

九州大学工学部 正 員 山内豊聡
同 学生員 ○時津俊次
同 正 員 三浦哲彦

1. まえがき コーラルリーフ(さんご礁)から得られる砂レキは路盤材料として使用した場合、その主成分である炭酸カルシウムの作用によりその層はそれ自身で固結する。しかもいまだ生じたセシ断面はふたたび接着するはすである。本材料を路盤材料として用いた現場の実績はわが国でもいくつかあるが、上述のような材料的特徴についてはまだ基礎的に明らかにされていない。この報告は鹿児島県産(徳之島、喜界島産)のコーラルの砂レキを用いて実験を行ない、上述の特性と問題点を明らかにするとともに、欠点を補なう一法について述べるものである。この試料は一種の風化されたコーラルリーフで物理的諸性質はつぎのとおりである: 粒子の比重: 2.69; LL: 28.0%, PI: NP, OMC: 18.0%, MDD: 1.760 g/cm^3 , 有効径: 0.012 mm , 均等係数: 708, 三角座標法: 砂質ロー4。

2. 供試体に対する力学試験 (1)一軸圧縮強度試験: 試料は 4.8 mm フリ通過分を用い、供試体は静的荷重により直径 3.3 cm , 高さ 7.2 cm の大きさに作成した。供試体の養生条件は含水比の影響をしらべるためつぎの3通りとした: a) 温度 23°C 、湿度 98% 、b) 温度 23°C 、湿度 95% 、c) 温度 23°C 、湿度2週間 98% のものを 95% 。各供試体について材令毎にしらべた一軸圧縮強度は

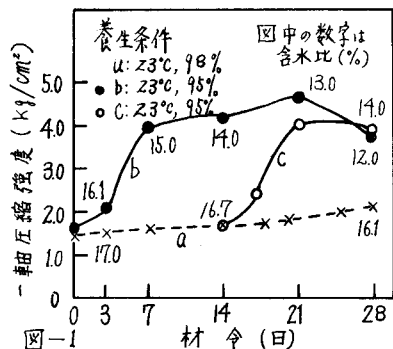


図-1

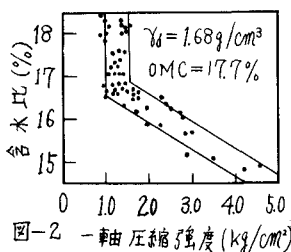


図-2 一軸圧縮強度 (kg/cm²)

図-1に示すとおりである。

またこの実験に用いたすべての供試体について材令を無視して圧縮試験時の供試体含水比と圧縮強度の関係を図上に表わすと、図-2のような点群が得られ、ほ

ぼ含水比が 16.5% 以上では強度を著しく失なうことが分た。さらにハーバート式突固め試験から得られる含水比・

乾燥密度・圧縮強度の相互関係は図-3に示すとおりであった。

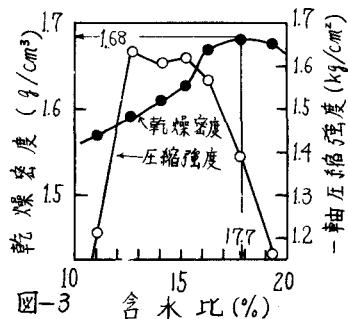
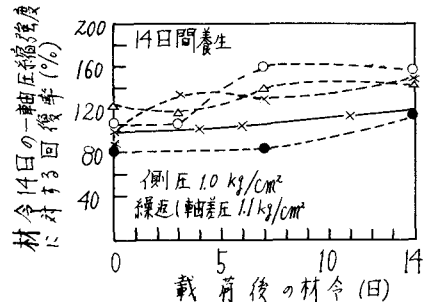


図-3

これらの結果から本コーラルによる供試体の一軸圧縮強度は養生条件によって大きな差を生じ、また湿度 98% で養生した場合強度が増加はきわめて緩やかであるが、湿度 95% で養生した場合は強度は急激に増す。さらに湿度 98% で養生中の供試体を途中から湿度 95% 室へ移すと(c)曲線を示した。 (c)曲線は湿度 95% 室へ移したときを基点として(b)曲線と同様な傾向をたどっている。本試料による供試体の圧縮強度は乾燥密度が一定であれば、含水比に大きく左右されることか図-2よりわ

かる。また最適含水比 17.7% より 5% も低い 12.7% において、密度は低いにも拘わらず、最大の圧縮強度を示すことと図一三よりわかる。その含水比の差異は普通の場合より大きい。

(2) 一軸的にセン断破壊を受けた供試体に対する三軸的繰返し載荷の影響：一軸一軸的にセン断破壊を受けた供試体に対する三軸的繰返し荷重の影響を試験し、破壊面の再接着性の問題について調べた。すなわち三軸荷重では一軸荷重に比べて破壊面に対する垂直応力が増大するので、材料の再接着性があれば、その効果はこの試験によって現われるはずである。供試体は温度 23°C、湿度 98% で 14 日間養生し、一軸圧縮強度を調べたのち縦圧 1.0 kg/cm^2 の三軸室に設置し、軸差圧 1.1 kg/cm^2 の軸方向荷重を繰返し加えた。載荷周期は 1 サイクル 1 秒（うち 0.5 秒載荷）とした。試験結果は図一四に示すように、それら供試体の強度はなんらセン断破壊も繰返し荷重も受けていない供試体の場合よりも大きく、破壊面を生じた供試体が側圧を加えた状態で繰返し荷重を受けることにより明らかにその面が再接着されて強度を回復することからわかった。

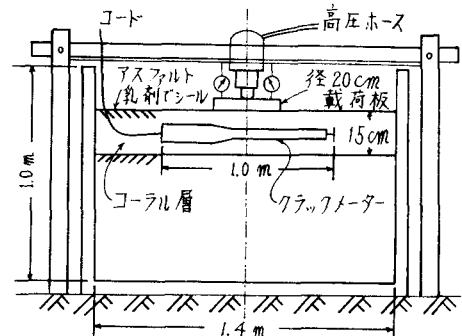


図一四 一軸的セン断破壊を受けた供試体に三軸繰返し載荷した場合の一軸強度

3. コーラルによる模型路盤に対する繰返し載荷試験

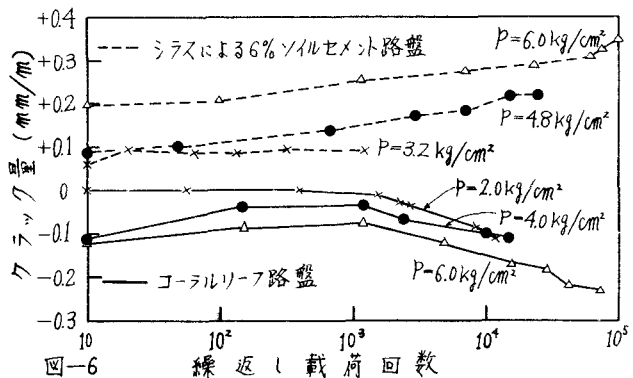
(1) コーラル路盤におけるヒヤクラック:

図一五に示す装置により繰返し載荷試験を行ない、路盤として打設したコーラル層の内部に生ずるであろうヒレツを路盤層中央に埋設したクラックメーターにより、またコーラル層の表面の沈下量をダイヤルゲージにより測定した。載荷周期は 1 サイクル 6 秒（うち 2 秒載荷）、荷重強度は、 $0.4, 6 \text{ kg/cm}^2$ の 3 種とした。



図一五 繰返し平板載荷試験装置

コーラル層中のクラックメーターの示した全クラック量とソイルセメント路盤のそれとを対比させたものを図一六に示した。図において(+)はヒヤクラックの発生を、(-)は路盤の収縮を意味する。ソイルセメントは母材のミラスにポルトランドセメントを 6% 添加したもので、下層路盤の構成はコーラル路盤の場合とは異なる。本コーラル路盤は図一六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わらず、ソイルセメント層の場合のようなクラックの発生は見られなかった。クラック全量が(+)側に現われた原因は十分分らないが、少なくともソイルセ



図一六

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る。

(2)コーラル路盤に対する水浸の影響：載荷終了後にコーラル層を水浸状態に保ち、水浸による路盤支持力の変化をしらべた。

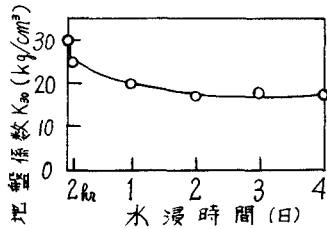


図-7 水浸によるコーラルリフ路盤の K_{30} 値の変化

水浸時間に対する地盤係数の変化は図-7のとおりであり、水浸1日

間で急激に低下し、2日目では一定に落ち着いている。この間に地盤係数は約40%低下した。4日間の水浸後ふたたび 6.0 kg/cm^2 の荷重強度で繰返し載荷試験を行なった。これを表面地下量に因りて非水浸の場合と対比させたのが図-8である。水浸路盤は繰返し載荷回数30回までは非水浸時と大体同じような変化を示しているが、回数が40回を越えると急激に沈下が進み破壊した。この実験はきびしい載荷条件ではあるが水浸後の結果より、コーラルを路盤材料として使用するときはその表面を防水処理することが必要である。

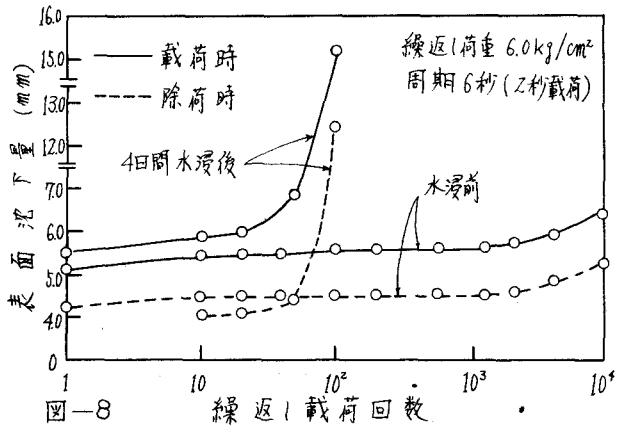


図-8

4. コーラルのサクション試験 2.~3.で述

べた実験によりコーラルの強度はその含水比の増大に伴い急激に減少することから明らかとなった。それゆえ実際の施工ではコーラルのサクションが問題となる。現場用のサクションメーター(3.3 cmφ)によるコーラルのサクションを示したものが図-9である。含水比を減少せしめるときは乾燥密度を一定に保ち乾燥により徐々に含水比を減少せしめたが、含水比を増大せしめるときは実験の都合上乾燥密度は一定に保ち得なかった。

コーラル層の施工は図-9の結果と前記図-3の結果とを併せ考え、含水比約13~15%の範囲で行なうのがよいと分かる。

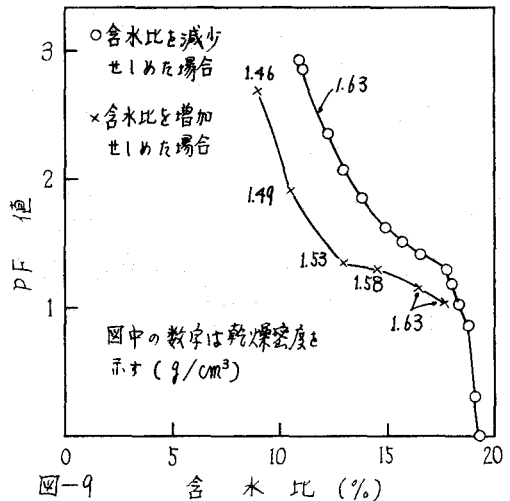
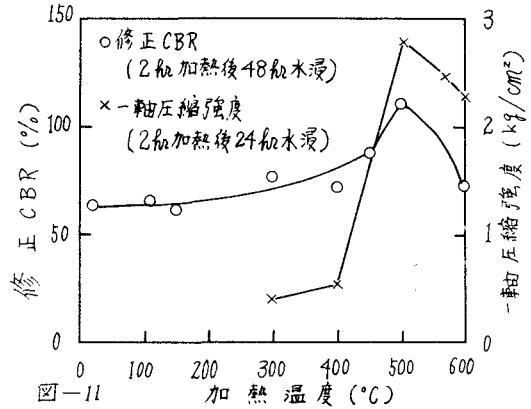
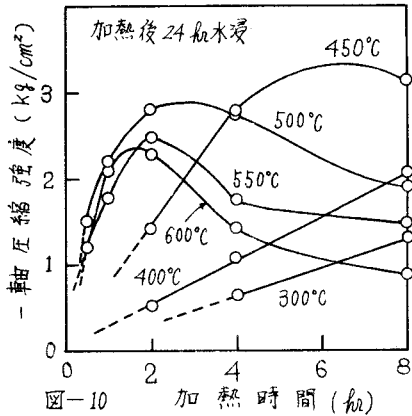


図-9

5. 施工上の対策

コーラルを加熱することによりその主成分の炭酸カルシウムが変化し、強度を増加せしめるであろうということが考えられる。図-10は3.11)と同じ方法の供試体 ($\gamma_d=1.640/\text{cm}^3$, $w=60\%$) を加熱したのち24時間水浸後の一軸圧縮強度と求めたものである。図-11はそれぞれの温度で2時間加熱したのち2日間水浸したときの修正CBR値と図-10の2時間加熱したときの一軸圧



縮強度を組合せたものである。コーラルを加熱する場合は温度 450～500℃ 程度で加熱すればより強度が増進されるということからこれらの図より推測される。

7. 結論

結論としてコーラルリーフについてつぎのことからいえる。

- (1) コーラルは含水比約 15 % を越えるとその強度も著しく減少せしめる。
- (2) コーラルはキレツを生じたとき、ある適当な荷重条件のもとではそのキレツをふたたび接合させる性質を有することから圧縮せん断試験により確かめられた。
- (3) コーラルを加熱する工法は、水浸による著しい強度の減少を防止する方法として有効であると思われる。しかしこの工法がその再接着性にかかる影響をよまほすかについては今後明らかにしたい。

附録 コーラルリーフ材料の化学分析値 (%)

産 別	試験部分	SiO ₂	CaO	MgO	Na	K	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	Al ₂ O ₃
鹿児島(徳之島産) ¹⁾ コーラル	粗粒部	20.60	6.44	3.98	1.60	4.20	2.57	0.02	0.33	
	細粒部	16.20	12.74	1.99	1.20	2.60	1.54	0.05	0.12	
沖縄産 ²⁾ コーラル	塊の内部		55.39	0.43			0.03			0.30
	塊の表面部分	0.03	54.88	0.43			0.10			0.10

注 1) 100 メッシュの網にとどまるものを粗粒部、通過するものを細粒部とした。

2) 建設省土木研究所による。

附記 本実験は技術員森蔵君の協力を得て行った。