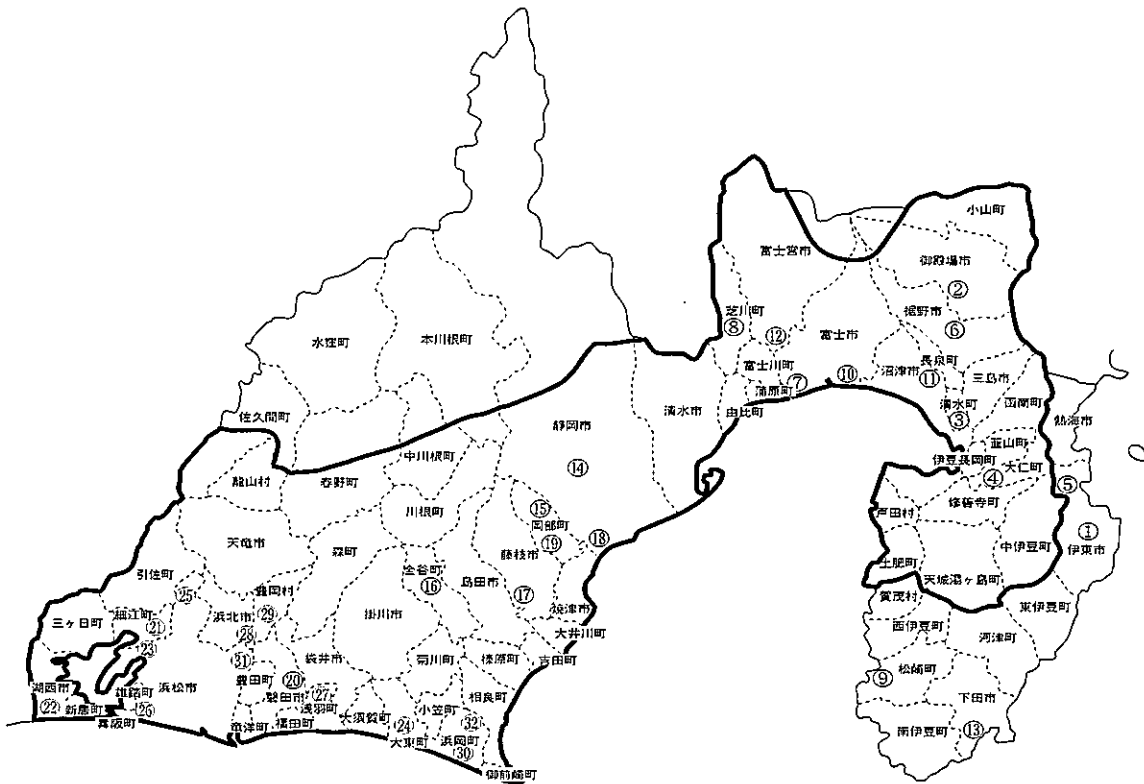
②①	磐田産骨舗材共同企業体
②②	協和建設協業組合
②③	湖西アスコン共同企業体
②④	西部合材リサイクルセンター協同組合
②④	須山建設㈱東遠アスファルト合材工場
②⑤	西遠アスコン
②⑥	西遠コンクリート工業㈱
②⑦	中遠合材センター共同組合
②⑧	天竜川砂利プラント協同組合
②⑨	乗松建設㈱
③①	浜岡アスコン
③①	前田道路㈱浜松合材工場
③②	㈱渡辺組浜岡合材工場

■ 中部地区 AS プラント

④④	大林道路㈱
④⑤	岡部アスコン
④⑥	静岡リサイクルセンター
④⑦	セイエン商事㈱
④⑧	東海産骨工業㈱
④⑨	前田道路㈱静岡合材工場

■ 東部地区 AS プラント

①	㈱海野建設
②	御殿場合材センター
③	山旺建設工業㈱
④	昭和舗道㈱
⑤	菅原建設㈱
⑥	大有建設㈱
⑦	日本道路㈱静岡合材センター
⑧	日本舗道㈱芝川合材工場
⑨	花菱建設㈱
⑩	富士道路㈱
⑪	前田道路㈱沼津合材工場
⑫	前田道路㈱富士合材工場
⑬	丸三工業㈱



※太枠内：再生合材の使用範囲

図-48 静岡県 AS プラント位置図

- ① 日興業 組
- ② 丸石 協材 組
- ③ 壽建設 伊東 組
- ④ 二葉建設 伊東 組
- ⑤ 江ノ葉建設 伊東 組
- ⑥ 二葉建設 伊東 組
- ⑦ 二葉建設 伊東 組
- ⑧ 二葉建設 伊東 組
- ⑨ 立岩建設 伊東 組
- ⑩ 伊豆建設 伊東 組
- ⑪ 伊豆建設 伊東 組
- ⑫ 伊豆建設 伊東 組
- ⑬ 伊豆建設 伊東 組
- ⑭ 伊豆建設 伊東 組
- ⑮ 伊豆建設 伊東 組
- ⑯ 伊豆建設 伊東 組
- ⑰ 伊豆建設 伊東 組
- ⑱ 伊豆建設 伊東 組
- ⑲ 伊豆建設 伊東 組
- ⑳ 伊豆建設 伊東 組
- ㉑ 伊豆建設 伊東 組
- ㉒ 伊豆建設 伊東 組
- ㉓ 伊豆建設 伊東 組
- ㉔ 伊豆建設 伊東 組
- ㉕ 伊豆建設 伊東 組
- ㉖ 伊豆建設 伊東 組
- ㉗ 伊豆建設 伊東 組
- ㉘ 伊豆建設 伊東 組
- ㉙ 伊豆建設 伊東 組
- ㉚ 伊豆建設 伊東 組
- ㉛ 伊豆建設 伊東 組
- ㉜ 伊豆建設 伊東 組
- ㉝ 伊豆建設 伊東 組
- ㉞ 伊豆建設 伊東 組
- ㉟ 伊豆建設 伊東 組
- ㊱ 伊豆建設 伊東 組
- ㊲ 伊豆建設 伊東 組
- ㊳ 伊豆建設 伊東 組
- ㊴ 伊豆建設 伊東 組
- ㊵ 伊豆建設 伊東 組
- ㊶ 伊豆建設 伊東 組
- ㊷ 伊豆建設 伊東 組
- ㊸ 伊豆建設 伊東 組
- ㊹ 伊豆建設 伊東 組
- ㊺ 伊豆建設 伊東 組
- ㊻ 伊豆建設 伊東 組
- ㊼ 伊豆建設 伊東 組
- ㊽ 伊豆建設 伊東 組
- ㊾ 伊豆建設 伊東 組
- ㊿ 伊豆建設 伊東 組

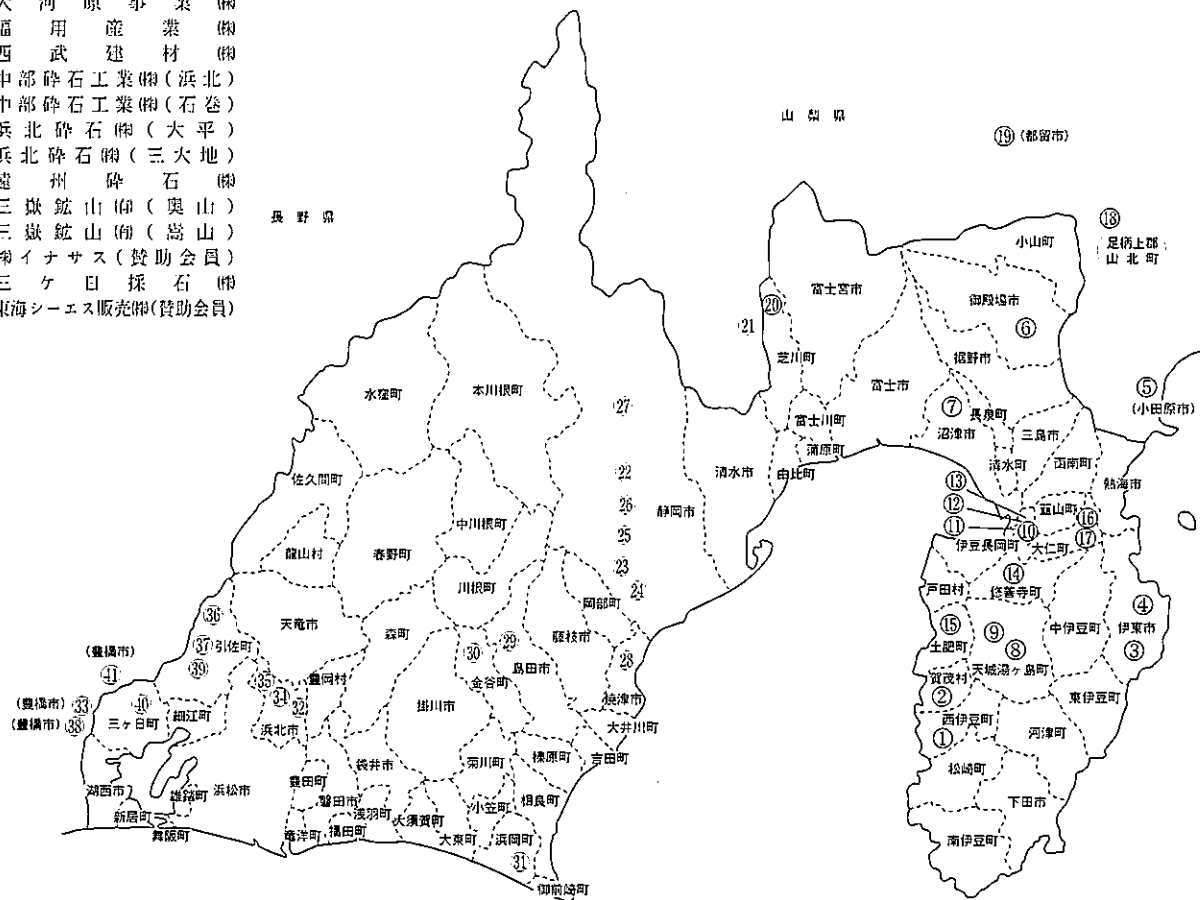
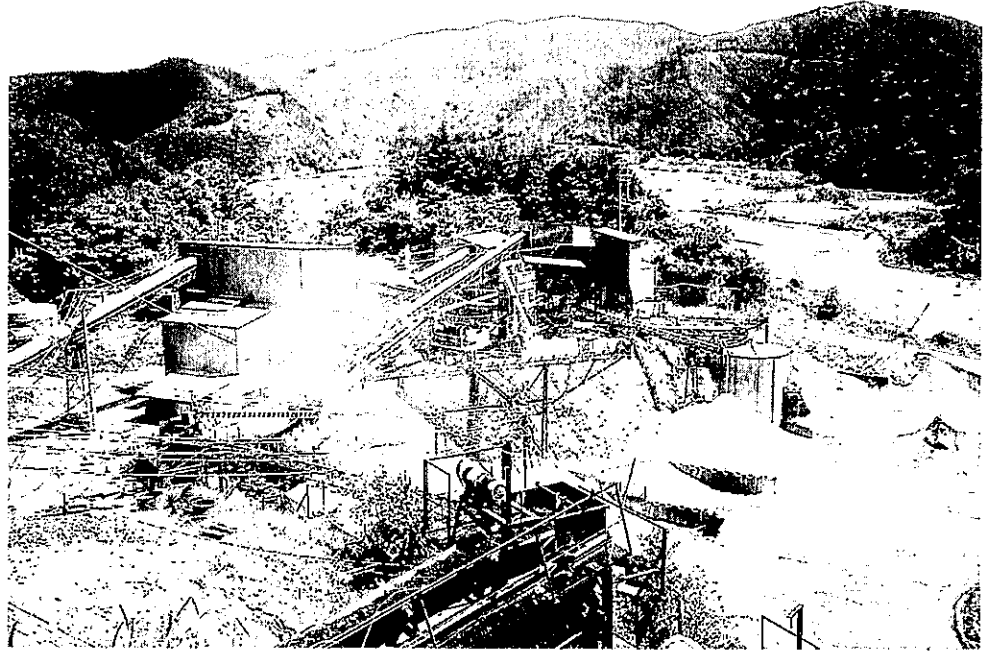


図-49 砕石工場分布図

## (2) 加熱アスファルト混合物

道路におけるアスファルト混合物の果たす役割は、雨天時の泥濘化や、乾燥時の砂塵を防止し、快適性を保持すること、路面の平坦性を良くすると共に、適度のすべり抵抗性をもたせることによって、車両の走行時や、歩行時の快適性や、安全性を向上させること、周辺環境に適合した、アスファルト合材を使用することにより、良好な道路環境や沿道環境を創出すること、交通荷重から道路を保護し、これらの機能を長く保持させること、などがある。これらに適切に対処するためには、使用目的に適したアスファルト混合物の選定と、それらの特性を生かした、品質の確保が重要である。

### (2)-1 アスファルトプラントの推移

静岡県内におけるアスファルトプラント数は、昭和の時代まで44~45基を推移していたが、平成時代に入り、会社間等において、プラントの統廃合が行なわれ、4~5年間で10基が減少し、H.12.現在33基である。

また、舗装事業は、S.57.に建設の時代から補修の時代に移行すると共に、舗装工事における工法も、打替工法や、切削工法等が増加し、既存のアスファルト混合物が、建設廃棄物として処理に窮する状況であった。このような背景のもと、S.58.に従来のアスファルトプラントに、併用再生プラントが導入された。その後、再生加熱アスファルト混合物の、使用範囲が拡大したことなどにより、H.12.には、再生アスファルト混合物を、生産する再生プラントが、29基設置されている。これは、全プラント数の、約88%である。

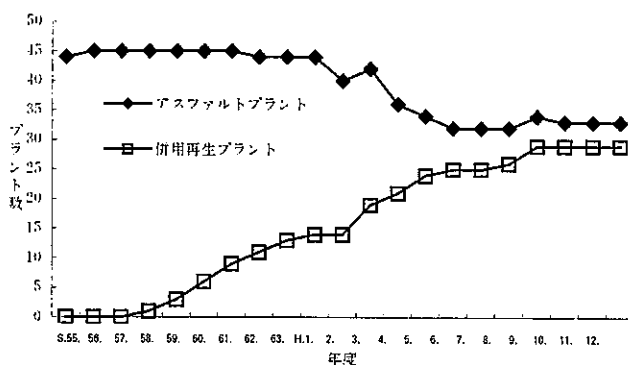


図-50 プラント数の推移

H.12.における、製造能力規模は(図51参照)60t/h級と、120t/h級を設置している、普通アスファルトプラントが、それぞれ11基ある。製造能力規模は、60t/h以上が27基で、全体の82%を占めている。

また、再生プラントの製造能力規模は(図-52参照)30t/h級のものが10基と多く、45t/h以下が77%を占めている。

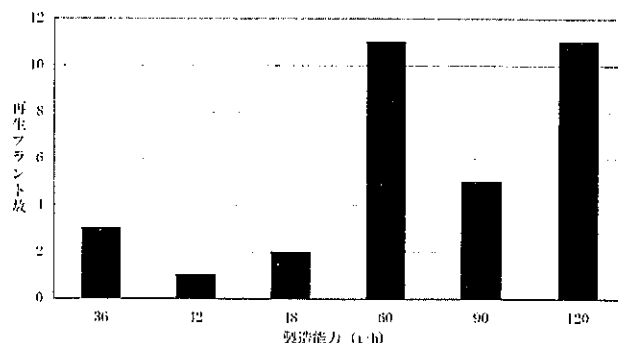


図-51 H.12.時間当たり製造能力(普通)

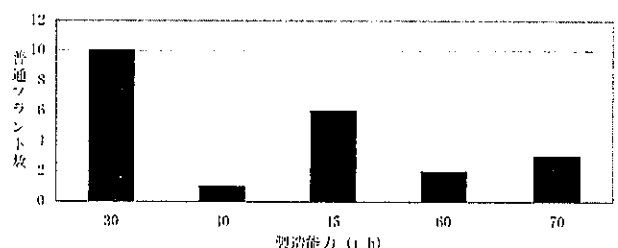


図-52 H.12.時間当たり製造能力(再生)

普通アスファルトプラントの、総製造能力はプラント数が急減した時期を除き、S.55.に2,163t/hであったものが、H.12.には2,664t/hと、1.23倍までに年々増加してきていることから、1基当りの製造能力が、大きくなってきていることによる。また、再生プラントは、H.12.には1,010t/hまで伸び、総製造能力2,664t/hの、38%に達している。

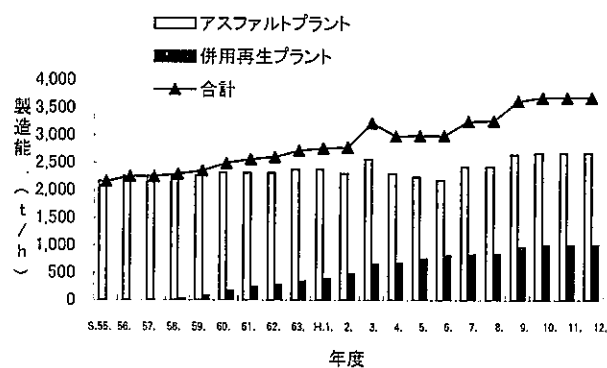


図-53 製造能力

静岡県内のアスファルトプラントは、ここ数年200~210万tを製造している。再生プラントが導入されたS.58.から、再生合材生産量が年々増加し、H.12.には1,530千tとなり、全製造量の72.8%に達している。これは全国でも上位にランクされている。



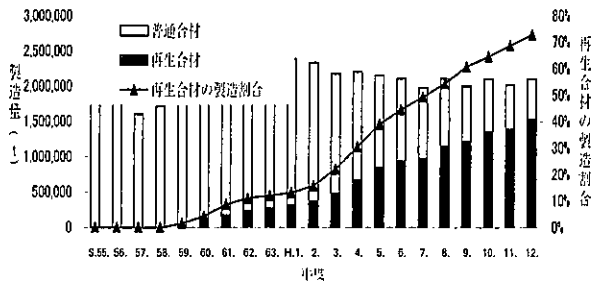


図-54 製造トン数

H.12.のプラント稼働率は全体では、65.4%、普通加熱アスファルト混合物では、17.8%である。また、稼働率は、20%~120%まで、幅広く分布している。稼働率50%未満は、12基、38%、50以上100%未満は、15基、47%、100%以上5基がある。

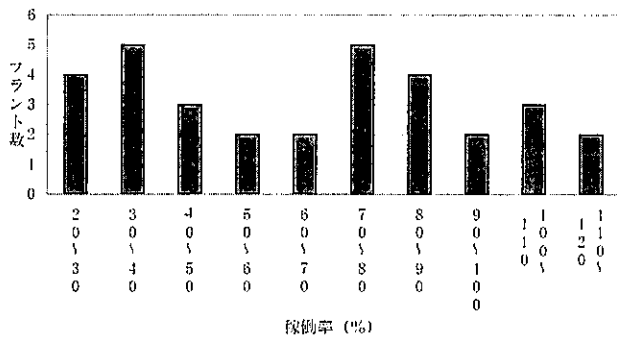


図-55 プラント稼働率

稼働率=合材製造量÷(プラント能力×5h/日×20日/月×12ヶ月)×100とした。

加熱アスファルト混合物の製造作業(工程)は、材料の貯蔵、供給、加熱、ふるい分け、計量、混合の一連の工程から成り立っている。

普通プラントは以下の手順で製造される。

- ① 砕石工場などから搬入した材料を、骨材の粒度種類別にコールドビン(骨材貯蔵施設)に貯蔵する。
- ② コールドフィーダにより、各コールドビンから、製造する加熱アスファルト混合物の粒度に合わせ、各種骨材を必要量吐出させ、コールドフィーダでドライヤに送り込む。
- ③ ドライヤ内では、バーナにより骨材の水分除去及び、加熱アスファルト混合物の出荷温度を考慮し、骨材が所定の温度に達するまで、3~6分程度加熱を行なう。
- ④ ドライヤ内で加熱混合された骨材を、再度粒度別に分級するため、ホットエレベータにより、振動ふるいに送られる。

- ⑤ ふるいを通過できないオーバーサイズ物は、プラントの外へ排出される。(ここで求められる加熱アスファルト混合物の、最大粒径が選別決定される。)
- ⑥ ふるいを通過した骨材は、最終配合比を調整するための一時貯蔵を行なう、各々のホットビン(以下「ビン」という。)へ入る。粒度別にふるい分けてから、ビンで、加熱アスファルト混合物の種類によって区分(ビン数)を決定する。(各ビンには一定量以上になったらビンの外に骨材を排出する機能があり、ここで骨材の最終配合比は決定する。)各々のビンに、所定の量が貯蔵されると、ミキサへ投入される。(ミキサにはバッチ式と連続バッチ式がある)
- ⑦ これと同時に、石粉も石粉サイロから計量された一定量が、ミキサに投入される。
- ⑧ ミキサ内では、投入された骨材と、石粉をドライ状態で、約5~10秒間混合した後、所定温度に加熱されたアスファルトを、アスファルトタンクから、ノズルで散布しながら、約35~45秒間混合し、ここで加熱アスファルト混合物の製造が終わる。(ミキサには、バッチミキサと、連続ミキサとがある)
- ⑨ ミキサからそのままダンプトラックにより、舗装現場へ搬出される場合と、ホットサイロに一時貯蔵される場合がある。
- ⑩ なお、ドライヤからビンまでの工程の中で発生する水蒸気や、ダストは、集塵機や、ダスト回収処理施設で処理している。

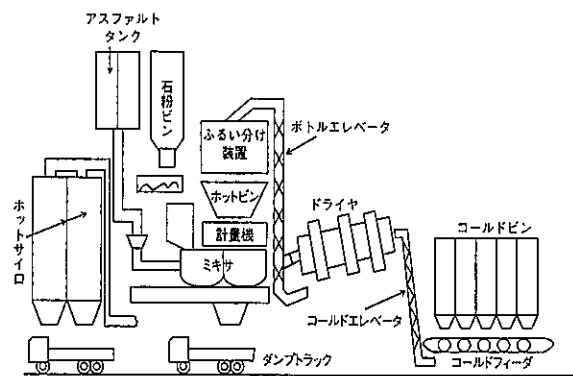


図-56 普通プラントフロー図

再生プラントでは、アスファルトコンクリート再生骨材の製造が行なわれている。

再生加熱アスファルト混合物に用いられる、アスファルトコンクリート再生骨材は、既設アスファルト舗装を取り壊すことにより、発生するアスファルトコンクリート塊を、所定の粒度に破砕、再生骨材としたものである。アスファルトコンクリート再生骨材は、不特定多数の箇所から搬入されるため、アスファルトコンクリート再生骨材の、粒度、旧アスファルト含有量、旧アスファルト針入度など、品質を均一化する必要があるため、ストックヤードに持ち込ま

れたアスファルトコンクリート塊を層積にし、解砕装置に供給する際は、垂直方向に採取する。破砕機により解砕されたアスファルトコンクリート再生骨材は、振動ふるいによって、20~13mm、13~0mmの2種類に分類されるのが、静岡県では一般的である。

再生加熱アスファルト混合物を製造する方法は、直接加熱方式と、間接加熱方式がある。

直接加熱方式は、再生骨材と新しい骨材を、一緒に加熱混合するか、それぞれの骨材を、別々にほぼ同一温度に加熱してから、混合する方式がある。静岡県内のアスファルトプラントは、後者の方式が採用されている。

加熱方法は、新しい骨材と、再生骨材とを、別々のドライヤまたは、2重構造のドライヤで加熱し、バッチ式プラントで混合する方法がある。

一方、間接加熱方式は、常温の碎石骨材と、普通プラント工程により、高温に加熱された新しい骨材を、ミキサと一緒に加熱混合する方法である。

静岡県内における再生プラント29基のうち、別々のドライヤで加熱する方法は19基、2重構造のドライヤで加熱する方法は4基である。残る6基は間接加熱方式である。

## (2)-2 プラント点検検査

従来、「アスファルト混合物マニュアル」(静岡県土木部S.55.2.)に基づき、加熱アスファルト混合物の製造について、調査、検討を行ってきたが、近年、舗装における社会の要請は、わだち掘れ対策(対流動対策)、雨天時における、走行中の視認性の向上(排水性舗)及び、省エネ・省資源対策(再生骨材舗装)など、高度化、多様化する中で、アスファルトプラントの品質管理が、強く求められることから、検査項目、検査頻度など、随時追加変更している。

アスファルトプラント検査は、所定の加熱アスファルト混合物を、製造が適正かどうかを、確認するために行なうもので、コールドビンからの骨材や、アスファルトタンクからの、アスファルトの吐出量、ホットビン、石粉の重量を計る計量器及び、骨材や、アスファルト等材料や、加熱アスファルト混合物の温度を、感知する温度計が正常に作動しているかを、検査するものである。アスファルト舗装要綱では、年1回以上行なうこととなっているので、H.5.から2年に1回、県が立ち会い検査を行ない、検査が実施されない年は、各プラント自らが、点検を行なっている。

コールドビンからの吐出量検査は、ホットビンに貯蔵される加熱骨材は、コールドフィーダから過不足なく、しかも粒度変動のないよう、常に適切にストックされなければならない。このため、骨材の吐出量試験は、各々のコールドビンのゲートについて、十分調整して正確に行なわれなければならない。試験は、コールドフィーダの能力を検査するため、原則としてコールドフィーダの、最大開きの25%毎に行なう。また、吐出量3t以上あるいは、吐出時間で30分とし、ゲートの同一セットで、2回以上行なう。

単位時間当たり吐出量を確認する。合わせて、細骨材は、含水比によって、吐出量が大幅に左右されるため、水分による補正表も確認する。

計量器の検査は、バッチ式プラントの骨材、石粉、アスファルト計量器の誤差及び、感度を検査する。連続バッチ式プラントは、形式により検査方法が異なる。

原器をできるだけ偏心荷重がかからないように置き、ダイヤル、デジタル表示または、ビームの正確な読みと、自動計量記録結果について読みを計測する。原器は20kg及び、10kgのものを使用し、原器載荷段階は、原則として骨材計量器100kg間隔、アスファルトは10kg間隔、石粉計量器は10kg間隔とする。検査は、その計量器の全荷重まで行ない、これを静止状態とし、プラントの稼働状態で、各々往復(載荷、除荷)を行なう。また、同時に、各載荷段階における計量器の最小目盛と、最大秤量の0.5%の、いずれか小さい方に相当する原器を、追加載荷し、指針の振れにより、感度も調査する。なお、通産省の秤量試験時期と同時に行なうことができる。

温度計の検査は、バッチ式プラント、連続式プラントの加熱アスファルト混合物(ミキサ部)、骨材(ホットビン部など)及び、アスファルト(アスファルトタンク)の温度計を検査する。

検査は、温度計の感温部を、あらかじめ加熱してあるオイル中に浸漬し、100℃、150℃、200℃の3点で、標準温度計との読みのずれ及び、タイムラグを測定記録する。

アスファルト吐出量検査は、アスファルトが所定通り、ミキサ内へ噴射されるかを調査する。

吐出アスファルトを受ける、アスファルトローリ車の重量を測定した後、受け口へテストラインパイプ排出口をセットする。所要のアスファルト計量値をセットした後、連続的に計量を開始し、総重量で少なくとも1.5tとなるまで続ける。同時に各バッチごとに、計量器の計量重量の読みと、原点の読みを記録する。トラックスケールで、アスファルトローリ車の積載重量を測定する。検査は、標準的なアスファルトの使用量について、原則として3回以上行なう。

## (2)-3 配合設計

表層・基層用の、加熱アスファルト混合物の配合設計は、所定の品質の材料を用い、安定性と耐久性に優れ、敷均し、締固め等の作業が、行ないやすい混合物が得られるように、行なう。さらに表層は、適度なすべり抵抗性に優れ、表面仕上げが容易な混合物となるように行なう。

室内配合は、加熱アスファルト混合物の使用目的により異なるので、目的に合った混合物を選定し、手順は図-57に示す。これに基づき、アスファルト、骨材及び、フィラーなど各々の材料試験結果から、材料を選定する。

次に選定された各骨材の配合比を、目的とする粒度範囲に入り、中央値を結ぶ曲線が得られるように決定する。(これがコールドフィーダの吐出量や、ホットビンの配合率を確認のめるための基準となる)

また、ストレートアスファルトの動粘度が、 $180 \pm 20 \text{cSt}$  ( $\text{mm/s}$ ) 及び  $300 \pm 30 \text{cSt}$  ( $\text{mm/s}$ ) になる時の温度を、それぞれ、マーシャル安定度試験試験用供試体作成の、混合温度と、締固め温度とする。ただし、改質アスファルトなど、アスファルトの種類に適した混合温度と締固め温度を求める。

骨材配合比、混合温度及び、締固め温度が決定したのち、マーシャル安定度試験試験用供試体を選定したアスファルト混合物の、予測される最適アスファルト量を中心に、0.5%きざみで作成した、供試体の安定度試験を行ない、安定度、フロー値を測定し、空隙率や飽和度を求める。

各供試体ごとのアスファルト量を、横軸に密度、安定度、空隙率、飽和度、フロー値を縦軸にとり、それぞれの値を満足する、アスファルト量の範囲を求める。次に全ての基準値を満足する、アスファルト量の範囲を求め、その中央値を、設計アスファルト量とする。

現場配合は、室内配合試験により、骨材の配合、設計アスファルト量が決定したら、アスファルトプラントにおいて、実際にコールドフィードの吐出量や、ホットビンの配合比率を室内配合試験結果に基づき設定し、また、設計アスファルト量を中心に、その前後  $\pm 0.3\%$  (改質アスファルトの場合  $\pm 0.2\%$ ) にアスファルト量を変化させて、3種類の混合物を製造する。練り上がった混合物を、プラント敷地内で、レーキによる人力や、簡易フィニッシャーにより舗装後、振動ローラ等の転圧機転圧する。この一連の作業状況から、混合温度、混合状態、練り上がり具合、混合物の色、煙の色、転圧温度、転圧状態等を監察し、必要に応じ室内配合設計で設定したアスファルト量等を、修正して現場配合を決定する。

一方、練り上がった混合物について、マーシャル安定度

試験を行ない、各試験結果を室内配合試験結果と照合すると共に、抽出試験を行ない、粒度とアスファルト量の確認を行なう。

配合設計と合わせ、耐流動性、耐摩耗性、すべり抵抗性等、加熱アスファルト混合物が有している性能の1つを、特に向上または、改善する必要がある場合は、混合物に対して、特別な対策を施す必要がある。ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、水浸ホイールトラッキング試験等を実施し、所定の基準値を満足していることを、確認することが義務づけられている。

再生加熱アスファルト混合物は、加熱後の再生アスファルトの針入度35以上を、確保することが必要で、設計針入度は50を目標とし、その他の基準は、普通の加熱アスファルト混合物の、品質に適合するよう、室内配合設計を行なう。現場配合を決定するに当たっては、普通加熱アスファルト混合物の確認事項の他、再生アスファルト量、混合物から回収したアスファルトの性状及び、印字記録による再生骨材配合率等の確認が必要である。

静岡県では加熱アスファルト混合物の配合設計における、立ち会い頻度は2ヶ月に1回、6ヶ月に1回と、静岡県内のアスファルトプラントで製造される混合物の品質の推移を確認しながら、その有効期間を逐次延伸し、現在、1ヶ年1回、即ち通年と定めている。

なお、使用材料の性状の変化あるいは、生産機械の変更のあった場合、改質アスファルトを用いた混合物の場合及び、排水性舗装、明色舗装等特殊舗装の場合には、加熱アスファルト混合物材料試験区分フロー図によるものとする。

#### (2)-4 品質管理

需要の多い再生加熱アスファルト混合物(密粒度As⑬)の品質結果について、静岡県合材協会員2社のプラントに協力を得た。

新材に輝緑凝灰岩を用いるAプラントと、硬質砂岩を用いるBプラントが生産している、再生加熱アスファルト混合物(密粒度As⑬)の最近の品質は、表60、61の通りである。

Aプラントであるが、粒度に関しては2.36mm及び、75 $\mu\text{m}$ ふるい通過百分率の、望ましい粒度範囲(35~50、4~8%)のほぼ中点付近の粒度で製造されている。アスファルト量は、設定値5.2%に対し、平均5.14%、 $\sigma=0.130$ である。密度についても、設定値2.507  $\text{t/m}^3$ に対し、平均2.504  $\text{t/m}^3$ 、 $\sigma=0.010$ と安定している。

マーシャル安定度試験に対する基準値は、空隙率3~6%、安定度4.9KN以上、フロー値20~40(1/100cm)に対し、安定度は平均値で約2倍の強さであり、空隙率とフロー値は、ほぼ平均的な値が得られている。

Bプラントでは、フロー値が許容範囲内にあるものの、34.9とやや高い値であるが、その他の項目については、Aプラントと同じような値である。

アスファルト量は、Bプラントが0.4ポイント多く設定されているが、これは骨材として使用する碎石の、比重に

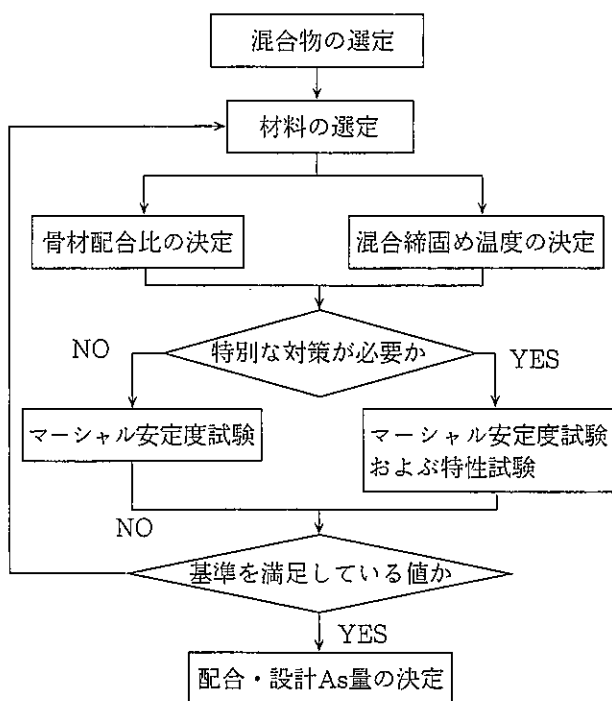


図-57 配合設計の手順

起因するものである。

両プラントとも以上の結果から、品質の安定した加熱アスファルト混合物が、生産されているものと推測している。

特に再生加熱アスファルト混合物において、アスファルト量の安定した結果は、搬入される場所・品質の異なるアスファルト廃材を、再生骨材に製造・保存する過程で、その品質に対し良好な状態で管理されていると判断できる。

表-60 Aプラント密粒度As⑬

項目	設定値	最大	最小	平均	$\sigma$
2.36mm	41.7	44.9	40.2	42.7	1.24
75 $\mu$ m	5.2	6.8	5.1	5.8	0.39
As量	5.2	5.36	4.88	5.14	0.130
密度	2.507	2.519	2.497	2.504	0.010
空隙率	3.9	4.6	3.4	4.0	0.400
安定度	1,170	1,360	1,150	1,270	80
フロー値	30.0	34.5	28.8	31.1	2.30

\* サンプル数 粒度・As量36、密度・空隙率15、安定度・フロー値6

表-61 Bプラント密粒度As⑬

項目	設定値	最大	最小	平均	$\sigma$
2.36mm	41.8	48.4	39.9	43.1	2.10
75 $\mu$ m	6.9	9.0	4.6	6.7	1.262
As量	5.60	5.38	5.41	5.61	0.118
密度	2.347	2.363	2.340	2.350	0.007
空隙率	4.0	4.3	3.4	3.9	0.279
安定度	1,193	1,267	1,056	1,184	64
フロー値	36	38	30	34.9	2.43

\* サンプル数 15

加熱アスファルト混合物の、代表的な試験については、以下に述べる。

マーシャル安定度試験は、アスファルト混合物の配合を決定するために行なう試験で、マーシャル安定度等を測定評価するもので、全ての加熱アスファルト混合物が対象である。

水浸ホイールトラッキング試験は、アスファルト混合物の剥離性状を試験するために、通常60°Cの水中でホイールトラッキング試験を行ない、剥離率を評価する。橋面舗装用加熱アスファルト混合物などが対象である。

ホイールトラッキング試験は、アスファルト混合物の耐流動性を、室内的に確認するために行なう試験である。耐流動対策舗装用加熱アスファルト混合物などが対象である。

その他、骨材からの剥離に対する抵抗性を評価する、剥離試験、舗装の耐摩耗性を室内的に確認するための、ラベリング試験などがある。

## (2)-5 事前審査制度

アスファルトプラントは、生コンクリートのような、JIS規格認定工場はない。このため、本来、そこで製造されたものは、出荷毎に品質検査が行なわれなければならないが、アスファルト混合物の品質を確保し、発注者、製造者、請負者の合理化と、省力化が図られることから、事前審査制度を導入している。

道路舗装は、舗装工事を実施し、将来的に適切な維持管理を行なう上で、道路用砕石、加熱アスファルト混合物及び、舗設工事で万全であることが必要である。このうち1つでも欠陥があると、品質の高い舗装体が構築されず、維持管理に支障を来すなどの理由から、静岡県では道路用砕石の生産から、加熱アスファルト混合物の製造、舗設工事完成まで、一貫した立会検査がなされている。

特に「静岡県道路用砕石品質管理試験の立会検査」は、S.40年代後半から、「アスファルトプラント定期点検立会検査」と「アスファルトプラントにおける、加熱混合物の試験練り等の立会検査」は、S.50年代前半から導入されている。

現在ではその立会検査の頻度は、「静岡県道路用砕石品質管理試験の立会検査」は、2年に1回（ただし隔年は自主管理結果を県に報告）、「アスファルトプラント定期点検立会検査」は、2年に1回（ただし隔年は自主管理結果を県に報告）、「アスファルトプラントにおける、加熱混合物の試験練り等の立会検査」は、毎年実施することが、義務付けられている。

静岡県アスファルト合材協会では、H.9年度からアスファルト混合物の品質確保と、品質管理技術の向上を図り、試験データの透明性を高めるため、「クロスチェック制度」を設けた。この方式は、各プラントで製造された加熱アスファルト混合物の、品質確認試験について、静岡県合材協会技術委員による、自社試験室以外での試験を実施する方法である。なお、この試験結果は、毎年冊子にして公表されている。

一方、(財)道路保全センターが展開している「アスファルト混合物事前審査制度」は、アスファルト混合物の品質を、事前に第三者機関が審査し、認定するもので、H.6.からスタートしている。この制度は、静岡方式（静岡県が現在実施している立会検査）とほぼ同じである。

今後、社会のニーズが、益々高度化・多様化し、加熱アスファルト混合物についても、使用目的により一層の細分化が予想される。

また、従来の使用規定方式から、性能規定方式による入札契約も、一部施行されている。

このようなことから、アスファルトプラント全体の品質管理、製造技術、環境保全技術等について、さらなる管理が望まれる時代が到来するであろう。

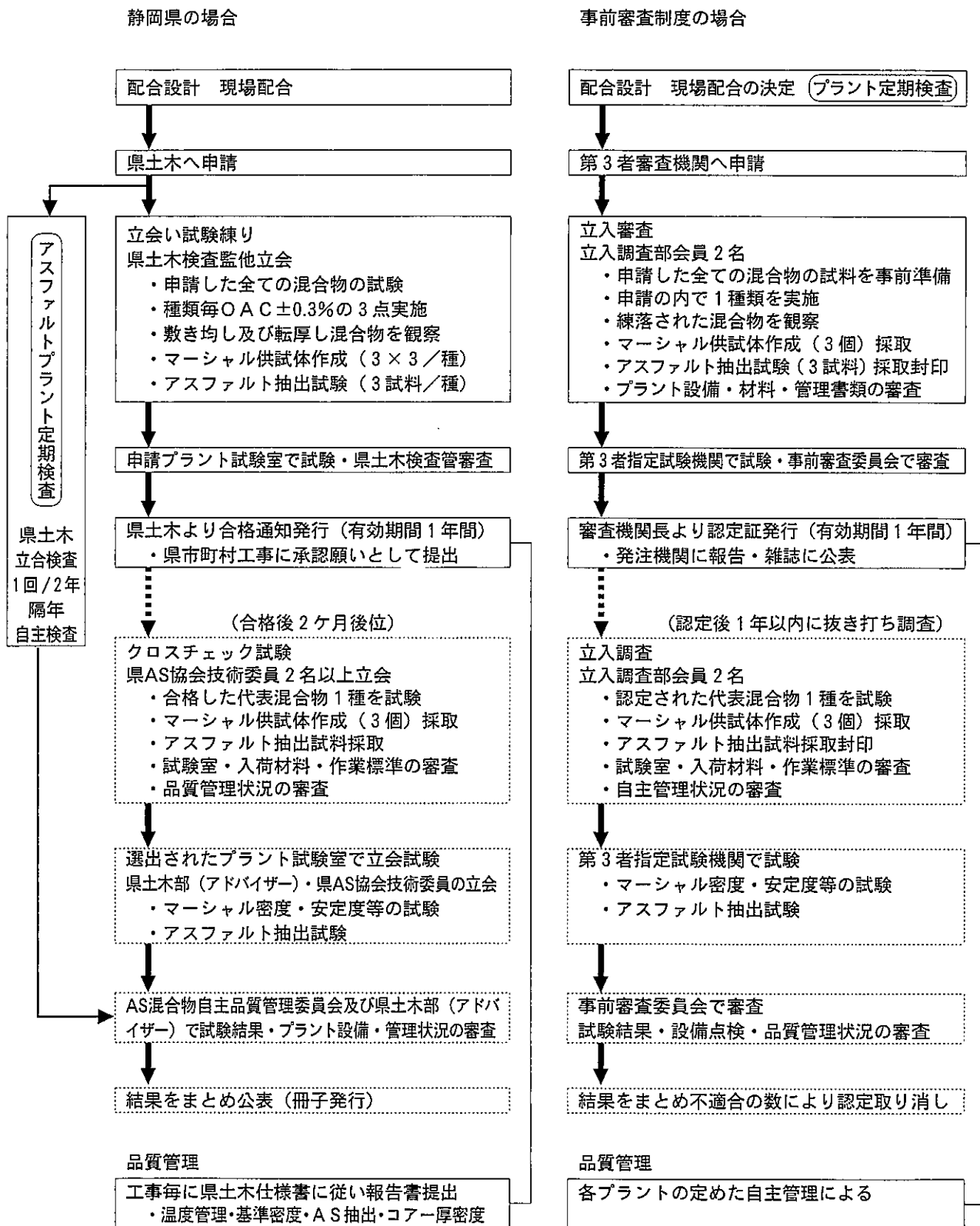


図-58 事前審査制度の相違点

(文責)

土木部建設総室技術管理室 近松

(参考文献)

1. 『静岡県AS合材生産 実績報告書 (S.55~H.12)』  
静岡県アスファルト合材協会

2. 『アスファルト舗装要綱』(社) 日本道路協会
3. 『プラント再生舗装技術指針』(社) 日本道路協会
4. 『漫画で学ぶ舗装工学基礎編』(株)建設図書