

九州大学工学部

正 員

山内豊穂

同 大学院

学生員

○時津俊次

九州大学工学部

三浦哲彦

1. まえがき コーラルリーフ材料を路盤材料に利用する工法はすでにこれまで沖縄産のものについていくつか現場の実績が得られているが、その材料的特徴であるキレツやセン断面の再接着性、あるいは添加材による安定処理層に似たスラブ効果についてはまだ基礎的に明らかにされておらずと思われる。著者らは鹿児島県の依頼による同県産コーラルの利用開発に関する試験研究に関連して、それら問題点のある程度明らかにした。

2. 鹿児島産コーラルリーフ材料の材料的特徴 本鹿児島産コーラルリーフ材料の沖縄産との材料的な相違は附録に示すとおりである。

(1) 脆性限界からは本コーラルリーフは下層路盤材料の条件を満たしているが、沖縄産は上層路盤材料の条件をも満たしている。

(2) 本コーラルリーフは沖縄産に比べて、最適含水比が高く風化作用が進んでいるものと思われる。

(3) 本コーラルリーフの修正CBR値は重交通上層路盤に要求される「CBR値70以上」を十分満たしているが、沖縄産の修正CBR値は42~70と要求値とかなり差が見られる。

(4) 本コーラルリーフは沖縄産に比べて、 SiO_2 含有率が多い。これは風化作用が進んでいることを示す。

3. 供試体による静的強度 4.8mmフルイ通過材料を用いて、直径3.33cm、高さ7.19cmの11-11-11式掃固め供試体についての非水浸の静的一軸圧縮強度を調べ、供試体の含水比、材令の相互関係について図-1、含水比との関係について図-2、乾燥密度、含水比との相互関係について図-3を得た。この結果からつぎの強度特性が知られる。

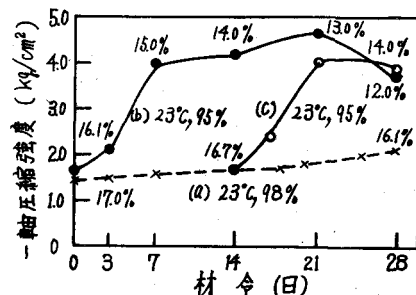
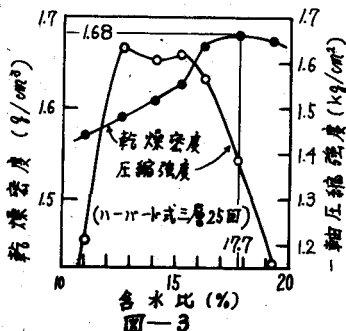
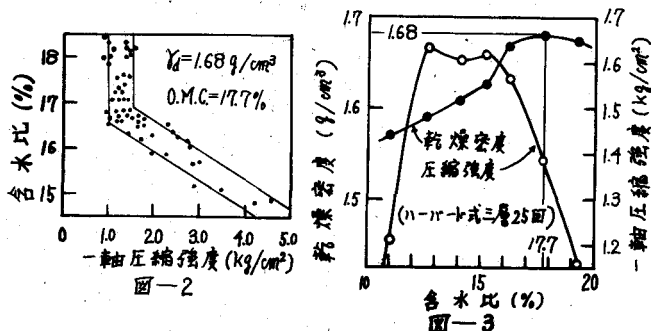


図-1

(1) 図-1 に示すように供試体の圧縮強度は含水比が低下するにともなう増加する。

(2) 材令に無関係にプロットした供試体の圧縮強度は、図-2 に示すように密度が一定であれば含水比に著しく左右される。



(3) 圧縮強度は、図-3に示すように最適含水比17.7%より5%も低い12.7%において密度は低いにも拘らず、最大を示している。

4. 供試体に対する繰返し(載荷)の影響

(a) 一軸圧縮強度 20日間養生(23℃, 98%湿度)のものを、その破壊荷重の40%荷重(0.7kg/cm²)を一軸的に連続繰返し(載荷)し、材令と一軸圧縮強度の関係をしらべると図-4に示すような結果が得られた。この結果からある繰返し回数においてその圧縮強度は最低となり、さらに繰返しを行おうと一軸強度は増加することがわかる。

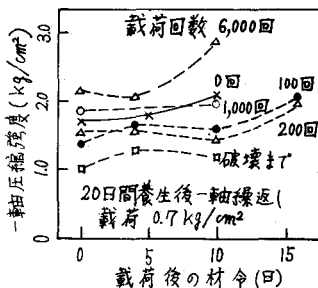


図-4 一軸繰返し荷重を受けた供試体強度

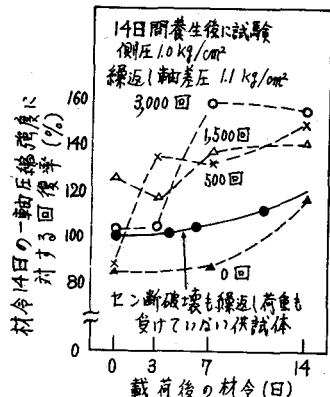


図-5 セン断破壊を受けた供試体に三軸繰返し載荷した場合

つぎに材料のセン断面の再接着性を確認するために、供試体をいちど一軸的に破壊してから、荷重条件を三軸に切り換え、側圧を加えてのち軸方向に連続の繰返し荷重を加え、その載荷回数と14日一軸強度に対する回復率をしらべ図-5に示すような結果が得られた。しかもこの図からわかるように繰返し荷重が強度を増加せしめるものであることがわかる。

(b) 曲げ強度 静的荷重によって4cm×4cm×12cmの供試をつくり、ミハイレス曲げ試験機によって曲げ強度をしらべ、図-6に示す結果を得た。この結果は前述の一軸圧縮強度の場合と傾向的に同じであるが、繰返し載荷後において曲げ強度・圧縮強度比は大体1/2～1/4であった。この値はソイルセメントにおいて1/4～1/8、コンクリートにおいて1/8～1/10であるのに比べて大きく、この材料が曲げ抵抗したがってスラブ効果が効率的に現われるものであることがわかる。

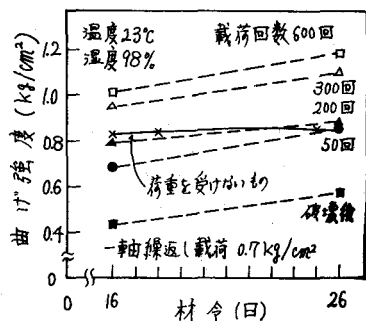


図-6

5. 模型的路盤における支持力特性 この試験は断面1.4m×1.4m、深さ1.0mのコンクリートボックス中に打設した実際に近い寸法の路盤にフリート、径20cmの載荷板により静的および連続繰返し載荷の影響をしらべるもので、図-7に示すような断面のものである。この実験では周期は6秒(うち2秒載荷)である。

(1) 連続載荷にともなう表面沈下量の変化 図-8に示すように約10万回の繰返し載荷によって累積された塑性沈下量は模型Iで3.0mm、IIで5.5mmであった。タリミ性舗装の限界沈下量を5.0mm(あるいは2.5mm)として、この実験が厳しい条件(一点に連続載

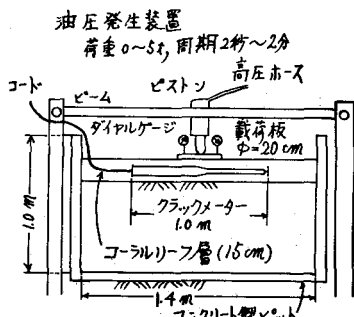


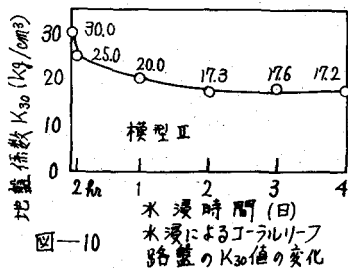
図-7 繰返し載荷装置

荷)で行なわれたことを考えれば、
 模型Ⅱの路盤構成でも少なくとも軽
 交通には耐え得るものと考えた。交
 通開放前に含水比を下げて支持力を
 十分に発揮せしめるならば重交通に
 も耐え得るだろう。

④連続の載荷にともなうクラックの
 発達 本コーラルリーフ路盤は図
 一9に見られるように多数回の繰返
 し載荷を受けているにも拘らず、ソ
 イルセメントの場合のようなクラッ
 クの発生は見られなかった。むしろ
 クラックメーターがある載荷回数
 のうち収縮を示している。これは
 コーラルリーフ層の縁端部かボ
 ットからはずれて収縮に対する拘
 束を受けなくなった結果であると
 考えられる。しかし少なくともソ
 イルセメント層のようなクラック
 の発生は、前述のような再接着性
 のためかなり小さいと考えてよい。

⑤路盤の水浸の影響 模型Ⅱを載
 荷終了後に4日間水浸した。図一10
 に示すように水浸1日間で急激に低
 下して2日目ではほぼ一定値に落着い
 ている。

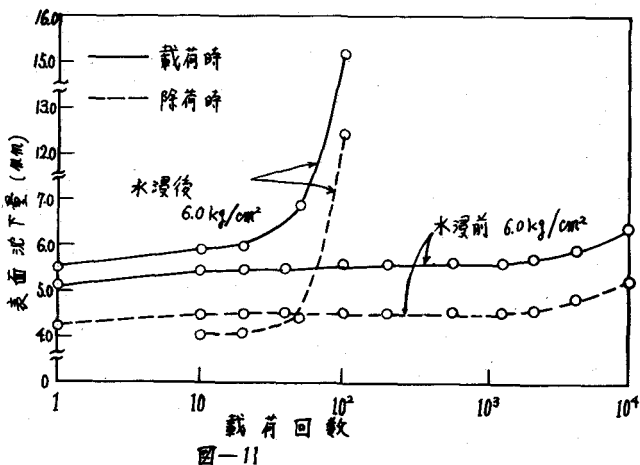
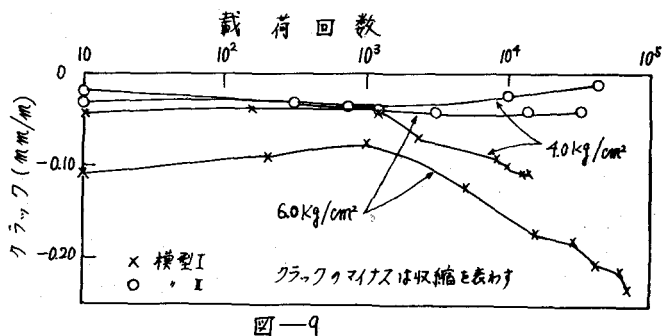
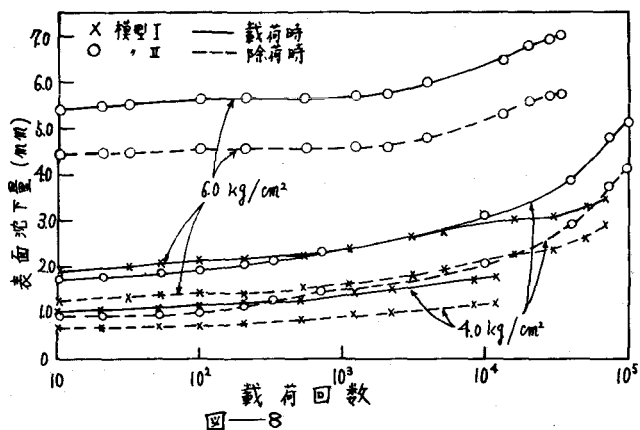
この向
 の地盤
 係数 K_{30}
 の低下
 率は約
 40%で



あった。図一11は4日間水浸ののち

再び繰返し載荷試験を行ひ、これを非水浸の繰返し試験と対比させたものである。図一11
 からわかるように本コーラルリーフ路盤は水浸によって著しく支持力を減少する。

6. 結論 鹿児島産コーラルリーフにフリー路盤材料としての特徴を要約すればつぎ
 のようになる。



(1) 沖縄産と同様にコーラルリーフは上層路盤材料の標準粒度の範囲には入る。

(2) 一軸圧縮強度は含水比の影響を著しく受ける。

(3) 供試体内に破壊面を生じても破壊面が圧せられるような適当な荷重のもとで再接着性がある。

(4) 曲げ強度・圧縮強度比は大体 $1/3 \sim 1/4$ であり、曲げ抵抗はたかっスラブ効果効率的に現われるものであることかわかる。

(5) 繰返し荷重を受けるコーラルリーフ路盤は材料自身の固結性のためソイルセメントなどに比べクラックの発生は著しく小さい。

(6) コーラルリーフ路盤は水浸の状態では支持力を減じ、したがって繰返し載荷のもとでは比較的早期に急激に破壊される。したがってコーラルリーフによる粒状式路盤は水浸せしめないよう防水、排水に十分の対策が必要である。

附録 コーラルリーフ材料の鹿児島産と沖縄産との比較

コーラルリーフの種類		本鹿児島産 コーラルリーフ	沖縄産コーラルリーフ ¹⁾			
			建設省	大阪市	佐賀県	
物理的性質	自然粒度	上層路盤材料の標準粒度の範囲には入っている				
	比重	2.690	2.522	2.700	2.75	
	液性限界 (%)	28.0	19.85			
	塑性指数 (%)	NP	NP			
	最適含水比 (%)	18.0	13.8	15.8	13.4	
	最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.760	1.85	1.582	1.85	
修正CBR (%)		105	42.0	70		
2) 化学的 全分析 値 (%)		粗粒部 ²⁾	細粒部 ³⁾	建設省試料1 ⁴⁾		建設省試料2 ⁵⁾
	S ₂ O ₂	20.60	16.20			0.03
	CaO	6.44	12.74	55.39	54.88	
	MgO	3.98	1.99	0.43	0.43	
	Na	1.60	1.20			
	K	4.20	2.60			
	Fe ₂ O ₃	2.57	1.54	0.03	0.10	
	MnO	0.02	0.05			
	TiO ₂	0.33	0.12			
	Al ₂ O ₃			0.30	0.10	

1) 沖縄産コーラルリーフの資料は建設省土木研究所、大阪市土木局大宮試験所および佐賀県道路整備事務所の報告書による。
2) 福岡学芸大学細川教授の協力による。

3) 粗粒部、細粒部は100メッシュの網にとどまるものおよび通過するもので区別する。

4) 風化層をとり去ったので白色を呈し(硬い)。

5) 塊の表面部分であり、灰褐色を呈し、指先でこすればはく落する。

謝辞 この試験研究は鹿児島県未開発資源企業利用化対策協議会の依頼によって行われ、ものである。また本実験室の森蔵君に協力を得た。併せて謝意を表する。