

I - 14 セメント安定処理土の特性を反映した橋台の設計・施工について

日本道路公団

井置 聡

同 上 正会員 ○中原 浩昭

同 上 山本 敦義

1. はじめに

従来、12m以上の盛土から橋梁を計画すると、橋台は盛土により発生する大きな土圧に抵抗するために、控え壁式橋台や箱式橋台という逆T式橋台と比較して工費がかさみ、施工性に劣る橋台形式を選定してきた。

一方、現場内発生材を用いた路床が、規定の品質を満たさない場合、セメント、消石灰、生石灰を添加し地盤を安定処理する工法は、一般的に行われてきている。安定処理土は、硬化後には一軸圧縮強度が強いという性質を示す。日本道路公団では、この特性を利用し、橋台裏込め土をセメントで安定処理することにより、橋台に作用する土圧を軽減し、これを反映した設計方法の開発に取り組んできている。

日本道路公団四国支社では、上記の特性を考慮した逆T式橋台の設計・施工を行った。

2. 橋台概要

図-1に橋台の形状を示す。橋台は高さ15mの逆T式橋台で、基礎は2×4=8本の場所打ち杭となっている。セメント安定処理土の形状は、地震時の滑動、沈下に対する外的安定性が得られる、背面1:1の勾配を持った台形となっている。橋台の背面とセメント安定処理土の間には、施行時土圧の軽減や、地震・交通振動に伴う橋台とセメント安定処理土の衝撃を緩和するために厚さ50cmのEPSを配置している。

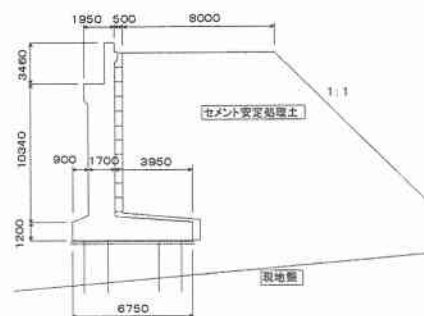


図-1 橋台及びセメント安定処理土形状

3. 設計

本工法の設計はセメント安定処理土体が構造体としても自立安定し、橋台は地震時において土圧を受けないことを基本とし、安定計算は、セメント安定処理土の安定と橋台の安定に分けて行っている。

3-1 セメント安定処理土の安定

セメント安定処理土は数パーセントのセメントを盛土材に添加することによって大きな強度が期待できる。セメント安定処理土の安定は、内的破壊を起こさない強度と外的安定性が保持されていれば良い。内的破壊を起こさない強度は以下に示す式によって求め、外的安定は、別途、震度法及び動的応答解析で検討し、本設計で用いている台形形状の安定は確認している。下式は一軸圧縮強度のばらつきを安全側に評価するために、Chen-Liuの最大土圧を与えるすべり角の式において、引張領域の抵抗を無視し、この最大土圧が0となるように式を変形して得られるものである。

$$Q_{ue} = 1 / \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot Q_u \quad \dots\dots\dots (1)$$

Q_{ue} : 地震時に内的破壊をせず自立するための必要強度

Q_u : 常時に自立するための必要強度

$$Q_u = \gamma_t \cdot H / 10 \quad \dots\dots\dots (2)$$

γ_t : セメント安定処理土の単位体積重量(kgf/c m³)

H : セメント安定処理土の高さ (m)

α_1 : セメント安定処理土の施工範囲・形状による補正係数 (図-2 参照)

α_2 : 地震の影響を考慮した係数 (1.2とする)

α_1 はセメント安定処理土の形状に基づき図一2の式で求められる。本箇所において、セメント安定処理土の天端幅 $B=8\text{m}$ 、高さ $H=17\text{m}$ 、勾配 $1:1$ より

$$\alpha_1 = 0.42 \times (8/17) + 0.58 = 0.778$$

$$(2)\text{式より } Q_u = 2.0 \times 17 / 10 = 3.4 \text{ (kgf/c m}^2\text{)}$$

$$(1)\text{式より } Q_{ue} = 1 / 0.778 \times 1.2 \times 3.4 = 5.2 \text{ (kgf/c m}^2\text{)}$$

配合設計における目標強度は必要強度 (Q_{ue}) に対して、強度の安定性、材料や施工によるばらつきを考慮して以下の安全率を掛けている。

$$Q_r = \alpha_3 \cdot Q_{ue} \dots\dots\dots (3)$$

Q_r : 目標強度 (kgf/c m²)

α_3 : 割増係数 (2. 0)

$$(3) \text{ 式より今回の目標強度は } Q_r = 2. 0 \times 5. 2 = 10. 4 \text{ (kgf/c m}^2\text{)}$$

3-2 橋台の安定

固結したセメント安定処理土は、非常に安定しており、自立することができる。しかし、施工時の未固結状態では立て壁に土圧が作用する。この施工時土圧は、常時及び地震時においてはセメント安定処理土が自立するため、安定計算上は考えない。施工時土圧は立て壁背面に緩衝材としてEPSを設置することで、土圧を一様に低減できる。今回、土圧係数はセメント安定処理土の硬化状況及びEPSの変形に左右されるため、この状況をFEM解析で予測し、0. 2という値を設計に用いた。図一3は施工終了時の土圧の測定結果であり、この結果から得られる土圧係数は0. 1であり予測値が安全側であったことがわかった。

4. 経済性

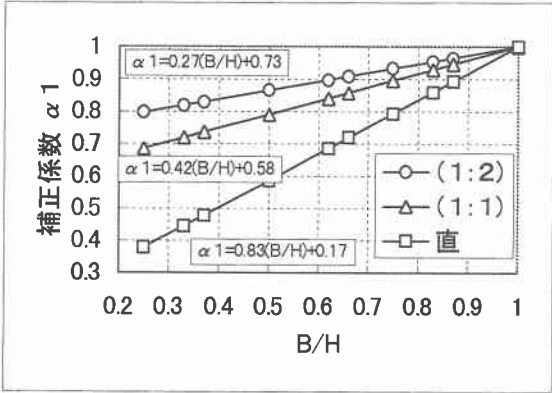
本箇所において、通常選定され则认为られる箱式橋台と、今回採用した橋台背面をセメント安定処理した逆T式橋台を比較すると、杭列数が2列減り橋台の規模が小さくなる。今回の手法によると、セメント安定処理の費用はかかるが、トータルコストが通常の箱式橋台の71%となる。また、施工性の点からも、箱式橋台が、逆T式橋台になることによるメリットは大きい。

5. おわりに

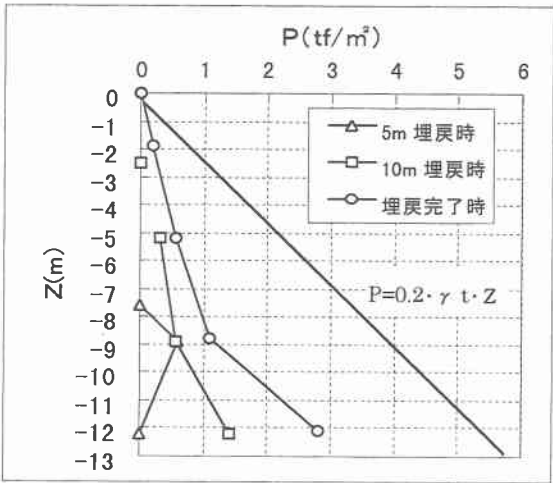
今回の設計手法は、セメント安定処理土の特性を考慮した合理的、経済的な橋台の一つとして有効性が確認できた。このセメント安定処理土の特性を積極的に構造物設計に反映する設計手法は、構造物設計の考え方を大きく変えていく手法の一つであると考えている。

参考文献

- 1) 松田哲夫, 前田良文: “橋台の背面土圧軽減に関する研究”, 日本道路公団試験研究所報告, VOL.29, 1992
- 2) 緒方紀夫, 前田良文, 持田淳一: “橋台の背面土圧軽減に関する研究”, 日本道路公団試験研究所報告, VOL.30, 1993
- 3) 構造物の土圧軽減に関する調査研究 (日本道路公団委託), 平成7年3月, 平成8年9月



図一2 安定処理土の施工範囲・形状による補正係数(α_1)



図一3 埋戻し高さと土圧の関係