

セメント安定処理ラテライト路盤の経年劣化

○オリエンタルコンサルタンツ フェロー会員 今野啓悟
 大林組 正会員 神村英明
 JICA資金協力業務部 会員 田中顕士郎
 JICA技術アドバイザー フェロー会員 古木守靖

(概要)

熱帯においてラテライトをセメント安定処理した道路の路盤が舗設後約10年経って劣化し、明らかに支持力が低下していることが観察された。本稿では、その実態分析、考えられるメカニズム、今後必要な検討事項等の概要を紹介するものである。

1. 事業の経緯

ラオス国道9号線はベトナムのダナン港から国境を越えてラオスを横断し、タイを経てミャンマーに至る国際的な幹線ルート(東西経済回廊)である。基本設計では、舗装に関して設計期間8年、信頼度 50%で設計した。舗装構成は既存の道路のDBST層を撤去し、セメント混合による再生路床と、ラテライトをセメント安定処理した下層路盤とした。

しかし、建設後約10年を経て、過積載交通もあり舗装の破損が著しく、JICAにおいて2010年10月より準備調査が開始され、その後、事業実施が決定された。

2. 劣化したラテライト路盤

2012年の施工段階に入って、表層の破損の著しい部分を掘削したところセメント安定処理したはずの下層路盤から含水率の高い粘土混じり赤土層が見つかった。施工不良も考えられたが、破損箇所はどの区間でも同様の傾向であり、セメント安定処理路盤の固結層となる元の機能は残存していないと考えられた(写真1参照)。

なお、区間によっては表層に破損が見られる箇所では下層路盤は粘土質であり、また健全箇所ではシルト質的な様相であった(図1参照)。

3. 想定される劣化のメカニズム

セメント安定処理の劣化に関しては、大きくひび割れと通行車両の振動等によって揉まれることによる物理的劣化と化学的な作用による劣化とが考えられる。

(1)物理的劣化

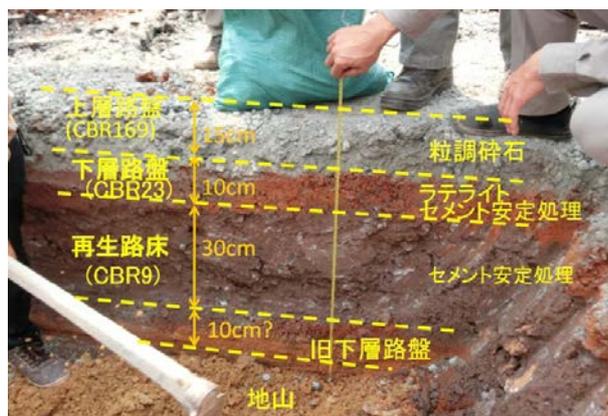


写真1 下層路盤のセメント安定処理したラテライト路盤や再生路床も CBR が9と極端に低下していた

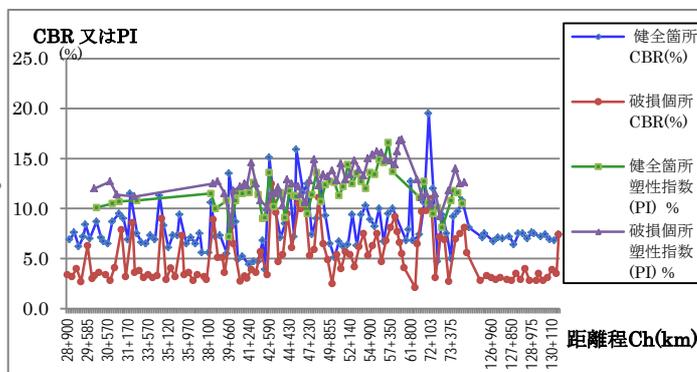


図1 ラテライト路盤の CBR(AASHTO T193)とPI

物理的な劣化に関しては、セメント安定処理を広く活用してきた南アフリカの経験¹が参考になる。これによれば、セメント安定処理はいったん劣化が始まるとそれは急速に進展し、最後に元の材料と同等の状態に戻るとされる。

多層弾性モデルによって分析すると、大きな輪荷重

¹ South African Pavement Engineering Manual, Chap.10, Jan.2013, pp.16-18

が加わった場合の路面のたわみの多くの部分は路床のたわみによることがわかる。

従って、本件でもCBR5~10程度の層の厚い路床が存在する盛土区間や地下水位が高く雨期には支持力が大幅に減ずる平坦地や切土区間では、セメント安定処理路盤は早期に多くのひび割れを伴った状態になり、弾性係数ないしはCBRの低下をもたらしていることが想定される。もし、このひび割れに間隙水が侵入すれば、通行車両やマイクロなポンピングによりさらに急速に劣化が進むことが想定される。

(2) 化学的劣化

化学的作用に関しては、水に晒されたセメント安定処理土の耐久性に関する知見が参考になる²。これによれば、数%のセメント安定処理した土を水に晒した場合、1年で1cm近い深さまで劣化が進む。また、土中のカルシウム量を測ると、セメント安定処理土の強度と密接な関係が見られ、カルシウムイオンの流出が劣化の要因とみられるとしている。

この実験結果が、本件に適用されるとすると、振動によってひび割れの発生した下層路盤に雨期に地下水が侵入しカルシウムイオンの流出が繰り返されているとみなされる。これにより化学的にもセメントによる固結作用が失われたことになる。さらに、ラテライト特有の化学作用も否定できないが、これについては確認されていない。

タイにおける簡易舗装のセメント安定処理路盤の調査から、地下水位の高いところや路床が軟弱な場合は十分機能しないと報告されており、以上の考察を裏付ける³。

4. 検証すべき事柄

以上、現地で観察された事象を、主として文献による

² 中村健、北詰昌樹、「セメント安定処理土の耐久性に関する室内実験」、港湾空港技術研究所資料、No. 1128、2006年6月

³ 国際建設技術協会:ラテライト系土質地域における道路建設に関する調査研究報告書、昭和58年3月

知見をもとにして解釈してみた。しかし、実験などによる実証は未だ不十分であり、今後現象の正確な確認と有効な対策の確立のために次のような事柄を検証してゆくことが必要である。

1) 路床の厚さの影響

セメント安定処理の物理的劣化に関して多層弾性理論による分析が有効である。本件に類似した舗装構成で解析したものが下の表1のケース①及び②である。この場合舗装のたわみは大きく変化するが、セメント安定処理路盤の下面に発生する水平引っ張り応力はさほど変化しない。また、ケース③では上部路床を良質材料で置き換えてあるが、たわみ低減効果が大きいことが分かる。ただしこの分析は均質な弾性体を前提としているので、不均一さに起因する応力の集中とひび割れの発生が想定され、実証が必要である。

2) ラテライトを使った水浸劣化の実験

表1 路床厚さの舗装のたわみ・応力に対する影響

ケース [Ⓐ]	たわみ (mm) [Ⓐ]			水平応力 (MPa) [Ⓐ]		垂直応力 (MPa) [Ⓐ]	
	Ac上面 [Ⓐ]	路床面 [Ⓐ]	% [Ⓐ]	Ac下面 [Ⓐ]	上部路床下面 [Ⓐ]	Ac上面 [Ⓐ]	路床面 [Ⓐ]
① CBR 4% [Ⓐ] 路床厚 1m [Ⓐ]	0.531 [Ⓐ]	0.330 [Ⓐ]	62.1 [Ⓐ]	0.707 [Ⓐ]	0.187 [Ⓐ]	-0.785 [Ⓐ]	-0.023 [Ⓐ]
② CBR 4% [Ⓐ] 路床厚 4m [Ⓐ]	0.662 [Ⓐ]	0.461 [Ⓐ]	69.6 [Ⓐ]	0.697 [Ⓐ]	0.189 [Ⓐ]	-0.785 [Ⓐ]	-0.021 [Ⓐ]
③ ケース①の路床置換 50cm [Ⓐ]	0.424 [Ⓐ]	0.141 [Ⓐ]	33.3 [Ⓐ]	0.695 [Ⓐ]	0.168 [Ⓐ]	-0.785 [Ⓐ]	-0.011 [Ⓐ]

(注) ケース①は、アスファルト舗装 10cm、セメント安定処理上層路盤 15cm、クラッシャーラン下層路盤 30cm、路床上部 1mは CBR4%、その下は CBR15%と仮定。ケース②では CBR4%の上部路床が 4mであると仮定。ケース③では上部路床の 50cmを CBR15相当の材料で置き換え。なお層間の滑りは 0としている。[Ⓐ]

当該道路と同様のラテライトにセメントを混合した処理土を使って、水浸状態、あるいは土中の条件下でどのように劣化が進むかの実験が必要。

3) 劣化した路盤と元のラテライトの比較

劣化に起因するセメント安定処理路盤材料のカルシウムイオン含有量と元のラテライトとの化学成分量を比較する必要がある。

キーワード:ラテライト、路盤、セメント安定処理、経年劣化
連絡先(〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 住友不動産西新宿ビル6号館 (株)オリエンタルコンサルタンツ、電話:03-6311-7894、FAX:03-6311-8044)