

擁壁に関するQ & A集

Vol.02

平成 23 年 2 月 9 日版

社団法人 全国宅地擁壁技術協会 技術委員会

擁壁Q & A・W.G

—目 次—

Vol.02 擁壁の設計一般

1. 宅地造成等規制法の擁壁でRC造りの根入れは
2. 「認定擁壁のブロック」で “もたれ式” はありますか
3. 道路土工—擁壁工指針で根入れ深さ 50cm とあるが
4. 擁壁築造後表面が黒ずんでいる原因
5. 凸凹の壁面になった時の断面計算はどのように考えますか
6. 胴込めコンクリートを用いたコンクリートブロック練積み造の擁壁の「認定」はどうなっていますか)
7. 擁壁（石積み）の計算の資料紹介
8. 擁壁下部の地耐力について
9. ブロック積み擁壁の安定計算（示力線法）

質問1 宅地造成等規制法の擁壁でRC造の根入れは

宅地造成等規制法の擁壁で練積み造の構造では、政令第8条で根入れ深さを規定していますがRC造については規定がないと思われます。洗掘防止の観点から、練積み造りと同じく考えてよいかご教示ください。

【回答】

擁壁にとって、前面地盤からの根入れは、設計計算上の滑動抵抗、基礎地盤の支持力の観点からも重要な要素です。

- ① 宅地造成等規制法ではRC造擁壁の根入れの規定はありませんが、冒頭に記したように根入れは擁壁の安定性能を確保するために重要な要件です。
- ② 同法に準じてRC造擁壁の安定計算をする時は、擁壁前面の土による「受働抵抗」は考慮していませんが、このことと根入れ深さの必要性とは意味が違い計算上には関係しない安全性への配慮ですので注意してください。
- ③ 擁壁の設計において極端に言えば擁壁前面の土が全く無くても、(即ち、根入が^{ゼロ}0でも)安全であるような条件で計算しますが、これも根入れの必要なこととは意味を異にしています。
- ④ 宅地造成等規制法施行令第14条の規定に基づく国土交通省大臣認定のRC造プレキャスト擁壁における根入れ深さについては、政令第8条4項準用して、『壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁の設置される地盤の土質が、別表第4上欄の第1種又は第2種に該当するものであるときは擁壁の高さの15/100(その値が35cmに満たないときは、35cm)以上、その他のものであるときは擁壁の高さ20/100(その値が45cm満たないときは、45cm)以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁の滑り及び沈下に対して安全である基礎を設けること』と規定されています。

質問2 「認定擁壁のブロック擁壁」で“もたれ式”はありますか？

現在の大臣認定擁壁の中で、直立壁ではなく“もたれ式”として使用するものはどれになりますか？

【回答】

もたれ式擁壁とは下図のような構造形式をしたRC造のものです。したがって、認定擁壁にこのもたれ形式のものはありません。大臣認定擁壁の構造形式は、L型式、緑化ブロック式、補強土式等があります。

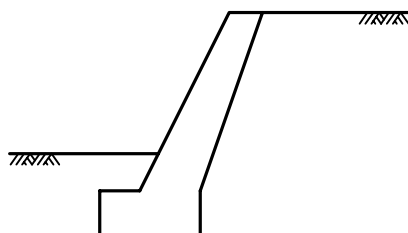


図 質問 2-1 もたれ式擁壁の構造

質問 3 道路土工—擁壁工指針で根入れ深さ 50cm とあるが

擁壁の根入れについて、道路土工—擁壁工指針の基礎の根入の項に、「片持ち梁式擁壁の様に底版を有する形式の擁壁においては底版厚さに 50 c m 以上加えた根入れ深さを確保するものとする」とありますが、道路用ハイタッチウォールの場合の根入れは幾つですか？

【回答】

「道路用ニューハイタッチウォール 設計・施工マニュアル第 1 版（平成 16 年 11 月）一般社団法人ハイタッチセンター」（以下、マニュアル）では「直接基礎の根入れ深さ（ D_f ）は、地表面から支持地盤までの深さとし、原則としてハイタッチウォールの本体において 50cm 以上確保する」となっています。擁壁工指針の方が上位基準となりますが、発注者や設計元に L 型指針の存在や内容を良くご理解いただき前出の考え方を採用いただいたこともあります。ただし、擁壁前面の工作物が擁壁底面以下となるような場合は、擁壁の根入れを深くするなどの対策が必要です。

質問 4 擁壁築造後表面が黒ずんでいる原因

宅地を購入し擁壁工事を行い、2 ヶ月以上経ちましたが表面が黒ずんでいます。施工業者は水分が抜けていない為と言います。後に作られた部分は既に RC 本来の色になっています。また、高さを 2 m 以下の施工依頼でありながら、完成が 2m を少々超えてしまいました。施工業者は対策として G L を変えて対処すれば問題ないとの回答でした。ハウスメーカーは 2 m を超えている為、別途申請が必要となり図面等が必要とのことで、費用負担が出てきますと言います。業者とハウスメーカーのどちらが正しいのでしょうか？

【回答】

擁壁が 2 m 以上になると建築基準法施行令の工作物の規定に基づき建築確認申請が必要になります。したがってハウスメーカーのいう事が正しいと思われます。施工業者がなぜ 2m 以下の施工依頼を 2m 以上にしたのか理由がよく分かりませんが、契約書等で 2m 以下がはっきりしているとすれば発生する費用は施工業者が負担すべきです。

コンクリートの色については、セメント、粗骨材や細骨材、型枠、時間調整後の湿度などによって違ってきます。このため、そのコンクリートの製造元や地域により異なります。

質問5 凸凹の壁面になった時の断面計算はどのように考えますか？

近年、景観設計された擁壁を目にするようになってきました。現場打ちにおいても化粧型枠、割肌仕上げやリブ仕上げ、レリーフをあしらったものがありますが、普通の打ち放しの擁壁に比べ型枠仕上げされた擁壁のコストはおよそ何倍でしょうか。また、凸凹の壁面になった時の断面計算はどのように考えますか。

【回答】

仕上げにより幅がありますが、大まかには全体で 10～20%位のアップです。壁厚は、凹部の厚さで（一番薄い所）で計算します。化粧部は滑面の標準規格品に付加されるものと一般的には考えます。

擁壁の種類ごとに製品単価および設置費用がことなりますので、それぞれの擁壁の特徴を活かした採用条件が大切であると考えます。



図 質問 5-1 化粧型枠仕上げの例

質問6 胴込めコンクリートを用いたコンクリートブロック練積み造の擁壁の「認定」はどうなっていますか

胴込めに、コンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造の擁壁としての効力、「認定」はどうなっていますか？また、宅地造成等規制法施行令第 14 条に適合していますか？

【回答】

宅地擁壁に関する技術的法令は以下のようなものがあります。

政令第 4 条 擁壁、排水施設その他の施設

政令第 5 条 地盤について講ずる措置に関する技術的基準

- 政令第 6 条 擁壁の設置に関する技術的基準
- 政令第 7 条 鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造
- 政令第 8 条 練積み造の擁壁の構造
- 政令第 9 条 設置しなければならない擁壁についての建築基準法施行令 の準用
- 政令第 10 条 擁壁の水抜穴
- 政令第 11 条 任意に設置する擁壁についての建築基準法施行令 の準用
- 政令第 14 条 特殊の材料又は構法による擁壁

また、「告示」(国家や地方公共団体などが、ある事項を公式に広く一般に知らせること)、通達では、以下のようなものが発令されています。

建設省告示 第千四百八十五号(昭和四十年六月十四日)

『宅地造成等規制法の規定に基づきコンクリートを用いて充填する
コンクリートブロック練積み造の擁壁の効力の認定』

宅地造成等規制法施行令(昭和三十七年政令第十七号)第十五条の規定に基づき、胴込めコンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造の擁壁は、次の各号に定めるところによる場合においては同令第八条の規定による練積み造の擁壁と同等以上の効力があると認める。

(以下、本文省略)

通達 住地発第三十六号

建設省住宅局宅地開発課長から各都道府県担当部長あて
『コンクリートブロック練積み造擁壁の認定について』

胴込めにコンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造擁壁については、宅地造成等規制法施行令第十五条の規定により、別添昭和四十年六月十四日建設省告示第千四百八十五号(以下「告示」という。)のとおり告示の定めるところにより設置する場合には、宅地造成等規制法施行令第八条の規定による練積み造の擁壁と同等以上の効力があるものと認定された。これについては、下記の諸点について留意して遺憾のないよう取り計らわれたい。

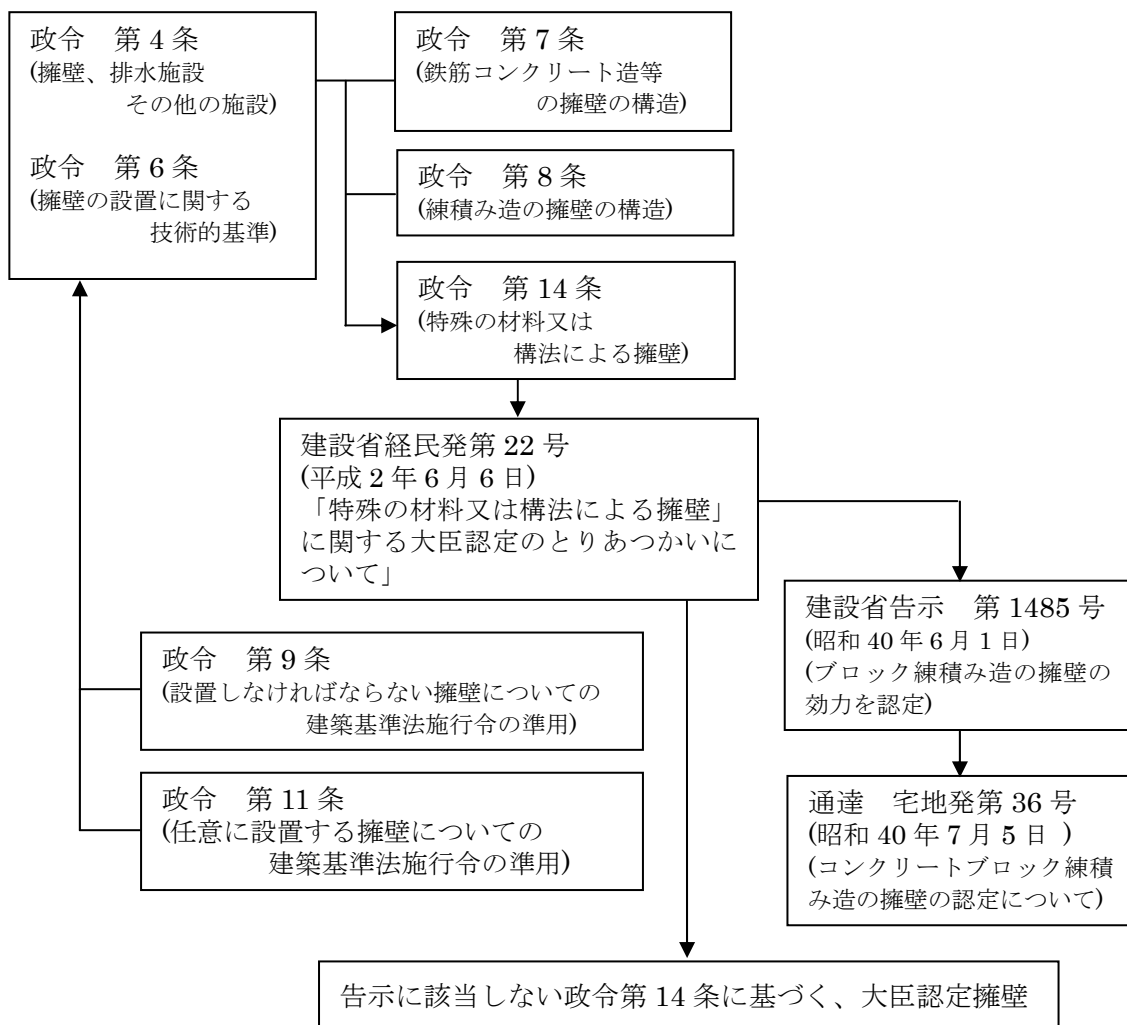
(以下、本文省略)

前記の「告示」では、

- ・コンクリートブロックの強度は、 180 kg f/cm^2 (18N/mm^2) 以上
- ・胴込めに用いるコンクリート強度は、 150 kg f/cm^2 (15N/mm^2) 以上
- ・ブロックのコンクリートの比重は、2.3 以上
- ・ブロックの重量は 350 kg/m^2 以上
- ・コンクリートブロックは、相当数の使用実績を有すること
- ・形状は、胴込めに用いるコンクリートによつて擁壁全体が一体性を有する構造
- ・その施工が容易なもの
- ・擁壁の壁体曲げ強度は、 15 kg f/cm^2 (1.5N/mm^2) 以上 (以下省略)

とされています。上記告示をもって、大臣認定を以後行わずとも、示されている条件が満たされていれば「宅地造成等規制法」に合致した同等の効力を有するものとされます。

これらの体系を図にすると以下のようになります。



質問7 擁壁（石積み）の計算の資料紹介

擁壁（石積み）の計算の資料を紹介してください。

【回答】

計算書の資料としては、以下のような文献があります。参考にしてください。

「土地改良事業計画設計基準 設計 {水路工} 基準書 技術書」

農林水産省農村振興局

「大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル」 社団法人土木学会四国支部

「新道路土工指針による 擁壁の設計法と設計例」 右城 猛著（理工図書）

「擁壁及びカルバートの設計と考え方」 川崎・岩松共著（鹿島出版会）

「よくわかる擁壁・カルバートの設計」 風間・青木・小野共著（山海堂）

質問8 擁壁下部の地耐力について

擁壁下部の地耐力について、教えてください。

- ① 平板載荷試験による許容支持力が 40.4kN/m^2 でした。基礎底面における極限支持力と平板載荷試験による許容支持力について教えてください。
- ② 擁壁の設計で必要地耐力が 50kN/m^2 です。50cm の置き換えでよろしいでしょうか。

条件

ボーリングデータ N=1 の砂質土 $\gamma_2=16\text{kN/m}^3$

平板載荷試験による許容支持力 $qt=40.4\text{kN/m}^2$

擁壁底版幅は、1.20m 構造物の根入れ 50cm

【回答】

①地盤の許容支持力を求める方法は、国土交通省告示 1113 号第 2（平成 13 年）に示されている通り、以下の 3つの方法があります。

- (1) 支持力公式による方法
- (2) 平板載荷試験による方法
- (3) スウェーデン式サウンディングによる方法

平板載荷試験と支持力公式による許容鉛直支持力は、旧建築基礎構造設計指針（1988 年版 P.129）式（4.2.14）や国土交通省告示 1113 号を参考にすると理解しやすいと思います。

今、式（4.2.14）において、基礎の根入れ効果による項を無視した場合、支持力公式による許容支持力度 qa 、平板載荷試験による許容支持力 qt とすると、

支持力公式による極限支持力 $qu=118.9 \text{ kN/m}^2$ とすれば、許容支持力は

$$qa=qu \times 1/3=39.6 \text{ kN/m}^2 \quad \text{となります。}$$

平板載荷試験による許容支持力度は（降伏荷重度の 1/2 又は極限応力度の 1/3 のうちいずれか小さい値）となります。

- ② 50 kN/m^2 の必要地耐力に対する許容支持力に対して検討します。長期に生じる力に対する地盤の許容応力度を定める場合、告示第 2 の (2) 式から算出すると、置き換え層下面の許容支持力は、

$$qa=qt+1/3 \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \quad \text{となります。}$$

ここで、地盤の内部摩擦角 ϕ は、 $\phi=15+\sqrt{(20 \cdot N)} \doteq 19^\circ$ です。

したがって設計用支持力係数グラフ（旧建築基礎構造設計指針 P123）より

$$N_q \doteq 5.6 \quad \text{となります。}$$

$$\therefore qa=qt+1/3 \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

$$=40.4+1/3 \times 16 \times 1.0 \times 5.6 \doteq 70.3 \text{ kN/m}^2$$

ここに D_f =構造物の根入れ $50 \text{ cm} + Z$ （置き換え厚さ 50 cm ） $=1.0 \text{ m}$

ここで、置き換え層下面の地盤の反力を Q とすると、

$Q=(q \cdot B_0)/B+Z \times \gamma_R$ の関係式が成り立ちます。下記に模式図を示します。

$Z=0.50 \text{ m}$ 、 $B=1.78 \text{ m}$ 、 $\gamma_R=20 \text{ kN/m}^3$ とすると、

一般に、建築の指針では分散角は 30° ではなく、 $1:2$ が使われているため

$$B=B_0+Z \times 1/2 \times 2=1.20+0.50 \times 1/2 \times 2=1.70 \text{ m} \quad \text{となります。}$$

$$Q=(q \cdot B_0)/B+Z \times \gamma_R \quad \text{で} \quad q=50 \text{ kN/m}^2 \quad \text{より、}$$

$$Q=(50 \times 1.20)/1.70+0.5 \times 20=45.3 \text{ kN/m}^2$$

以上の計算から、置き換え層下面の地盤の反力 $Q=45.3 \text{ kN/m}^2$ に対して、許容支持力は $qa=70.3 \text{ kN/m}^2$ であり、置き換え厚さ 50 cm でも o.k. と考えられます。

$$70.3 \text{ kN/m}^2(qa) > 45.3 \text{ kN/m}^2(Q)$$

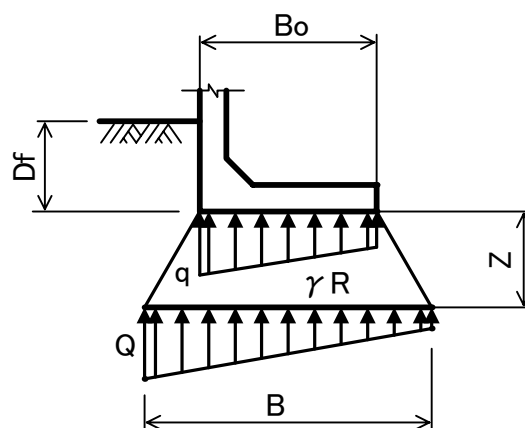


図 質問 8-1 置き換え層下面の地盤の反力

設計上の注意点としては、以下のようなことが考えられます。

- ・ 地盤が軟弱であるため、擁壁の高さが高くなり必要地耐力が大きくなると、置き換え基礎では、支持力が満足しないことが考えられます。この場合、直接基礎では対応が難しくなります。
参考までに、道路土工「擁壁工指針」（平成 11 年 3 月 P.111、112）の例を下記に示します。
- ・ その他の留意点として、このように $N=1$ の非常に緩い砂質土層で地下水位が高い場合には、地震時において液状化が生じる危険性があるので対策を講じる必要があります。

道路土工 擁壁工指針（平成 11 年 3 月）（社）日本道路協会 P110～112
第 2 章コンクリート擁壁

2-3-1 直接基礎 (3) 改良地盤（安定処理，置換え）上の直接基礎

(i) 適用範囲

(省略)

(ii) 安定に対する検討項目

安定に対する検討項目は、2-1-3 に述べているとおりであるが、ここでは特に改良地盤上の直接基礎の安定に対する検討方法を述べる。

- ① 改良地盤の定数 c 、 ϕ は、原則として試験を実施し、その値が設計値以上であることを確認する。
- ② 滑動の検討に用いるすべり摩擦係数は、改良地盤の値を用いるものとし、設計せん断定数から c 、 ϕ から c_B 、 ϕ_B を算定する。算定方法は、1-4-2(2)(ii) を準用してよい。
- ③ 地盤の支持力については、擁壁底版面における検討と改良範囲下端における検討を行う。

(iii) 改良仕様の検討

① 改良強度

改良地盤に必要な強度は擁壁底版下面での最大地盤反力度から決定する。このとき改良強度を部分的に変化させることは行わないので、改良が必要な範囲を一様な強度に改良することを原則とする。

② 改良深さ

支持層が浅い場合は、軟弱地盤層全体を改良する。支持層が深い場合は、地盤内での荷重分散に期待して荷重強度が許容支持力以下となる深さまで改良する。

地盤の任意の深さにおける許容支持力度は「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に準拠して求め、擁壁基礎底版面と改良範囲下端面における支持力度の検討を行う。

③ 地中応力

地中応力は、直線的な分散を仮定した慣用計算法によって求めてもよい。鉛直荷重は鉛直分散荷重合力を底版幅に均等に分布させる。分散角度は θ は 30° を標準とす

る。(図 2-44)。

④ 改良幅

改良幅は底版に作用する荷重の分散角度を考慮し、荷重が及ぶ範囲以上の幅を確保するようにする。

$$\sigma_z = \frac{p}{1 + 2 \left(\frac{z}{B} \right) \tan \theta} \quad \dots\dots(2-37)$$

$$p = \frac{V}{B} \quad \dots\dots(2-38)$$

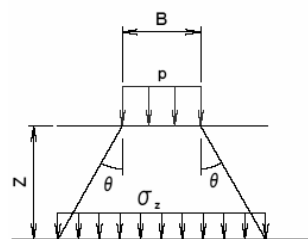


図 2-44 地中応力の分布

- ここに σ_z : 地中の鉛直応力 (kN/m²(tf/m²))
 p : 擁壁基礎底版からの平均鉛直荷重強度 (kN/m²(tf/m²))
 z : 擁壁基礎底版幅 (m)
 θ : 地中の荷重分散角度 (°)
 V : 擁壁基礎底版からの鉛直作用荷重 (kN(tf))

質問 9 ブロック積み擁壁の安定計算 (示力線法)

ブロック積み擁壁の安定計算 (示力線法) では、転倒のみの検討でよいのですか

【回答】

示力線 (圧力線) とは、擁壁の任意の高さにおける荷重 (自重と土圧) 合力の通過点が描く軌跡を示したものです。この示力線により求められる限界高さは、転倒に対する安定性を検証するものです。一般にブロック積みの場合は経験的に作成された断面で設計することが多く、擁壁の勾配や高さ、厚さ、根入れ深さ、背面土の土質については「宅地造成等規制法・同施行令」や各自治体において詳細な規定が設けられているものもありこれらを参考にすると良いでしょう。

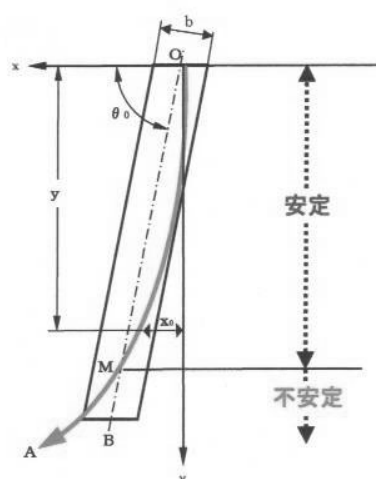


図 質問 9-1 示力線

また、ブロック積み擁壁の設計においては、以下の文献を参考とするのが良いでしょう。

「土地改良事業計画設計基準 設計 {水路工} 基準書 技術書」

農林水産省農村振興局

「大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル」 社団法人土木学会 四国支部

「誰も教えてくれなかった疑問に答える擁壁設計 Q&A」 右城 猛著 (理工図書)