

ユニバーサルボード工法

(不陸調整一体型独立受圧板)

設計・施工マニュアル

令和6年6月

現場吹付受圧板協会

【 目 次 】

1. 工法概要

- 1. 1 工法名 P 1
- 1. 2 目 的 P 1
- 1. 3 特 徵 P 1

2. 適用範圍

- 2. 1 適用工種 P 2
- 2. 2 適用耐力 P 2
- 2. 3 適用機械 P 2
- 2. 4 適用現場 P 2
- 2. 5 適用品質 P 2

3. 設計概要

- 3. 1 設計手法 P 2
- 3. 2 設計荷重 P 3
- 3. 3 設計照査 P 3
- 3. 4 設計部材 P 3
- 3. 5 設計形状 P 3
- 3. 6 設計基準 P 3

4. 設計要領

- 4. 1 打設位置検測等 P 4
- 4. 2 枠用鉄筋加工・組立 P 4
- 4. 3 保孔管設置 P 5
- 4. 4 枠用型枠設置 P 5
- 4. 5 枠吹付工 P 6
- 4. 6 東部面調整 P 6
- 4. 7 緊張定着工 P 7
- 4. 8 管理項目 P 8
 - 4. 8. 1 許容応力度外 P 8
 - 4. 8. 2 鉄筋規格 P 8
 - 4. 8. 3 型枠規格 P 8

5. 設計検討

- 5. 1 設計方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・P 9
- 5. 2 構造モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・P 9
- 5. 3 荷重の負担・・・・・・・・・・・・・・・・・・P 9
- 5. 4 安全性の照査・・・・・・・・・・・・・・・・・・P10

6. 設計条件

- 6. 1 設計アンカー力・・・・・・・・・・・・・・・・・・P11
- 6. 2 独立受圧板の標準形状・・・・・・・・・・・・・・・・・・P11
- 6. 3 許容応力度・・・・・・・・・・・・・・・・・・P12
- 6. 4 地盤支持力・・・・・・・・・・・・・・・・・・P12
- 6. 5 仮想梁幅・・・・・・・・・・・・・・・・・・P12

7. 設計計算

- 7. 1 独立受圧板への作用荷重・・・・・・・・・・・・・・・・・・P13
- 7. 2 曲げモーメント・せん断力の算出・・・・・・・・・・・・・・・・・・P13
- 7. 3 応力度の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・P14
- 7. 4 支圧応力度の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・P15
- 7. 5 押し抜きせん断応力度の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・P16

8. 独立板の移動検討

- 8. 0 独立板の移動検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・P17

ユニバーサルボード工法設計・施工マニュアル

1. 工法概要

1. 1 工法名

本工法である現場吹付不陸調整一体型独立受圧板を「ユニバーサルボード工法」と称す。(universal:万能+board:板=万能独立板を意味する)

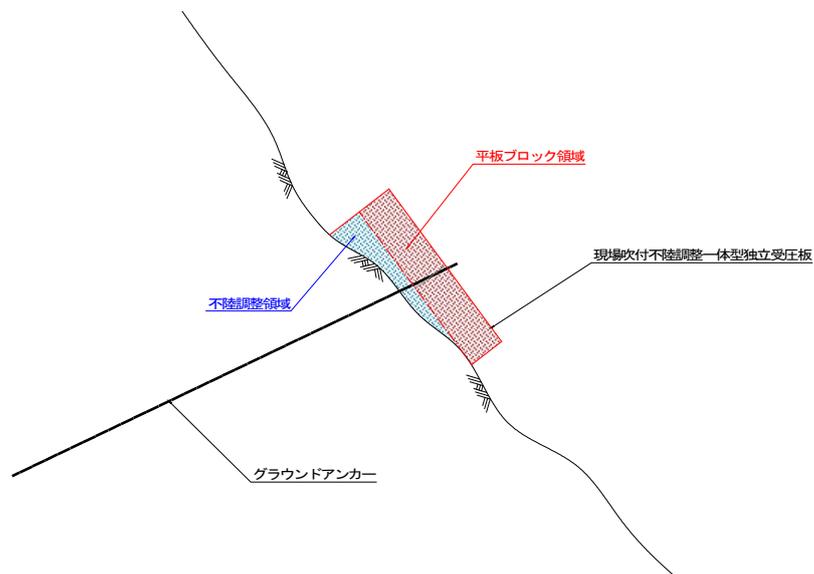
1. 2 目的

本工法は、グラウンドアンカー等の抑止力からなる地盤反力に対して、確実に独立板の隅々まで受け止める鉄筋コンクリート構造体を成すことで、法面安定化を図ることを目的とする。

1. 3 特長

本工法は、特別な教育や訓練等を必要としない従来技術の範囲で施工ができ、またそのことで特別な設備投資も必要としない。主に、グラウンドアンカー工の反力体として凹凸のある法面に二次製品を設置する場合などに、別工程として不陸調整枠を設置した後、鋼製受圧板等を設置するのが主流であったが、ユニバーサルボード工法では下図のように不陸調整領域と平板ブロック領域を同時施工できるところに大きな特長があり、現場吹付とすることで地山との隙間が発生せず、確実に分布荷重を受け止める構造体が確保できます。

【ユニバーサルボード工法設置凡例図】



2. 適用範囲

2. 1 適用工種

適用工種は、法面安定を目的とするグラウンドアンカー（鉄筋挿入工を含む）における反力体領域に位置し、市場にあるすべてのアンカー材に適用可能である。

2. 2 適用耐力

鉄筋量や躯体規模を自在に調整することで、二次製品受圧板の標準規格を超えて大きな設計荷重への対応が可能である。

2. 3 適用機械

専門業者であれば在庫している「モルタル・コンクリート吹付プラント」により、施工可能である。

2. 4 適用現場

切土法面や地山、既設ブロック面及び盛土面等のあらゆる斜面状況への対応が可能であり、高圧コンプレッサーの使用により長大法面への長距離圧送も可能となる。

2. 5 適用品質

原則は、吹付モルタルとして $\sigma_{ck}=18\text{N}/\text{mm}^2$ を標準とするが、高耐久性や環境影響、延命化を促進するためのモルタル補強材や着色顔料、ポリウレア樹脂吹付の併用により、品質向上が容易にできる。

3. 設計概要

3. 1 設計手法

独立受圧板としての部材設計は、許容応力度法によって安全性を検討し、受圧板として十分な剛性を有していることを確認する。また、受圧板部材はコンクリートと鉄筋を主要材料とすることから、鉄筋コンクリートの理論に従って設計する。

3. 2 設計荷重

設計アンカー力によって生じる地盤反力が、等分布荷重として独立受圧板に作用するものとし、アンカー固定位置からの片持ち梁（仮想梁長）への均等荷重負担とする。

3. 3 設計照査

許容応力度法による独立受圧板の検討においては、曲げモーメントに係わる引張応力度、圧縮応力度及びせん断抵抗、支圧抵抗に加えて、押し抜きせん断抵抗についても許容応力度の範囲内にあるかの照査を実施する。

3. 4 設計部材

吹付モルタルに使用するセメントは JIS R 5210 に定めたポルトランドセメントとし、鉄筋においては JIS G 3112、枠用型枠は JIS G 3547 に定めた同等以上の品質とする。

3. 5 設計形状

設計形状については市場性や施工性を考慮して、正方形となる平板形状を基本とするが、設置面状況により長方形となる異形形状も良しとする。

3. 6 設計基準

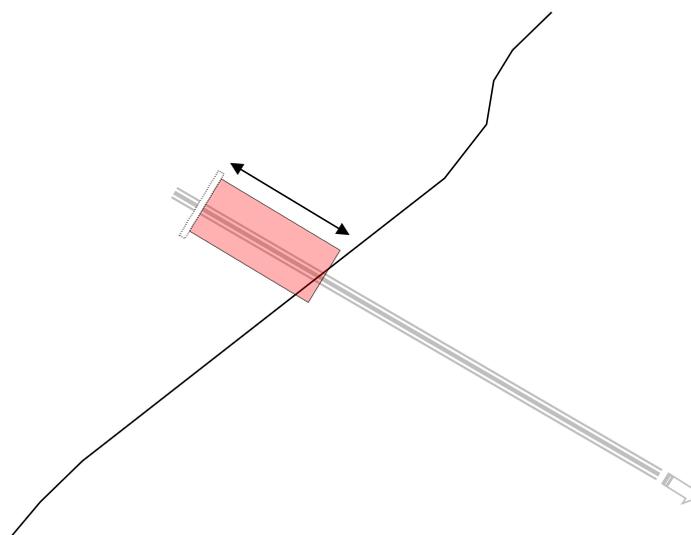
本工法において参照する設計基準（引用）は、以下のとおりである。

- 1) コンクリート標準示方書（構造性能照査編）－平成 14 年 3 月：土木学会
- 2) 道路橋示方書・同解説（IV 下部構造編）－平成 29 年 11 月：日本道路協会
- 3) 道路橋示方書・同解説（III コンクリート橋・コンクリート部材編）－同上
- 4) のり枠工の設計・施工指針第 3 版－平成 25 年 10 月：全国特定法面保護協会
- 5) グラウンドアンカー受圧板設計・試験マニュアル－平成 16 年 12 月：土木研究センター
- 6) 設計要領（第一集、土工）－令和 2 年 7 月：NEXCO
- 7) グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説－平成 24 年 5 月：地盤工学会
- 8) 切土補強土工法設計・施工要領－平成 19 年 1 月：NEXCO（ボルト対応時）
- 9) アンカー材設計・施工マニュアル－各種

4. 施工要領

4. 1 打設位置検測等

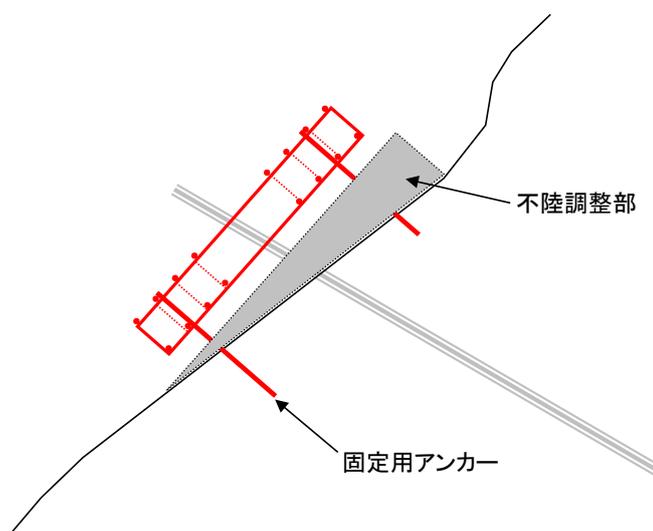
切土又は法面整形、ラス張り工等を施した後、グラウンドアンカー打設位置の検測を実施する。その際、天端部はアンカーのセット位置を考慮し、アンカー自由頂部の必要寸法を残置する。



※グラウンドアンカー等を先打ちする場合も、以下の手順を実施する。

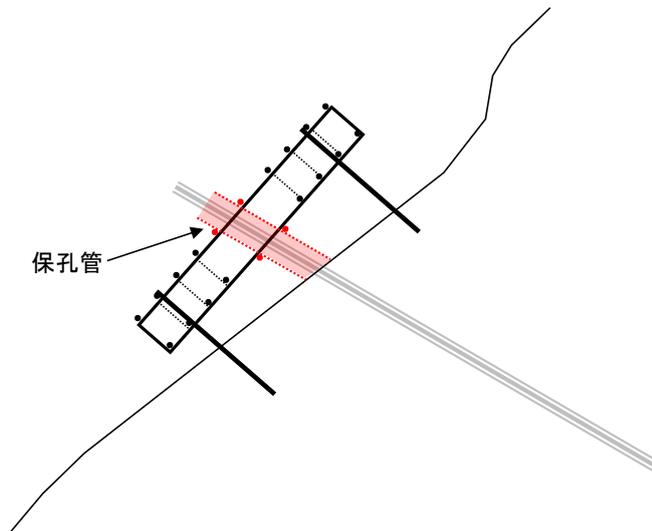
4. 2 枠用鉄筋加工・組立

所定の位置に補強鉄筋を組み立てるため、先行して固定用アンカーを打設する。鉄筋配置は不陸調整部を考慮し、所定の配置間隔に従って結束固定する。



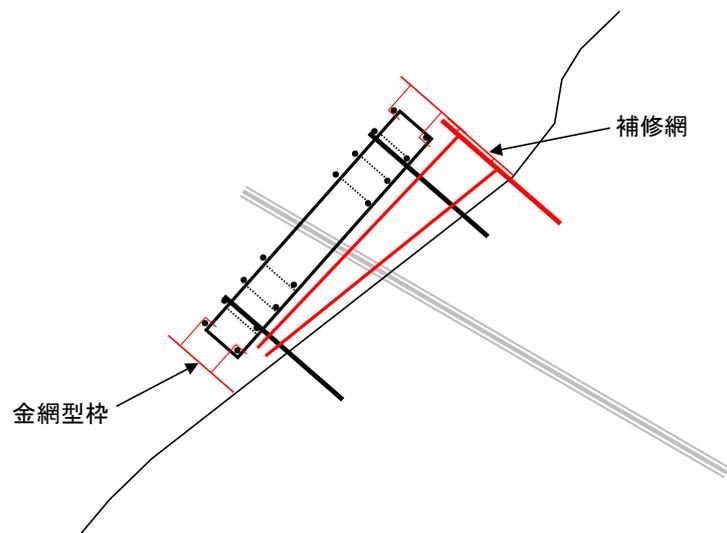
4. 3 保孔管設置

保孔管（VU 塩ビ管等）は削孔径に合わせて選定し、アンカー材の保護管として設置する。その際、緊張時の方向取りに注意し、アンカー材頭部の垂れを修正した位置に補強鉄筋にて結束固定する。



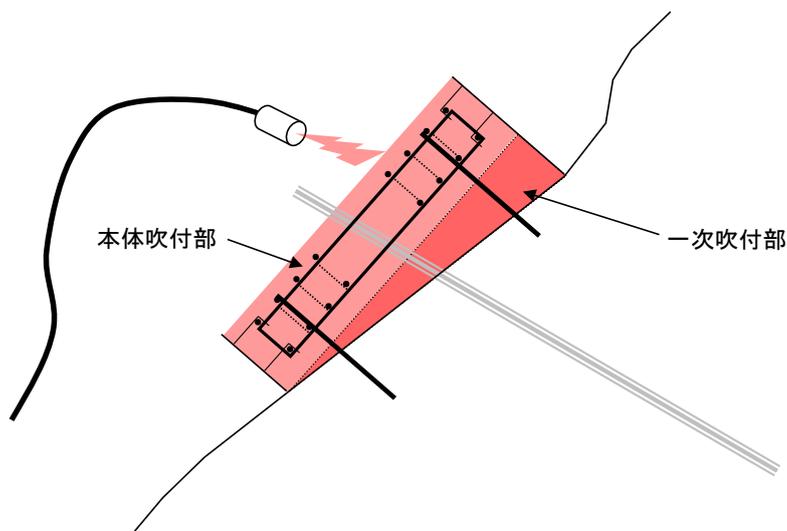
4. 4 枠用型枠設置

型枠の設置は固定された補強鉄筋をガイドに、所定のかぶりを確保して設置する。また、不陸調整部が大きくなる面では固定用アンカーを増し打ちし、新たに補強鉄筋や専用の補修網を加えて、調整部の隙間を閉塞する。



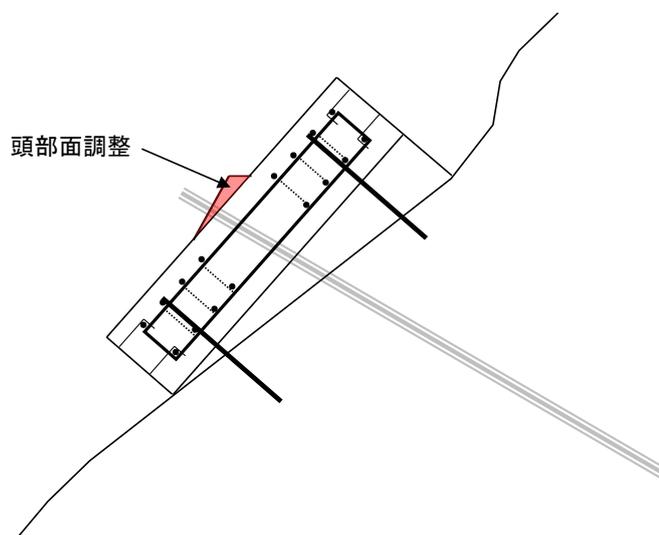
4. 5 枠吹付工

枠吹付工に用いるモルタルコンクリートは過去の実績や試験練り等によって、強度等の要求性能を満たしたものとし、型枠内に密実に充填できるように吹き付ける。吹付時は型枠が変形を生じないように下方より充填し、連続して吹き上げるものとする。また、不陸調整部が大きくなる場合は、吹付を段階施工に切り替えた一次吹付として調整部だけを充填することで、本体ブロックとの分離施工とする。尚、吹付面の仕上は、天端部及び側面部となり、コテ仕上げを基本とする。



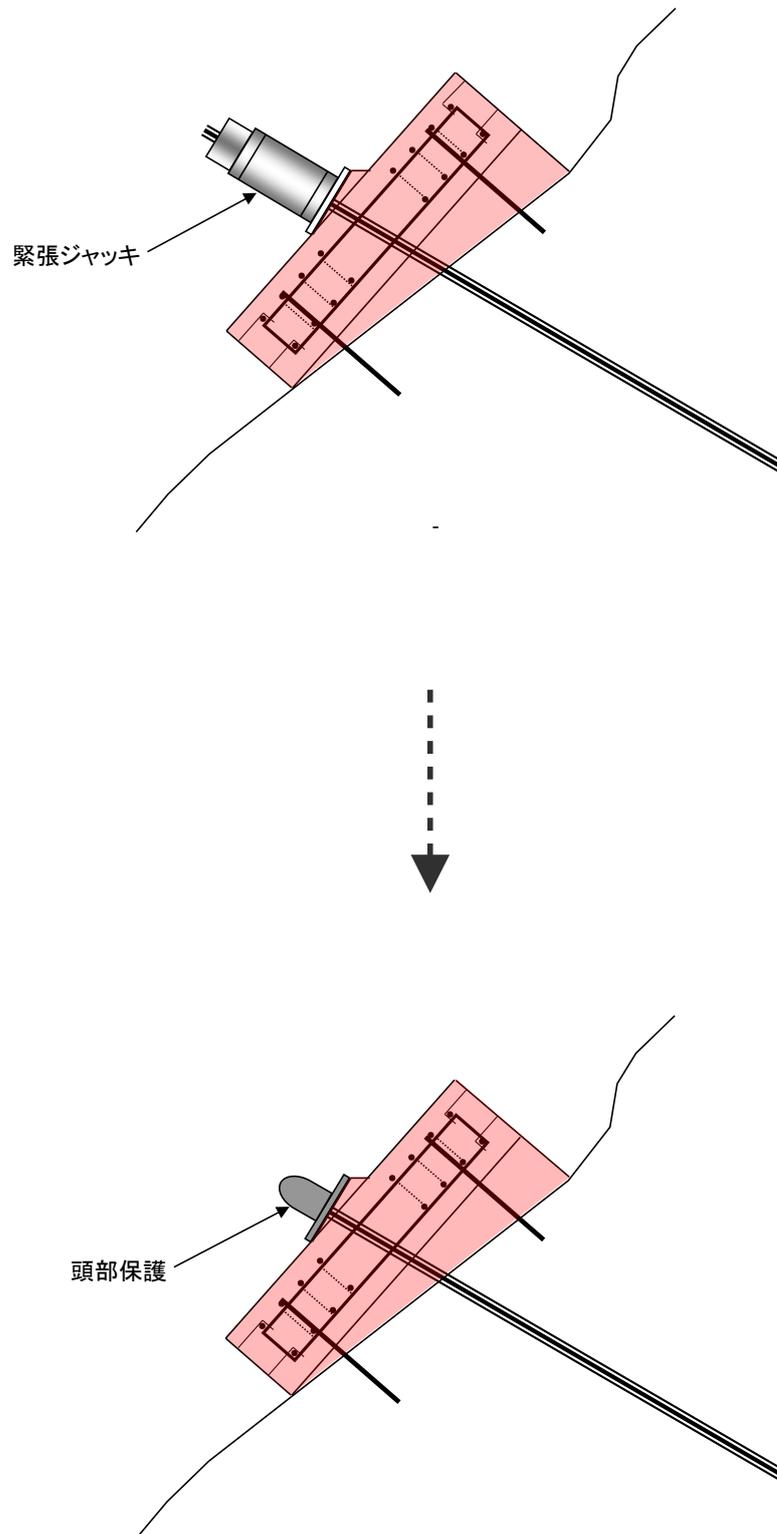
4. 6 頭部面調整

アンカー方向に対する頭部面の調整は、天端面とアンカー角度が直交しない場合に実施する。基本的に調整具はアンカー材各種専用の鋼製台座とするが、それ以上の対応が必要となる場合は、頭部面へのモルタル台座を併用する。



4. 7 緊張定着工

緊張定着工は、材齢日等によりモルタルコンクリートが所要の強度に達したことを確認し、所要の残存引っ張り力が得られるように初期緊張力を導入する。



4. 8 管理項目

ユニバーサルボード工法に関する管理項目は、以下を標準とする。また、設計・施工基準については、「3. 6 項 設計基準」に準拠するものとする。

4. 8. 1 許容応力度外

吹付モルタルの設計基準強度は、 $\sigma_{ck}=18\text{N/mm}^2$ を標準とする。

【設計検討に用いる許容応力度】

設計基準強度	許容圧縮応力度	許容せん断応力度	許容押拔せん断応力度	許容付着応力度	許容引張応力度
σ_{ck}	σ_{ca}	τ_{ca}	τ_{pa}	τ_{oa}	σ_{sa}
18.0	7.0	0.400	0.800	1.40	196.0

※コンクリート標準示方書（土木学会）引用

4. 8. 2 鉄筋規格

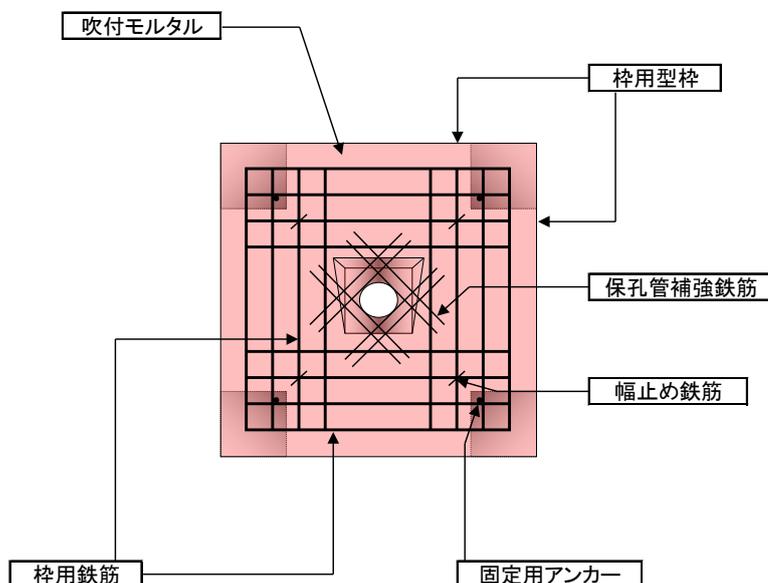
補強鉄筋の材質は、SD345 を標準とする。

4. 8. 3 型枠規格

枠用型枠は、JIS G 3547 に適合する線材を使用した金網型枠を標準とする。

【現場吹付不陸調整一体型独立受圧板配置例】

《 仮 想 梁 》



5. 設計検討

5. 1 設計方針

ユニバーサルボード工法の設計は下表の適用範囲を基準とし、設計アンカー力より生じる地盤反力に対して安定検討を実施するものである。尚、アンカー工程そのものについては、「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」によるものとする。

【標準適用範囲の目安】

積算項目	適用範囲
型枠・鉄筋加工組立	法面作業
受圧板梁高	300 mm以下（ボルト仕様）
	300 mm～600 mm（アンカー仕様）
吹付圧送距離	≦100m（<200m）
吹付施工高	≦45m（<90m）

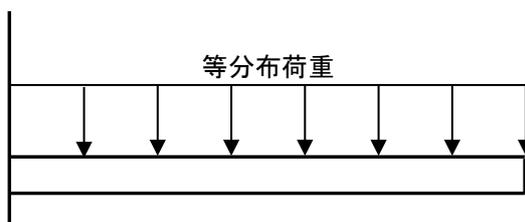
※上記適用範囲は、「のり枠工設計・施工指針」に準拠する。

※上記適用範囲は、あくまでも目安であって形状・寸法等を制限するものではない。

※高圧コンプレッサーによる圧送は、（ ）内距離を目安とする。

5. 2 構造モデル

設計アンカー力より生じる地盤反力が、独立受圧板に等分布荷重として作用するものとし、アンカーによって固定された片持ち梁（仮想梁）として検討する。



5. 3 荷重の負担

独立受圧板への作用荷重は、仮想梁長で均等に負担するものとする。

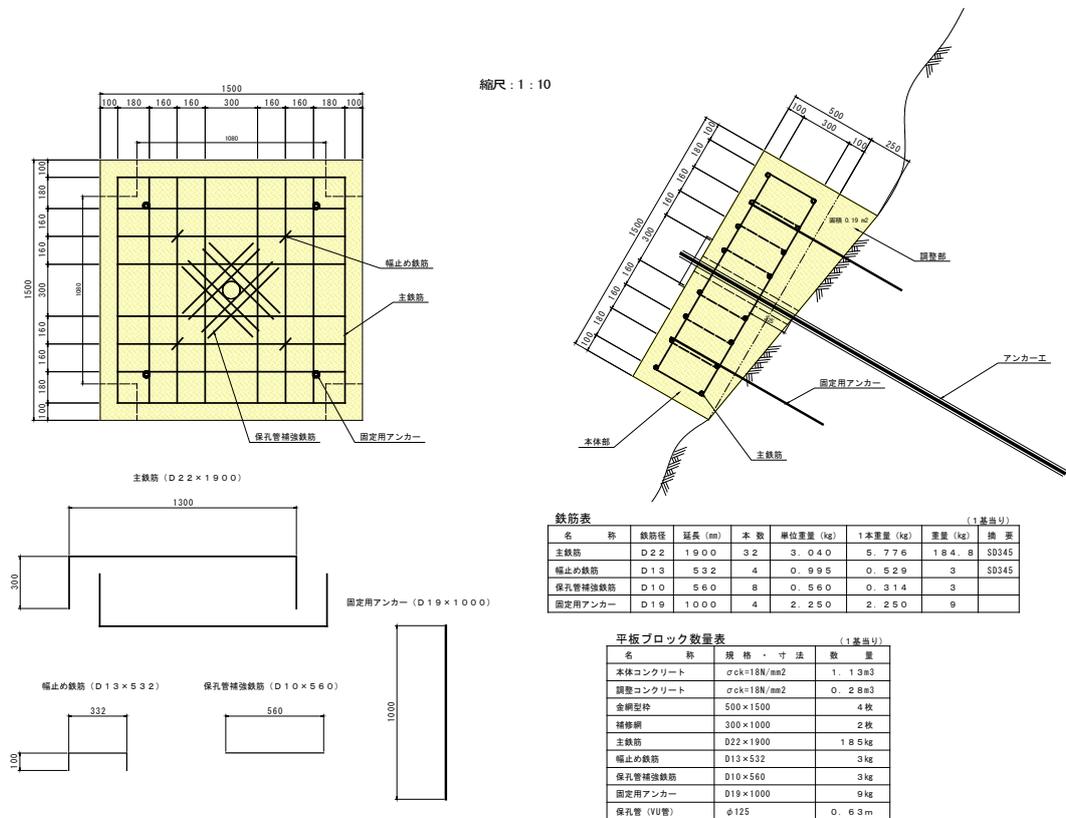
5. 4 安全性の照査

独立受圧板への照査は、許容応力度設計法にて反力体の安全性を検討するものとする。尚、反力体の強度は各部材の応力度が、それぞれの許容値以下であることを検討することによって確かめるものとする。照査する各部材の応力度は、以下のとおりとする。

- ・ 圧縮応力度
- ・ せん断応力度
- ・ 付着応力度
- ・ 鉄筋の引張応力度
- ・ 支圧応力度
- ・ 押し抜きせん断応力度

【計画図凡例】

現場吹付不陸調整一体型独立受圧板工構造図
(現場吹付ユニバーサルボード工法)



6. 設計条件

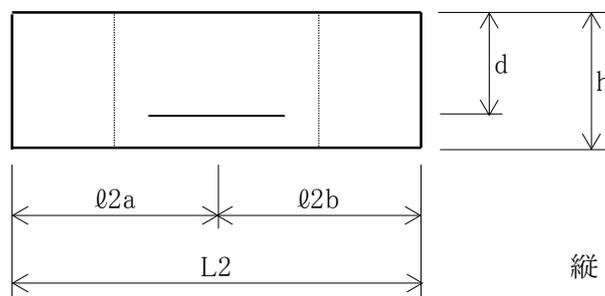
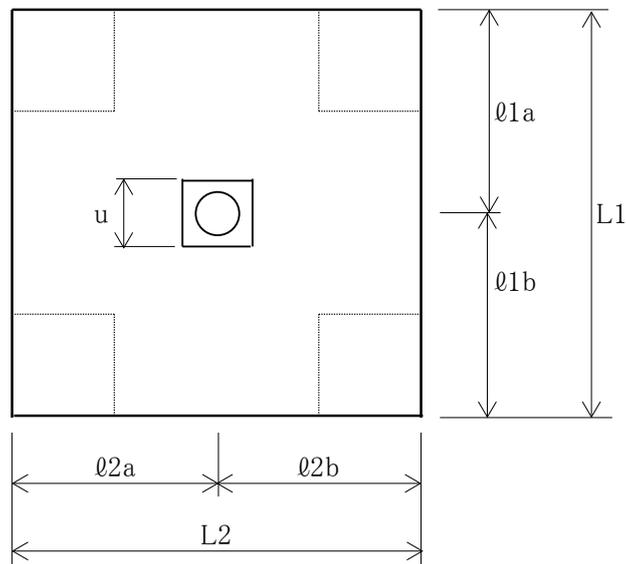
ユニバーサルボード工法の検討は、アンカー打設位置を支点として縦横均等に地盤反力が等分布荷重として作用する応力に対して、安全性の照査を実施するものである。

6. 1 設計アンカー力

必要とする設計アンカー力を決定する。(Td: kN/本)

6. 2 独立受圧板の標準形状

現場吹付不陸調整一体型独立受圧板の標準形状は、下図を基本とする。



縦	長	L1 =	m
		l1a =	m
		l1b =	m
横	長	L2 =	m
		l2a =	m
		l2b =	m
梁	高	h =	mm
有	効	d =	mm
プレート	幅	u =	mm

6. 3 許容応力度

検討において対応する許容応力度は、下表を基本とする。

設計基準 強度	許容圧縮 応力度	許容せん断 応力度	許容押拔せ ん断応力度	許容付着 応力度	許容引張 応力度
σ_{ck}	σ_{ca}	τ_{ca}	τ_{pa}	τ_{oa}	σ_{sa}
18.0	7.0	0.400	0.800	1.40	196.0

※コンクリート標準示方書（土木学会）引用

6. 4 地盤支持力

当該地においての許容支持力を確定する。（ q_a : kN/m^2 ）

- ・独立受圧板が負担する載荷面積（縦長×横長）

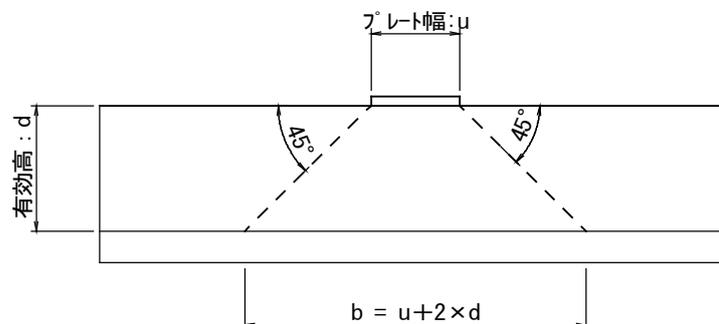
$$A = L1 \times L2 \quad (\text{m}^2)$$

- ・地盤支持力の算出

$$q = \frac{\text{設計アンカー力}}{\text{載荷面積}} = \frac{Td}{A} \quad (\text{kN/m}^2)$$

6. 5 仮想梁幅

仮想梁幅は、下図モデルを基本として算出する。



- ・仮想梁幅の算出

$$b = u + 2 \times d \quad (\text{m})$$

7. 設計計算

ユニバーサルボード工法の安定計算は、仮想梁モデルによる破壊形態を基本として、独立受圧板の曲げモーメント、せん断抵抗、支圧抵抗、押し抜きせん断抵抗に対して検討比較するものである。

7. 1 独立受圧板への作用荷重

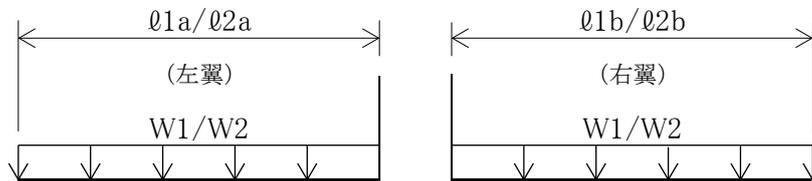
独立受圧板に作用する等分布荷重は、以下の算出式とする。

$$W1 = W2 = \frac{\text{設計アンカー力}}{\text{縦長} + \text{横長} - \text{仮想梁幅}} = \frac{Td}{L1 + L2 - b} \quad (\text{kN/m})$$

7. 2 曲げモーメント・せん断力の算出

独立受圧板に片持ち梁として作用する応力度について算出する。尚、応力支点についてはアンカープレート辺位置とし、応力度においては最大値を適用する。

・縦梁及び横梁に作用する構造モデル (Mmax、Smax)



※支点位置(x)

※Mmax: 最大曲げモーメント

※Smax: 最大せん断力

・支点位置に発生する最大曲げモーメントの算出 (縦梁、横梁)

$$M_{\max} = \frac{1}{2} \times \frac{\text{等分布荷重}}{(W1 \text{ 又は } W2)} \times \left(\frac{\text{片持ち距離} - \text{支点位置}}{(l1a \text{ 又は } l2a - x)} \right)^2 \quad (\text{kN/m})$$

※縦梁及び横梁を比較して大きい方を最大値とする。

・支点位置に発生する最大せん断力の算出 (縦梁、横梁)

$$S_{\max} = \frac{\text{等分布荷重}}{(W1 \text{ 又は } W2)} \times \frac{\text{片持ち距離}}{(l1a \text{ 又は } l2a)} - W1/W2 \times x \quad (\text{kN/m})$$

※縦梁及び横梁を比較して大きい方を最大値とする。

7. 3 応力度の検討

許容応力度法による照査として、鉄筋コンクリートの理論に従って応力度の検討を実施するものである。

・鉄筋比等の算出

仮想梁幅 : b (mm)
梁高 : h (mm)
有効高 : d (mm)
鉄筋量 : A_s (mm²)
弾性係数比 : n

$$\text{鉄筋比 } p = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$\text{係数 } k = \frac{\sqrt{2 \times n \times p + (n \times p)^2}}{n \times p}$$

$$\text{係数 } j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$\text{係数 } m = \frac{k}{2 \times p}$$

・鉄筋の引張応力度算出

$$\sigma_s = \frac{M_{\max} \times 10^6}{A_s \times j \times d} \quad (\text{N/mm}^2)$$

・コンクリートの圧縮応力度算出

$$\sigma_c = \frac{\sigma_s}{m} \quad (\text{N/mm}^2)$$

・コンクリートのせん断応力度算出

$$\tau_c = \frac{S_{\max} \times 10^3}{b \times j \times d} \quad (\text{N/mm}^2)$$

・鉄筋とコンクリートの付着応力度算出

$$\tau_o = \frac{S_{\max} \times 10^3}{U \times d \times j} \quad (\text{N/mm}^2)$$

※U : 主鉄筋の周長 × 対象本数

7. 4 支圧応力度の検討

アンカーからの局部载荷に対して、アンカープレートの応力度を検討する。

・許容支圧応力度の算出

コンクリートの設計基準強度： σ_{ck} (N/mm²)

プレート幅： u (mm)

アンカー箱抜径： $D1$ (mm)

仮想梁幅： b (mm)

コンクリート面の全面積： $A = b^2 - \frac{\pi \times D1^2}{4}$ (mm²)

プレートの有効面積： $Aa = u^2 - \frac{\pi \times D1^2}{4}$ (mm²)

☆許容支圧応力度は σ_{ba} は、以下のように計算する。

$$\sigma_{ba} \leq \left(0.25 + 0.05 \times \frac{A}{Aa}\right) \times \sigma_{ck} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_{ba} \leq 0.5 \times \sigma_{ck} \quad (\text{N/mm}^2)$$

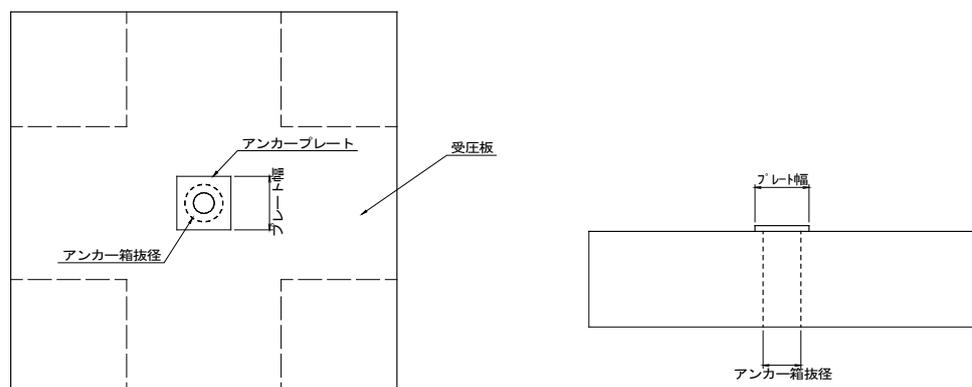
※但し、設計基準強度の50%以内に抑えるものとする。

・支圧応力度の算出

☆許容支圧応力度は σ_b は、以下のように計算する。

$$\sigma_b = \frac{Td \times 10^3}{Aa} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_b = \leq \sigma_{ba} \quad \dots \text{OK}$$



7. 5 押し抜きせん断応力度の検討

独立受圧板に作用する押し抜きせん断抵抗について、検討を実施するものである。

- ・設計断面の周長算出

プレート幅：u (mm)

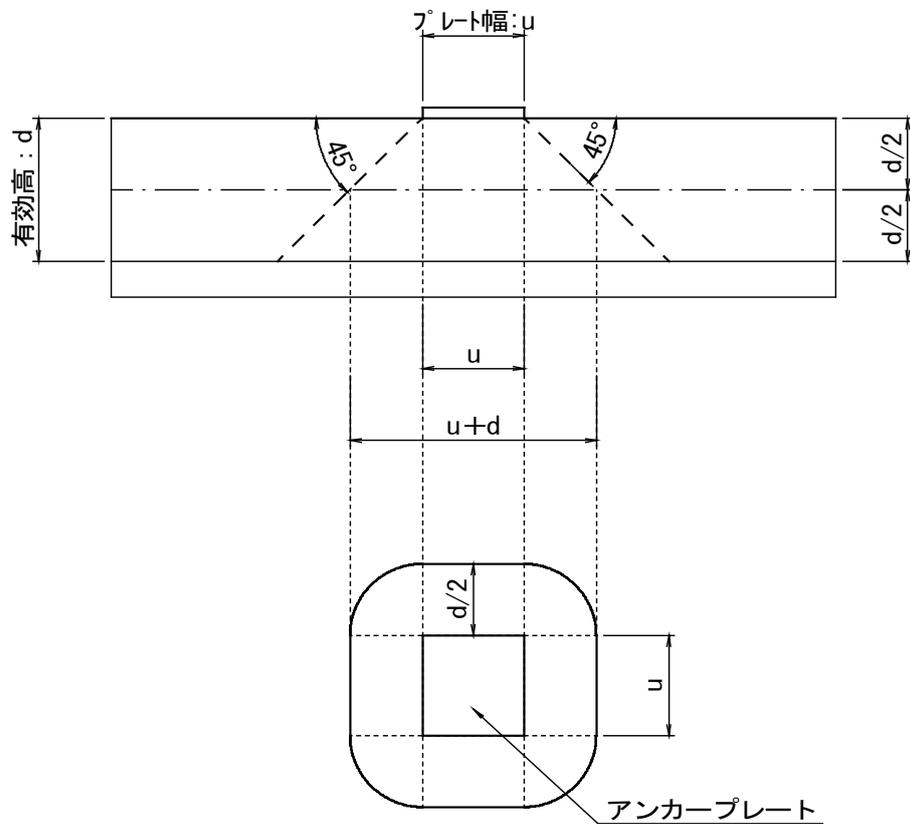
有効高：d (mm)

設計断面の周長： $u_p = \pi \times d + 4 \times u$ (mm)

- ・押し抜きせん断応力度の算出

$$\tau_p = \frac{Td}{u_p \times d} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$\tau_p = \leq \tau_{pa} \quad \dots \text{OK}$$



8. 独立板の移動検討

アンカー傾角と独立板設置面において、広角度で独立受圧板を設置する場合には、地耐力及び受圧板の移動に対して検討を行うものとする。尚、受圧板の移動に対する検討は、次式により行うものとする。

※グラウンドアンカー設計・施工要領（NEXCO）引用

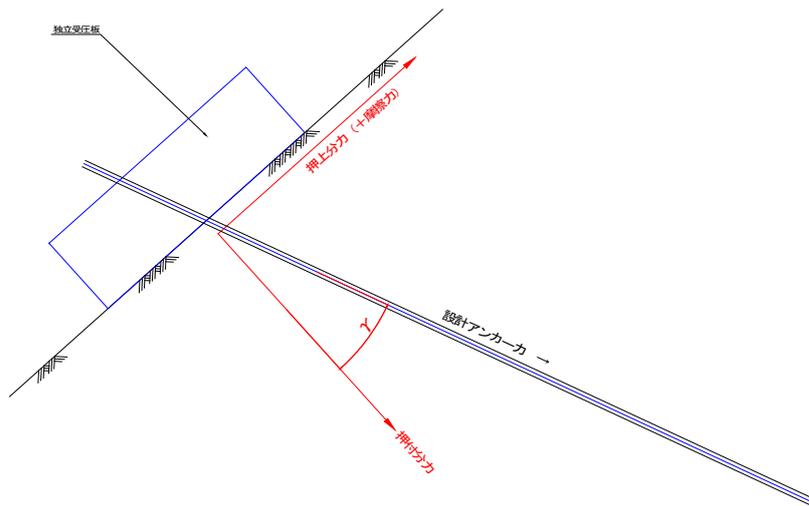
$$F_s = \frac{T_d \cdot \cos \gamma \cdot \mu}{T_d \cdot \sin \gamma} \geq 1.5 \quad (\text{ただし、} \mu = \tan \phi)$$

F_s : 目標安全率 ($F_s=1.5$)

μ : 独立板の摩擦係数

$T_d \cdot \cos \gamma \cdot \mu$: 独立板の抵抗力

$T_d \cdot \sin \gamma$: 独立板の滑動力



※安全率が 1.5 を下回る場合には、独立板に滑り止め等の対策を講じる。

滑り止めアンカー : D19 mm (SD345)

鉄筋断面積 : 286.5 mm²

鉄筋の許容せん断応力度 : 80N/mm²

☆不足分抵抗力の算出 (独立板の滑動力 × 1.5 倍 - 独立板の抵抗力)

$$T_d \cdot \sin \gamma \times 1.5 - T_d \cdot \cos \gamma \cdot \mu = \text{滑り止めせん断力 (qs1)}$$

☆アンカー鉄筋によるせん断力 (qs2)

$$\frac{\text{断面積} \times \text{応力度} \times \text{本数}}{1000} = \text{qs2} \geq \text{qs1}$$