

高速自動車道における下部路床のセメント安定処理

黒田 勉*
Tsuyoshi Kuroda

1. はじめに

山陽自動車道山田工事は山口県下松市に位置しサービステリアを含む2.8kmの工事である。本工事は下部路床に用いるための良質材が発生しないため対策工としてセメント安定処理工法を選定し設計施工を行った。

本文は下部路床の設計施工について述べるものである。

2. 工事概要

工事名：山陽自動車道山田工事
企業先：日本道路公団広島建設局
工事場所：山口県下松市山田～下松市切山
工期：昭和63年2月～平成2年10月
工事延長：土工2.4km，トンネル0.4km
概算数量：切盛土工1,300,000m³，
のり面工157,000m²，
カルバート工13箇所，トンネル工897m
跨高速道路橋2箇所，用排水工22,000m

3. 下部路床に用いる掘削材料の問題点及び対策

掘削材料の土質は強風化黒雲母花崗岩で領家質まさ土とよばれ自然含水比は20%～30%と高く、繰り返し荷重による土粒子の細粒化やダイレイタンスー現象を起こしやすい特性をもっている。問題点としては、

- ① 掘削材料の水浸 CBR が2.5% (規定値は5%以上)
- ② 路床面のたわみ量が8mm (規定値は5mm以下)

また、舗装の設計において路床の設計 CBR は、上部路床は厚さ30cmで CBR は18%、下部路床は厚さ70cmで

CBR は12%で計画されており路床の平均 CBR は、

$$\text{CBR} = \left(\frac{30 \times 18^{1/3} + 70 \times 12^{1/3}}{100} \right)^3 = 13.6 (\%)$$

となり、設計 CBR は12.5 (日本道路公団設計要領第一集より) である。本工事に用いる上部路床材の CBR は27.5%で下部路床材の CBR は2.5%であり路床の平均 CBR は、

$$\text{CBR} = \left(\frac{30 \times 27.5^{1/3} + 70 \times 2.5^{1/3}}{100} \right)^3 = 6.4 (\%)$$

となり、12.5 (設計 CBR) > 6.4 (路床土の平均 CBR) である。以上のことから下部路床材としての流用はできない。

対策として良質材による置換工法または安定処理工法が考えられる。本工事においては、置換工法による場合土捨場の確保及び材料が購入材となり不経済となるため安定処理工法による方法を選定した。

4. 下部路床材の改良設計

(1) 切土部における改良土の厚さ及び CBR の検討

路床厚は Fig. 1 に示す2層構造の路床厚計算図によって計算する。上部路床の CBR は27.5%、路体の CBR は2.5%であるから Fig. 1 より E_1 は1100、 E_2 は50となり路床厚は70cmとなる。この場合、路床面から1m間の平均 CBR は16.0%となり、設計 CBR の値を大幅に超える。そこで経済的な改良土の CBR は、上部路床の厚さを30cmとすると、

$$\begin{aligned} \text{設計CBR} &= \left(\frac{30 \times 27.5^{1/3} + 40 \times \text{改良 CBR}^{1/3} + 30 \times 2.5^{1/3}}{100} \right)^3 \\ &= 12.5 (\%) \end{aligned}$$

の式より改良土の CBR は16.0%となる。

(2) 盛土部における改良土の厚さ及び CBR の検討

上部路床の厚さが30cmで路体の CBR が2.5%の場合における下部路床の厚さは Fig. 2 に示す3層構造の路床厚設計図によって計算する。下部路床の厚さは Fig. 2 より E_1 は1100であるので E_2 を200とした場合は44cmとなり、 E_2 を300とした場合は38cmとなる。下部路床の厚さを2捨3入による5cm単位に丸めるとそれぞれ45cm及び40cmとなる。本施工における攪はん機械の最大能力は60cmであり確実な攪はんを行うには機械能力の70%程度であるため下部路床の厚さを40cmに決定する。

*中国(支)山田(出)工事係長

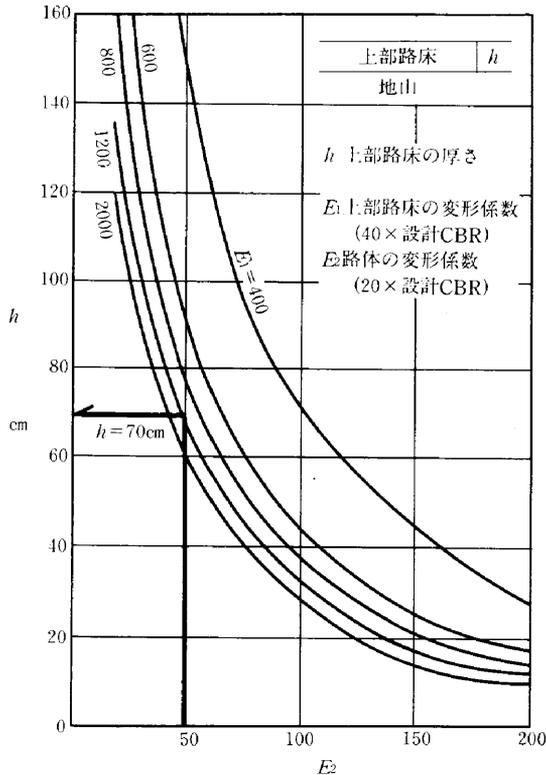


Fig.1 2層構造の路床厚

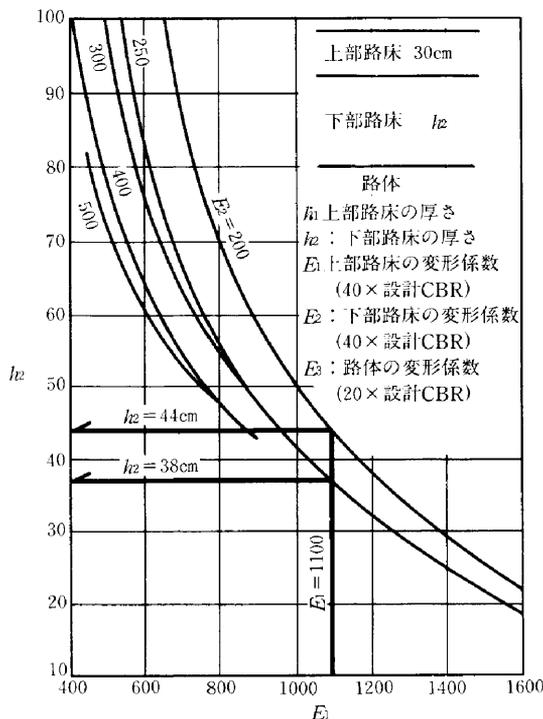


Fig.2 ($h_1 = 30, E_3 = 50$)とした場合の3層構造の路床厚

この場合の改良土の CBR は、

$$\text{設計CBR} = \left(\frac{30 \times 27.5^{1.5} + 40 \times \text{改良 CBR}^{1.5} + 30 \times 2.5^{1.5}}{100} \right)^3 = 12.5 (\%)$$

の式より 16.0% となる。

以上の結果より、切土部及び盛土部における下部路床の改良は、改良厚さを 40cm とし、改良土の CBR は 16.0% とする。

Table 1 普通セメントの添加値と CBR 値

添加量 (%)	1.5	2.5	3.5
CBR 値 (%)	9.8	35.5	63.5

Table 2 セメント系固化材の添加量と CBR 値

添加量 (%)	1.0	2.0	3.0
CBR 値 (%)	8.2	20.5	49.0

(3) 改良土の配合設計

地山より試料を採取し、安定材は普通ポルトランドセメント及びセメント系固化材を用い Table 1 及び Table 2 に示す配合によりそれぞれ添加し CBR 試験を実施した。安定材の添加量は炉乾燥質量に対する質量比とした。

安定材の添加量と CBR の関係を Fig. 3 に示す。

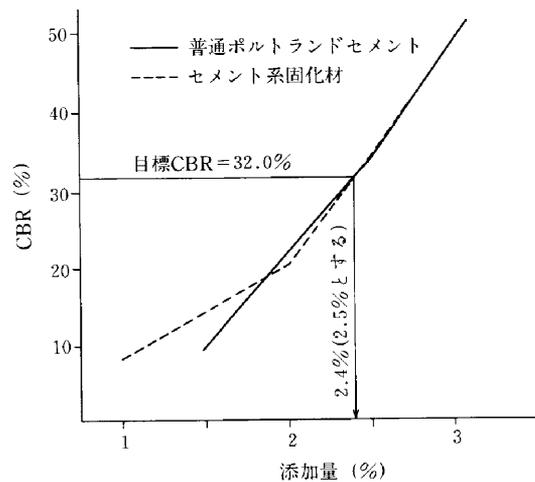


Fig.3 安定材の添加量と CBR

室内試験による CBR に対して現場施工における CBR の強度比を 0.5 として計画すると室内試験における目標 CBR は、32% ($16 \div 0.5 = 32$) となり、目標 CBR に対する安定材の添加量は Fig. 3 より、普通ポルトランドセメント及びセメント系固化材とも添加量は 2.5% となる。

5. セメント安定処理による現場施工

(1) モデル施工

本施工にさきだちモデル施工を実施し次の事項を決定した。

- ① 転圧機種はタイヤローラ (20t), 転圧回数は12回
- ② 改良厚さの確認はフェノールフタレイン溶液を使用
- ③ 施工時の含水比は24%以下とする
- ④ 現場 CBR 試験を行って強度の確認をする
- ⑤ 養生は3日養生とし1日はシート養生する

(2) 本施工

セメント安定処理の施工内訳は切土部34,000m²盛土部は25,000m²である。安定材は普通ポルトランドセメントを使用し1 m²当りの添加量は、次式より16kgとした。

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 \text{ 当りの添加量} &= \text{地山の乾燥密度} \times \text{添加量} \times \text{改良厚さ} \\ &= 1.598 \times 0.025 \times 0.4 = 16 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

施工は区画割りを行い所定の添加量を散布し、攪はん混合、整地、転圧及び養生の順序で行い、攪はん混合から転圧終了までの時間を2時間以内とした。

6. おわりに

本施工において、地山含水比を低下させるための地下排水工の設置、施工ヤードをシート養生するなどを行った結果、路床面でのたわみ量及び強度とも許容値内となり安定処理の成果は十分であったと思われる。