

「箱型擁壁」工法 設計・施工マニュアル

中根 淳

1. はじめに

『箱型擁壁』は、箱型形状をしたプレキャストコンクリート製枠材（以下「箱体」という。）、単粒度砕石、コンクリート用砕石、割ぐり石等（以下「単粒度砕石類」と記す。）を用いた充填材及び連結材等からなる可撓性を有するもたれ式の擁壁で、平成16年3月に当センターの技術審査証明（技審証第0327号）を取得した。箱型擁壁は急峻な地形を通る山間道路の拡幅、路肩の崩壊等の道路災害の復旧ならびに大規模掘削が困難な地形でのもたれ式の土留め壁として適した工法である。これまでに多くの実績を有しているが、今後、さらに普及することが期待される。このため当センターでは、確実な設計・施工が行なわれるよう当該技術審査証明報告書に記載された「箱型擁壁」の

設計・施工マニュアルを分かりやすく解説した「箱型擁壁」工法 設計・施工マニュアルを平成28年8月に発刊した。発刊に当たっては、「箱型擁壁」設計・施工マニュアル編集委員会（委員長 苗村正三（一財）土木研究センター参与）を設置し、当該工法の計画、調査、設計、施工及び維持管理における考え方や技術的な事項について分かり易く整理しなおした。また、審査証明報告書のマニュアルの内容に加え、地震や豪雨等の災害に備え、排水工や基礎工、施工管理や維持補修に係わる内容についても充実して示している。

本報では「箱型擁壁」工法設計・施工マニュアルの概要を示す。

2. 「箱型擁壁」工法の概要

箱型擁壁は、図-1に示すように「かごテンサー基礎」の上にプレキャスト製枠材の箱体を設置し、箱体内及びその背面に充填材（単粒度砕石類）を密実に締固めて充填し、連結材で上下の箱体を連結しながら箱体を積み上げて、もたれ式の擁壁を形成したものである。箱体は、図-2に示すように底版がなく、充填材が箱型擁壁の高さ方向および延長方向に隙間なく連続する構造となっている。箱型擁壁は、充填材によるかみ合わせ効果と連結材の変形抑制効果により一体となり、背面からの土圧等の荷重に対して、可とう性を有するもたれ式の擁壁として抵抗する。充填材は単粒度砕石類



写真-1 路肩拡幅の施工例



写真-2 切土拡幅の施工例

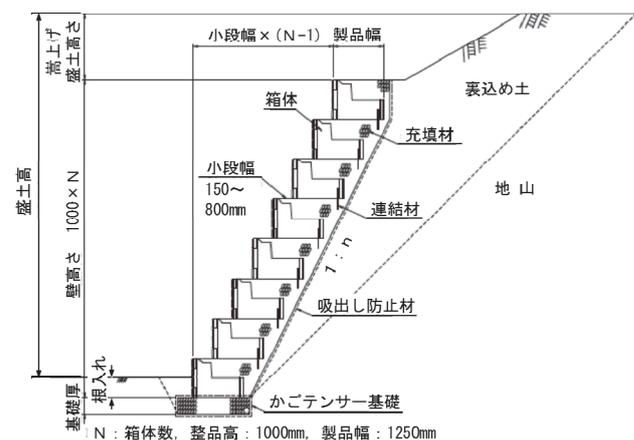


図-1 箱型擁壁の構成

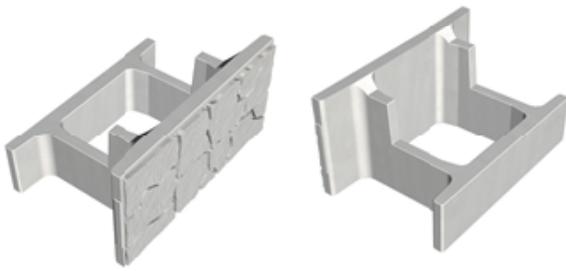


図-2 箱体形状

で構成され、透水性が高く降雨や地山からの湧水等の裏込め土に侵入した水を速やかに排除する排水層としての役割も果たしている。また、箱型擁壁の勾配は、上下の箱体の小段部に所定の幅を設け箱体を配置することで形成する構造で、壁高さの途中でも勾配を変えられるため、下方が緩やかで上方にいくほど急な勾配（寺勾配）の壁面も構築することができる。この箱体の小段部には、植生用の専用部材を用いて壁面緑化も可能となる。また、箱型擁壁の延長方向の線形については、図-3に示すように同規格の箱体を上下反転して組み合わせることで、0°～90°の任意の角度による配置が可能となり、コーナー部や曲線部に沿って箱型擁壁を計画することができる。



図-3 外曲げ部の設置例

3. 「箱型擁壁」工法設計・施工マニュアル

3.1 設計・施工マニュアルの概要

「箱型擁壁」工法の設計・施工マニュアルの目次構成を以下に示す。

- ・第1章 総説
- ・第2章 計画・調査
- ・第3章 設計に関する一般事項
- ・第4章 設計
- ・第5章 施工
- ・第6章 維持管理
- ・技術資料1 箱型擁壁の耐震性に関する検討
- ・技術資料2 箱型擁壁の耐震性能の評価
- ・技術資料3 直線勾配の設計例
- ・技術資料4 寺勾配の設計例

3.2 総説

本マニュアルの適用の範囲、用語の定義、箱型擁壁の概要及び適用に当たっての留意点について整理した。適用範囲は、主に道路に適用する原則壁高さ8m以下、地表面から上の壁高と嵩上げ盛土高の和とする盛土高10mまでの箱型擁壁としている。また、適用にあたっての留意点として、急峻な地形や集水地形、軟弱地盤や水辺および塩害地域での箱型擁壁の適用について留意すべき事項を記述した。

3.3 計画・調査

箱型擁壁の計画・調査に当たっての基本な考え方や地盤・土質調査、環境・景観調査を始め施工・維持管理段階を含め検討・調査すべき事項について示した。

3.4 設計に関する一般事項

設計に関する一般事項として、設計の基本方針、荷重、設計の諸定数や許容応力度、使用材料等について示した。設計の基本方針としては、想定する作用（常時、降雨、地震動）や要求性能（性能1, 2, 3）と区分（重要度1, 2）、要求性能に対する限界状態と照査項目等の性能設計化のための枠組みを示した。設計に用いる荷重については、自重や載荷重等とともに、地震動の作用として独立行政法人（現：国立研究開発法人）土木研究所の大型動的遠心力載荷試験装置による模型振動実験及び二次元動的弾塑性FEM解析の結果を基にコンクリート擁壁と同様の設計荷重を考慮することとしている。使用材料は、図-4に示す箱体や充填材の他、L字形目地材、基礎拘束材、吸出し防止材、連結材等の材料について、使用目的に応じて求められる強度、施工性、耐久性、環境適合性等の性能及び仕様・規格を記述した。

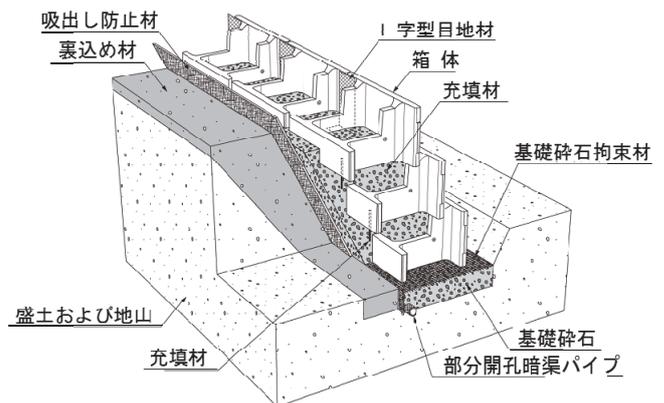


図-4 箱型擁壁を構成する構造部材

土研センター

3.5 設計

箱型擁壁の設計に当たっては、次の事項について照査・検討を行う。

- ① 部材の安全性
 - ・ 箱体を構成する部材の検討
- ② 箱型擁壁の安定性
 - ・ 滑動、転倒、支持に対する箱型擁壁自体の安定性の照査
 - ・ 背面盛土及び基礎地盤を含む全体の安定性の照査
- ③ 基礎工・排水工
- ④ 根入れ深さ等の構造細目

箱型擁壁自体の滑動、転倒、支持に対する安定性の照査では、箱型擁壁が可とう性を有するもたれ式擁壁構造であるため、箱体の各段毎(擁壁高さ1m毎)及び支持地盤での安定の検討を行う。滑動を例にとると図-5に示す照査のモデルで安定を検討する。

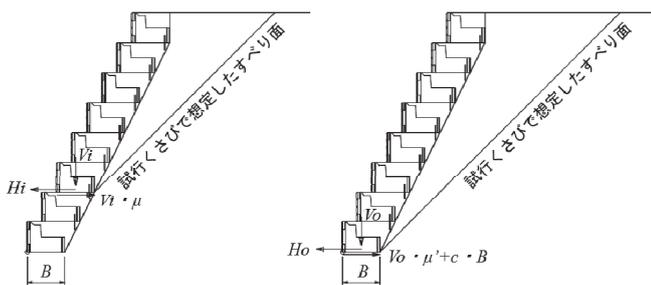
$$F_s = \frac{V_i \cdot \mu}{H} \quad \text{躯体間の滑動}$$

$$F_s = \frac{V_o \cdot \mu' + c \cdot B}{H_o} \quad \text{支持地盤の滑動}$$

ここに

- F_s : 滑動安全率 (常時1.5, 地震時1.2)
- B : 壁体の幅
- V_i : i段目の箱体底面に作用する鉛直荷重(kN)
- V_o : 最下段の箱体底面に作用する鉛直荷重(kN)
- H_i : i段目の箱体底面に作用する水平荷重(kN)
- H_o : 最下段の箱体底面に作用する水平荷重(kN)
- μ : 箱体間の摩擦係数 (=tan ϕ)
- μ' : 最下段の箱体底面と基礎地盤の摩擦係数
- ϕ : 充填材のせん断抵抗角(°)
- c : 最下段の箱体底面と基礎地盤の付着力

(kN/cm²)



(a) 箱体間での検討 (b) 支持地盤での検討

図-5 滑動の照査におけるモデル図

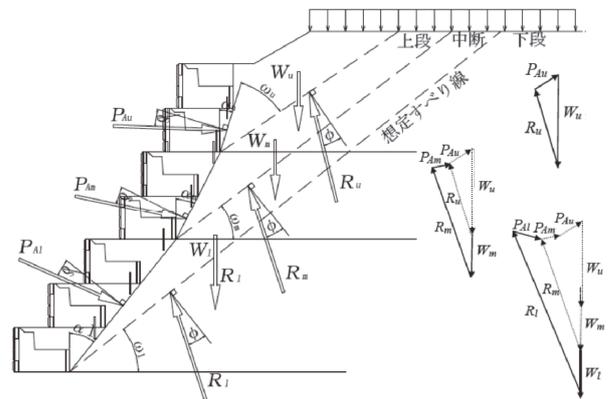


図-6 背面土圧の算定 (寺勾配の場合)

背面土圧の算定は、壁面勾配が直線の場合は、図-5に示すように、通常の試行くさび法により主働土圧力を算定する。また、壁面を寺勾配とする場合の背面土圧力の算定は、図-6に示すように、上方より各段の勾配に応じた作用土圧力を試行くさび法により順次求め、最下段にて全主働土圧を算定する。

また、排水工に関しては、箱型擁壁では、透水性のよい充填材により表面水や浸透水は箱型擁壁の壁体内を通り、かごテンサー基礎内に集まる構造となっている。そのため、図-7に示す基礎部に150mmの部分開孔暗渠パイプを設け、浸透した水を流末まで誘導して基礎部の排水を行うことを標準としている。

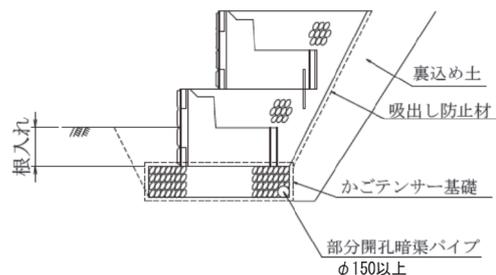


図-7 基礎部の排水工(標準)

3.6 施工

箱型擁壁が設計図書に定めた品質を確保できるように、施工計画の立案、基礎工、資材の搬入・保管、箱体の据付け、充填材の締固め方法及び施工管理の方法及び留意点について示した。箱体の据付けでは、基礎となる「かごテンサー基礎」の上に設置する最下段の箱体の施工が箱型擁壁全体の品質や出来形に影響するため、特に慎重かつ丁

寧な施工が求められる。また、各段の箱体は、図-8に示すように所定の勾配に応じた小段幅を確保して積み上げる。

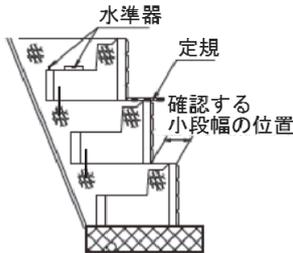


写真-3 最下段の箱体据付 図-8 各段の箱体設置

裏込め材及び充填材の締固めは、転圧重機が箱体に接触して損傷などを与えないよう十分な配慮しながら、十分に締固めが行われるよう、原則として図-9に示す①～⑧の順に行う。締固めは、一層の仕上がり厚さが25cm程度となるようにまき出し、タンパー、ランマー等で入念に締め固める。

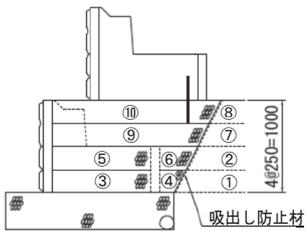


図-9 締固めの順 写真-4 充填材の締固め状況

3.7 維持管理

箱型擁壁が所要の機能を発揮し、災害を未然に防ぐために必要な日常の保守・点検項目や補修・補強等を示した。表-1に箱型擁壁の点検時の点検項目と着眼点を示す。

表-1 点検時の点検項目と着眼点

| 点検項目 | 着眼点 | |
|------|----------|---|
| 壁面 | 壁面 | 壁面にひびわれ、欠けはないか。 |
| | 目地 | 壁面の目地の開き、段差、亀裂はないか。 また、その進展のおそれはないか。 目地から充填材のこぼれ出しはないか。 |
| | 鉄筋の露出・腐食 | 鉄筋が大きく露出したり、腐食による錆汁は見られないか。 また、その進展のおそれはないか。 |
| | 変位 | 壁面の傾斜、はらみ、ブロックの突出または後退は見られないか。 また、その進展のおそれはないか。 |
| | 細粒分侵入 | 小段部に土砂が堆積していないか。 |
| 基礎 | 変位 | 根入れ部にクラックや沈下・隆起がないか。 |
| | 変状 | 根入れ部が洗掘されていないか。 根入れ部からの湧水、積砂はないか。 |
| 排水 | 地下排水 | 目地からの著しい出水、にがり、水量の変化はないか。 暗渠パイプ流末での排水のにがり、水量の変化はないか。 |
| | 表面排水 | 表面排水施設は機能しているか。 |
| 周辺 | 道路 | 路面に段差やクラックはないか。 防護柵基礎や側溝にクラック、変位、損傷はないか。 また、その進展のおそれはないか。 |
| | 嵩上げ盛土 | のり面や小段にクラック、陥没、沈下・隆起、積砂はないか。 |

4. まとめ

「箱型擁壁」工法の計画、調査、設計、施工及び維持管理に関する基本的な考え方を判り易く整理した設計・施工マニュアルを整えた。本工法の普及と確実な設計・施工の一助に寄与することを期待している。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：「道路土工－擁壁工指針」、2010.4
- 2) (一財) 土木研究センター：「箱型擁壁」工法 設計・施工マニュアル、2016.8

中根 淳



(一財) 土木研究センター技術研究所
地盤・施工研究部 部長代理
Atsushi NAKANE