

サンゴ混じり土を利用した加熱アスファルト混合物の舗装性能

サンゴ混じり土 吸水率 最大密度試験

早稲田大学 学生会員 ○池内達宣
早稲田大学 国際会員 赤木寛一
早稲田大学 学生会員 佐藤和久

1. はじめに

全国における建設発生土の排出量は減少傾向にあるが、その利用率は年々微減している傾向がある。建設発生土の利用率を上げるためその利用促進が必要となる。また、島嶼部において舗装を行うとき、コスト面からみて舗装に適した材料を輸入せず、現地の材料で工事を行うことが有効である。こうした材料の中には吸水率の高い骨材もあり、舗装の材料として用いるときに注意が必要である。本研究では、吸水率の高い骨材として沖縄産のサンゴ混じり土を使用する。このサンゴ混じり土を用いた配合と吸水率の小さい通常骨材を用いた配合の2種類の加熱アスファルト(As)混合物の供試体を用意し、それらのマーシャル安定度試験を実施した。また、これらの供試体についての最大密度試験から最大密度と空隙率を実測し、マーシャル安定度試験で得られた最適アスファルト量について検討した。

表1 骨材の物性

		6号砕石	7号砕石	SCR	粗砂	石粉	サンゴ粗骨材
密度 (g/cm ³)	見掛	2.685	2.675	2.711	2.689	2.722	2.692
	かさ	2.656	2.629	2.587	2.579	-	2.339
	表乾	2.647	2.647	2.633	2.620	-	2.470
吸水率(%)	0.41	0.65	1.77	1.60	0.02	5.60	

2. サンゴ粗骨材がマーシャル特性値に及ぼす影響

2.1 試験概要

通常の骨材を用いた配合と、7号砕石の代わりにサンゴ粗骨材を20%用いる配合の2種類について加熱As混合物を作製して、密度、空隙率、安定度、フロー値を測定しサンゴ粗骨材がマーシャル特性値に及ぼす影響について調査した。試験方法は通常のマーシャル安定度試験¹⁾と同じ方法を用いた。表1に今回使用した骨材の物性、表2に配合割合を示す。

表2 配合割合

単位: 骨材質量 (%)

	6号砕石	7号砕石	SCR	粗砂	サンゴ粗骨材	石粉
通常配合	33.0	20.0	25.5	18.0	0	3.5
サンゴ配合	33.0	0	25.5	18.0	20.0	3.5

2.2 試験結果と考察

図1は加熱As混合物の密度とAs量の関係を示している。

これよりサンゴ粗骨材を20%含む配合の方が7号砕石を20%含む配合より密度が低いことが分かる。この理由は、サンゴ粗骨材がアスファルトに被覆されると内部に空隙を残した加熱As混合物になるが、7号砕石は表面に目視可能な空隙は存在せず吸水率が低いことからアスファルトに被膜されても内部に空隙が存在せず、存在してもごくわずかであるので7号砕石を20%含む配合の方が密になっているためと考えられる。図2は空隙率とAs量の関係を示している。図1の結果と式(1)より空隙率が求められるので、As量の増加に伴い空隙率が減少し、サンゴ粗骨材を含む配合の方が7号砕石を含むものより約2~3%高くなっている。図3に安定度とAs量、図4にフロー値とAs量の関係を示す。図3より安定度はサンゴ粗骨材20%配合の方が7号砕石20%配合よりもやや小さいが、多孔質なサンゴを粗骨材として使用しても、7号砕石と同程度の安定度になると言える。

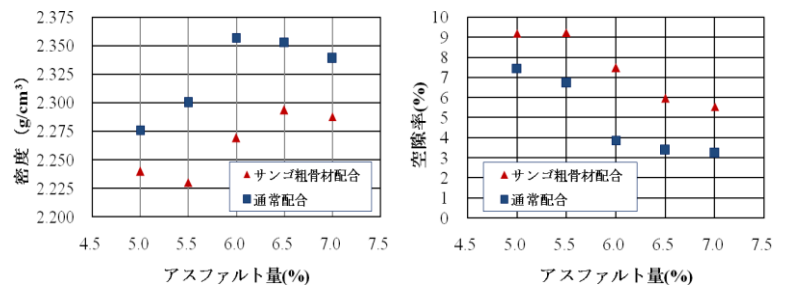


図-1 密度とAs量の関係

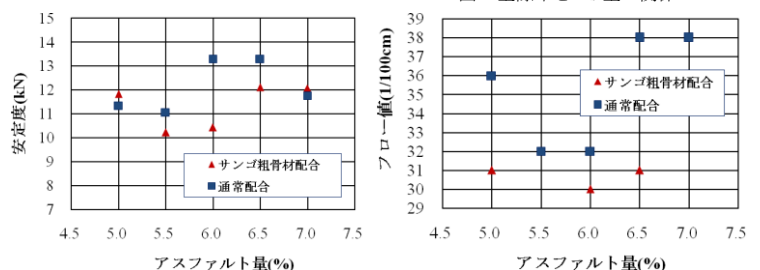


図-2 空隙率とAs量の関係

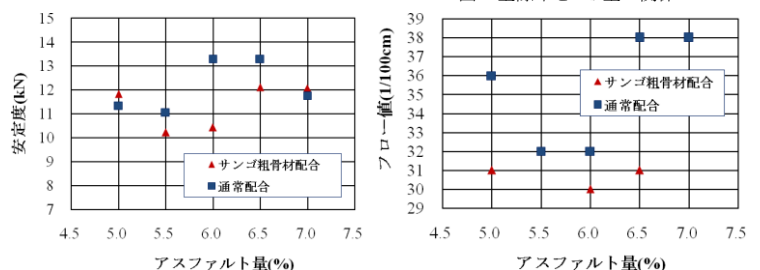


図-3 安定度とAs量の関係

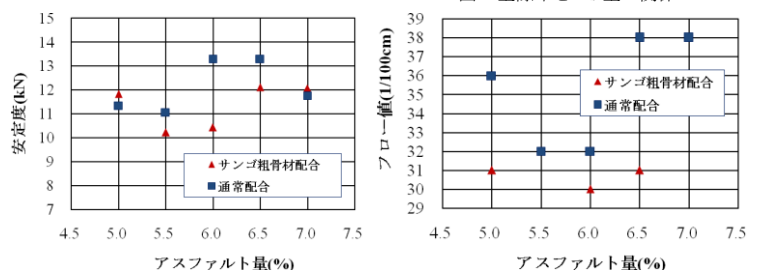


図-4 フロー値とAs量の関係

$$v = 100 \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdots (1)$$

ここで、 v :空隙率(%)
 D :理論最大密度(g/cm³)
 d :供試体密度(g/cm³)

3. 最大密度試験¹⁾

3.1 試験概要

サンゴ粗骨材が理論最大密度Dに相当する最大密度に及ぼす影響を実験的に調査した。試験にはマーシャル安定度試験後の加熱As混合物を使用する。これを180度に設定した乾燥炉に半日入れた後、ハンマー等を使い粉砕する。次に1000mlフラスコに供試体を入れ、水を1000ml線まで入れる。その後真空ポンプを使いフラスコ内部を真空状態にして、

Effect of water adsorption of coral aggregate on hot asphalt mixture characteristics.

Ikeuchi Tastunori(WASEDA UNIVERSITY)
Akagi Hirokazu(WASEDA UNIVERSITY)
Sato kazuhisa (WASEDA UNIVERSITY)

粉碎した混合物中に含まれる空気を抜き、再び所定の水を入れ、質量を測定する。この手順を、質量が一定になるまで続け粉碎した混合物の密度を求める。サンプルは全て2種類ずつ用意し、その平均値を結果として用いる。また、表2で示すようなサンゴ粗骨材を使わない通常配合を用意し、サンゴ粗骨材を用いたサンゴ配合との比較に用いた。

3.2 試験結果と考察

図5と図6に各配合(表2参照)における最大密度とAs量の関係を示す。図中の青線は各配合の理論最大密度Dを表す。理論最大密度Dは式(2)より求める。

$$D = \frac{100}{\frac{A}{\rho_{As}} + \frac{100-A}{\rho_{agg}}} \dots (2)$$

ここで、D: 理論最大密度(g/cm³)
 A: As 配合割合(%)
 ρ_{As} : As 密度(g/cm³)
 ρ_{agg} : 合成骨材密度(g/cm³)

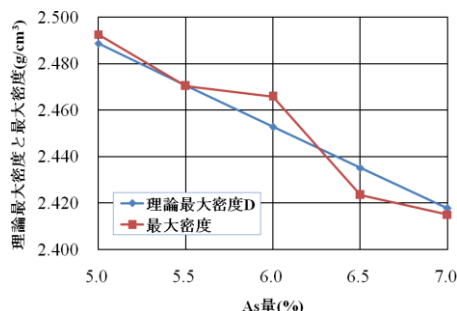


図-5 最大密度とAs量の関係(7号砕石20%)

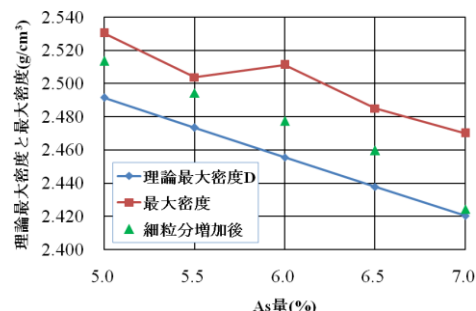


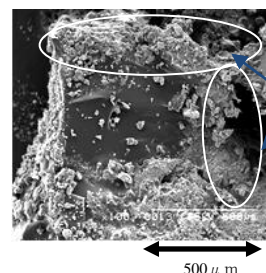
図-6 最大密度とAs量の関係(サンゴ粗骨材20%)

7号砕石を用いた図5では、最大

密度と理論最大密度がほぼ同じ値を示すのに対して、サンゴを用いた図6では、実験値である最大密度が理論最大密度Dより大きくなっている。このような結果が得られた要因は、2つあると考えられる。

第1の要因は、サンゴ粗骨材を含む加熱As混合物を粉碎中や転圧中にサンゴを被膜しているアスファルトが破れ(図-7)、最大密度試験時にサンゴ粗骨材の空隙中に水が入り、骨材体積が小さく求められた結果、理論最大密度Dより大きな最大密度を得ることが考えられる。一方、7号砕石では、7号砕石とアスファルトとの付着性がよく、被膜が破れにくい。あるいは、サンゴのような多孔質な骨材ではないのでアスファルトの被膜が破れても骨材内部に水が入らず体積が小さく求められることがないため、実験値である最大密度と理論最大密度Dがほぼ同じ値を示したと考えられる。

第2の要因は、サンゴ粗骨材がランマーの締固め中、あるいは加熱As混合物を粉碎中に破碎され、細粒分が増えたことが考えられる。細粒分増加が密度に及ぼす影響を調査するため、骨材粒度に基づく加熱As混合物の骨材間隙計算を試みた²⁾。この計算方法は、骨材の密度と粒度、配合割合から加熱As混合物が最も密になるときの骨材間隙率(最終VMA)と密度を計算できるプログラムである。ここでは表2のサンゴ粗骨材配合で用いたサンゴ粗骨材をランマーで100回突固めて求められた、破碎後の粒度を破碎前の粒度と入れ替え、加熱As混合物の密度を計算した。その結果、As量5.0~6.5%の範囲では細粒分増加に伴って密度が0.02g/cm³程度増加する結果が得られた。理論最大密度Dに計算で求めた細粒分増加による密度の増分を加えたものを図4にΔでプロットする。図6で示される最大密度と細粒分増加後の密度差が第一の要因のAs被膜破れによるものである。



アスファルト被膜破れ

図-7 サンゴ骨材の電子顕微鏡写真

サンゴ粗骨材を用いた加熱As混合物の最適As量を決定する際は、サンゴ粗骨材のAs被膜破れによる密度増加と細粒分増加による密度増加の2つの影響を考慮する必要があると考えられる。これら2つの影響を考慮するには、まず最大密度と細粒分増加後の理論最大密度Dから密度差を求める。この密度差から加熱As混合物の空隙率を算出し、この空隙を満たすようなAs量を求める。最後に、求めたAs量をマーシャル安定度試験から得られた最適As量に加える。計算結果の一例を表3に示す。以上より、サンゴ粗骨材が加熱As混合物に与える2つの影響を考慮した最適As量を求めることが可能であると

表3 吸水性、破碎性骨材空隙を満たすアスファルト量A'(%)

As量(%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
A'(%)	0.3	0.2	0.5	0.4	0.8

4. まとめ

サンゴのような多孔質で破碎性を有する骨材はアスファルトに被膜されると混合物の骨材内部に空隙を残すので、その配合割合を増やすと混合物全体の密度が低下する。また、サンゴを用いた加熱アスファルト混合物の最適アスファルト量を決定する際は、最適アスファルト量にアスファルト被膜破れと細粒分増加による密度増加の2つの影響を考慮する必要がある。

謝辞

本研究の実施にあたり、琉球大学の渡嘉敷直彦教授にサンゴ試料のご提供を頂き、また郡司保雄氏にはご協力やご助言頂いた。記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」2007年
- 2) 郡司保雄,井上武美,赤木寛一「骨材粒度に基づく加熱アスファルト混合物の骨材間隙率推定法に関する研究」土木学会論文集, No.648/V-47,191-202,2005.5