

沖縄県産石灰岩の路上路盤再生工法 (CAE 路盤) への適用検討

○株式会社建匠コンサルタント 瀧上ひかる

ニチレキ株式会社 遠藤浩隆 小野寺陵太郎

琉球大学工学部工学科社会基盤デザインコース 教授 伊東孝

1. はじめに

琉球石灰岩は、サンゴから作られる石灰質の殻や骨格がサンゴ礁や周辺の海底に堆積し固結したもので、沖縄県を代表する建設材料として使われている。主な特徴としては、多くの空隙を含んでおり大量の水を浸透させることや強度のばらつきが非常に大きいことである。それゆえに品質管理の困難さが指摘されてきた。しかしながら、締固め施工後においては、その再生的機能ともいえる硬化、強度回復には期待ができると考えられる。降水、浸水等による軟化、スレーキング現象や乾燥き裂があっても、水分蒸発後または水や炭酸ガスとの反応によってよく締め固まり、多少のき裂は消失して強度も十分に戻るといった優れた特徴があるため、沖縄諸島での路盤材料の主流として使用されてきたという歴史がある。

本州では、路盤材（硬質砂岩）を用いたリサイクル工法は盛んに行われている。その中でも、路上路盤再生工法（RC 工法）は、既設の老朽化した道路舗装を原位置にて路盤を破碎しアスファルト乳剤やセメントと混合し新たな路盤をつくることのできる補修工法である。さらに、RC 工法は、環境負荷軽減（廃材の削減や CO₂削減）や建設コスト縮減（工期短縮など）ができる工法として多く施工されている。

そこで本研究では沖縄県内で用いられている石灰岩の路盤材を用いて、路上路盤再生工法への適用について検討を行うことを目的とする。

2. 液性・塑性限界試験

今回、路盤材料の液性・塑性限界の範囲を求めるために実験を行った。

液性限界試験の結果、溝切りができなかったため NP（非塑性）とした。含水比を調節し何度も繰り返したが溝切りができなかった。また、塑性限界試験では直径 3 mm のひも状にならなかったため NP（非塑性）とした。

3. 修正 CBR 試験

修正 CBR 試験の結果を図-1 に示した。非繰り返し法の 3 層 92 回で突き固めた最適含水比は 8.63% となった。また、その時の乾燥密度は 1.91g/cm³ となった。

CBR 試験を行う上で 3 つの供試体を作製した。目標含水比に応じて添加水を加え、突き固めの回数をそれぞれ 17 回 3 層、42 回 3 層、92 回 3 層とした。その結果が図-1 の右側のグラフである。95% CBR 値は乾燥密度が 1.81g/cm³ で修正 CBR 値が 38% であった。一般的に下層路盤の 95% 修正 CBR 値が 20% 以上とされているので、今回の実験結果で琉球石灰岩はその条件を満たしていることがわかった。

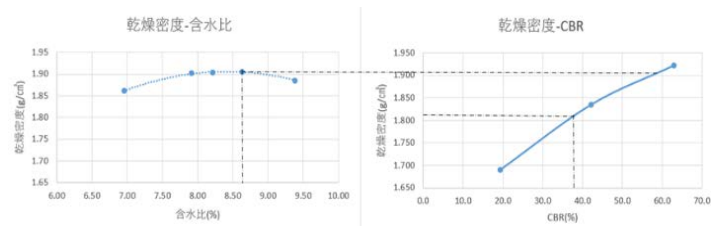


図-1：乾燥密度と含水比および CBR の関係図

4. CAE 材料の最適含水比試験

最適含水比試験は一軸圧縮試験をする際の供試体作成時に必要となってくるので今回実験を行った。最適含水比を求めるために 8 つの供試体を作製した。

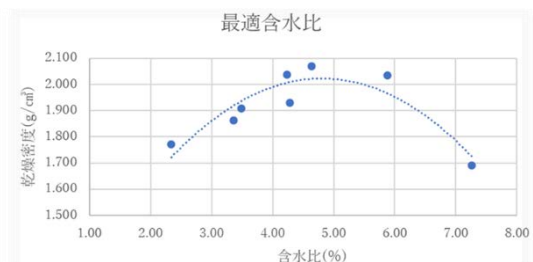


図-2：含水比と乾燥密度の関係

実験結果は図-2 に示した通り、最適含水比は 4.80%、乾燥密度は 2.02g/cm³ となった。目標含水比を 2.5~5.5% としたが大幅にずれた箇所が確認された。それは琉球

Key words: Ryukyu limestone, Roadbed material, On-road pavement regeneration work method, Recycling method
連絡先 (株式会社建匠コンサルタント (佐賀市水ヶ江五丁目 8 番 11 号), 080-9249-9973)

石灰岩の特徴ともいえる空隙が大きく関わっている。空隙があることで大量の水を浸透させ、含水比を左右しているのではないかと考えた。

5. CAE 材料の一軸圧縮試験

一軸圧縮試験は、供試体に対して拘束圧が作用しない状態で圧縮する試験であり、その最大圧縮応力を一軸圧縮強さという。今回は設計セメント量の決定のために実験を行った。

一軸圧縮試験の結果、一軸圧縮強さと一次変位量、残留強度率のセメント量の関係が図-3,4,5 からわかる。一軸圧縮強さはセメント量が増加するにつれて圧縮強さが強くなる。一次変位量に関しては近似曲線で見るとセメント量が増加するにつれて減少する傾向があるが、データとしてはばらつきが大きい。残留強度率はセメント量が増加するにつれて減少していた。

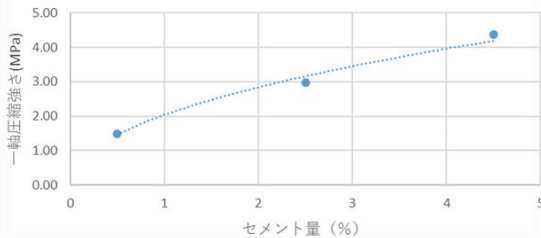


図-3：セメント量と一軸圧縮強さの関係

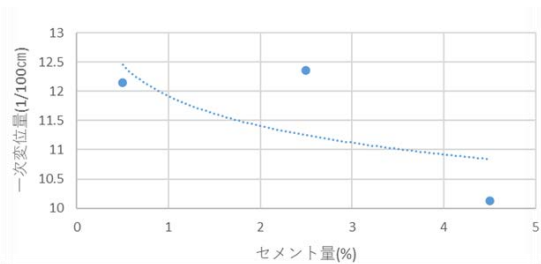


図-4：セメント量と一次変位量の関係

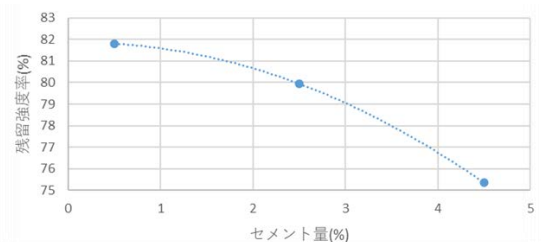


図-5：セメント量と残留強度率の関係

一軸圧縮強さと一次変位量、残留強度率は、それぞれ図-6 で示している範囲になることが明らかとなった。このことからセメント量を決定するために図-7 の基準値内に当てはまる共通範囲の中央値を算出した。その結果、セメント量が 1.5%となった。琉球石灰岩は通常の粒状路盤に比べて少ないセメント添加量で所定の強度が得られ、規格を満足することができることがわかった。

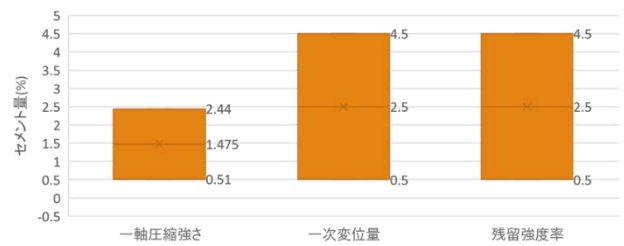


図-6：セメント量ごとに算出した一軸圧縮強さ、一次変位量、残留強度率の箱ひげ図

表-1：セメント量決定の基準値

特性値	基準値
一軸圧縮強さ(MPa)	1.5~2.9
一次変位量(1/100cm)	5~30
残留強度率(%)	65以上

6. おわりに

琉球石灰岩を用いた路上路盤再生工法（CAE 路盤）は、一軸圧縮試験の結果からみてわかるように少ないセメント量で強度が得られることがわかった。琉球石灰岩は多孔質であることから、通常の粒状路盤よりも強度が出にくいイメージがある。しかしながら、乳剤中のアスファルト成分が孔に入り込むことで一種の補強効果が得られ、結果として少ないセメント量でも十分な強度が発現するのではないかと考えられる。

また、沖縄の地域特性上、適用できるセメント種は一般的にも用いられている普通ポルトランドセメントであることから、セメントに起因する六価クロム溶出環境基準を満足できない可能性があった。しかし、琉球石灰岩はセメント量を少なく抑えることができるため、そのリスクを軽減できる。実際、六価クロム溶出環境基準が 0.05(mg/L)未満であるのに対し、今回の結果は 0.02(mg/L)と規格を満足することができた。

今後は、本研究成果の適用性について、様々な琉球石灰岩を用いて研究を行い、試験施工などの確認を行うことで実現場へ適用し沖縄県内の道路補修において環境負荷軽減に寄与したい。

参考文献

- 1) 上原方成:路盤の安定処理工法に関する基礎的研究 (2)-沖縄産コーラルリーフブロック その1-,琉球大学工学部紀要,pp.61-90,1970.6.
- 2) 社会法人 日本アスファルト乳剤協会:路上セメント・アスファルト乳剤安定処理配合設計の手引き.1,2003.