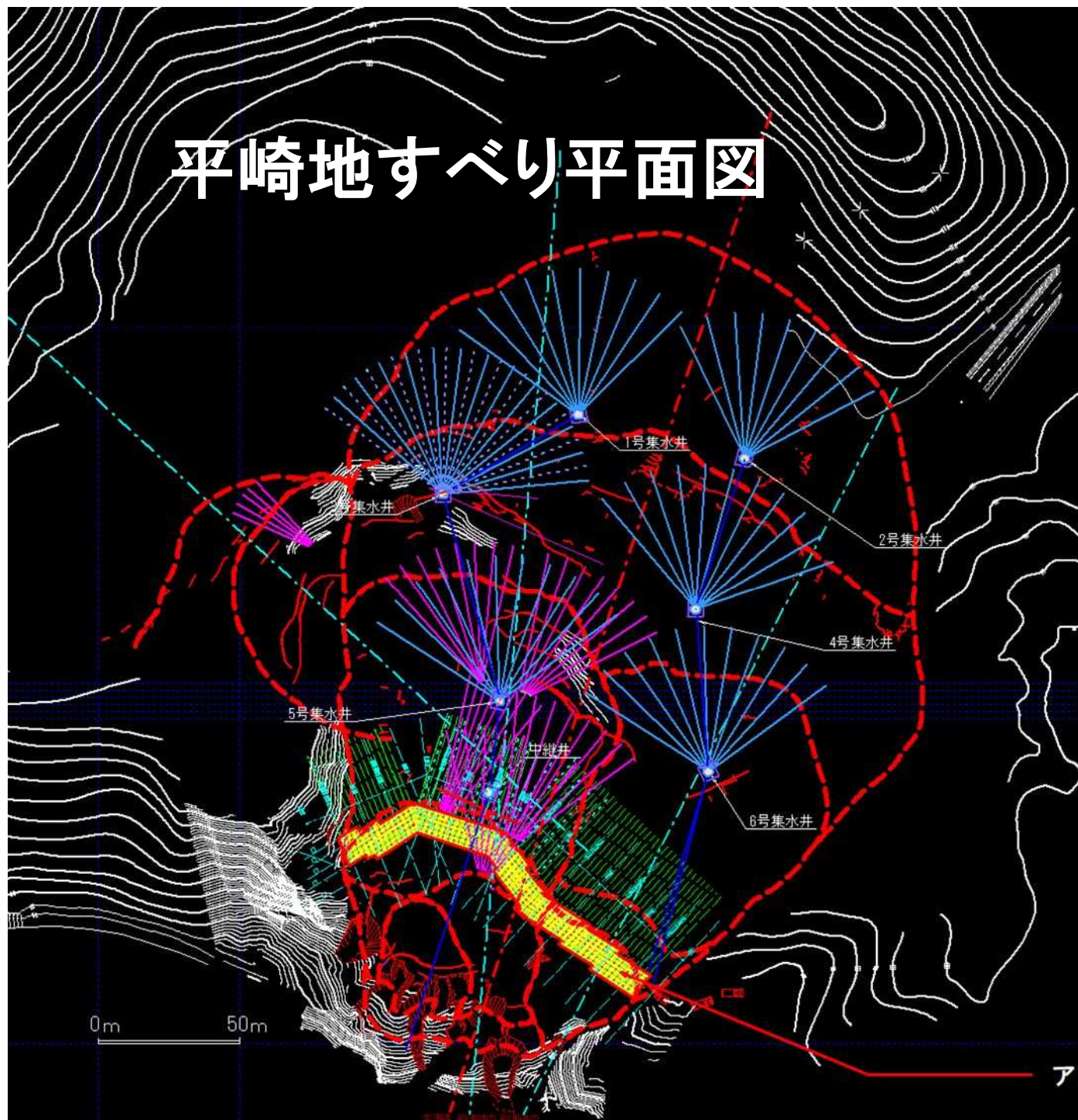


軟弱地盤におけるアンカー設計 の課題と対処事例

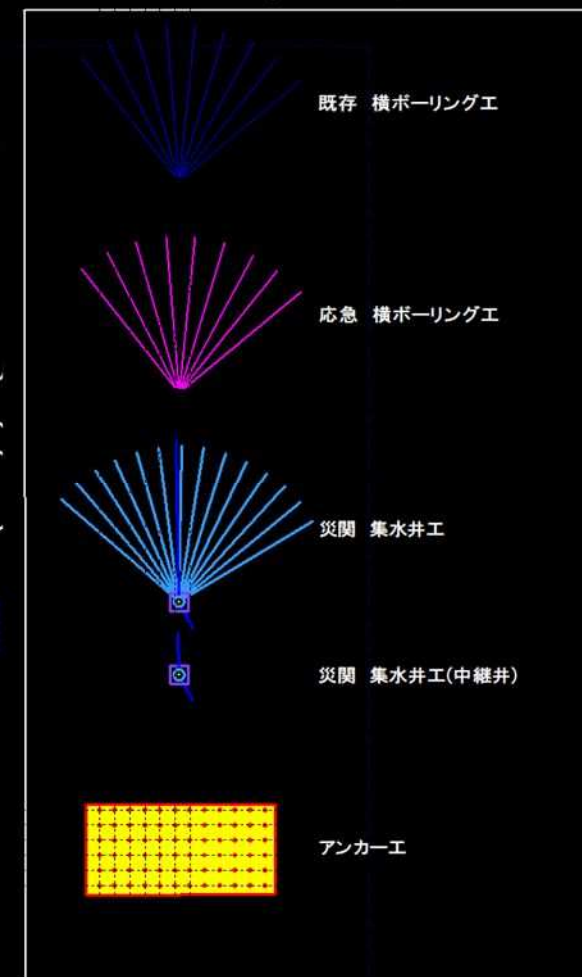
地すべり学会九州支部 学術講演会
令和5年6月8日

○ 三田和朗 技術士(応用理学・総監)
有村健吾 技術士補(建設) 地すべり工事士

平崎地すべり平面図

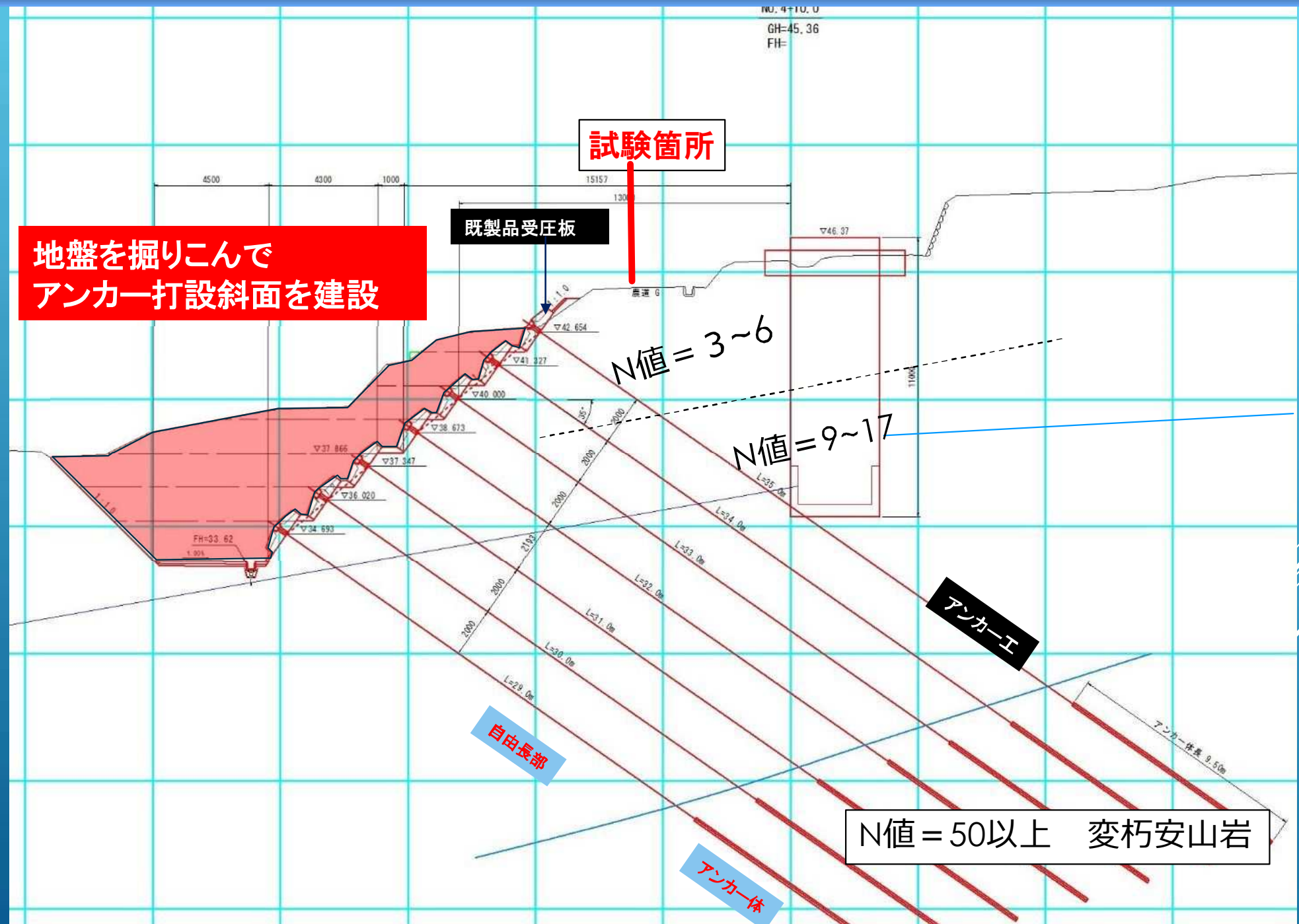


対策工凡例



アンカー工

アンカー設置のために斜面掘削

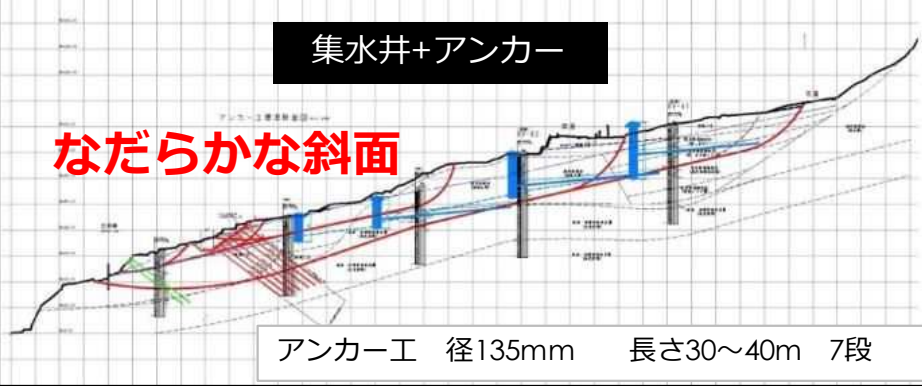
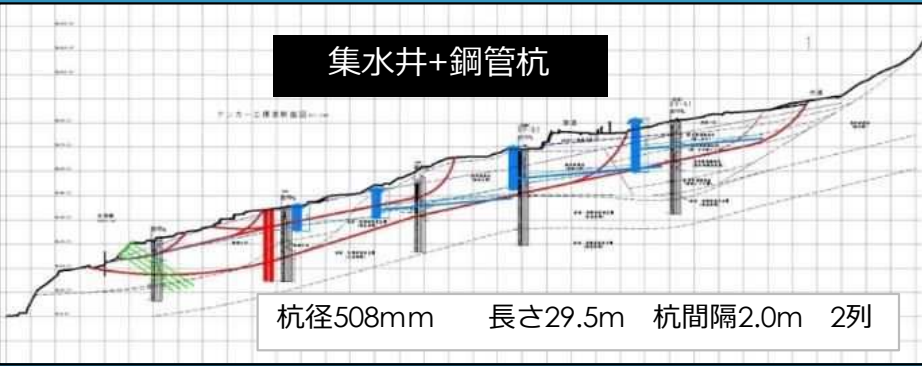
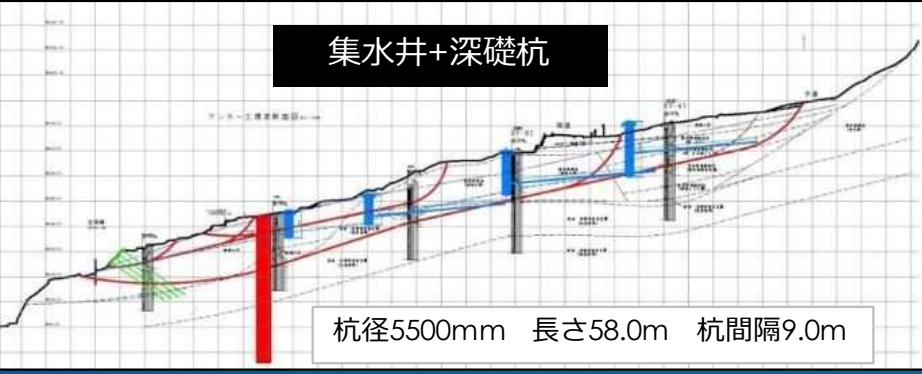


アンカー設計上の課題

- ▶ アンカー設置斜面が無い→斜面を彫り込む
- ▶ アンカー 1 本当たりの設計荷重967(kN/本)
- ▶ 軟質地盤N値=3~4
 - 一般的な地耐力は、30~40(kN/m²)
- ▶ 必要な地耐力(許容支持力)
250(kN/m²)

抑止工の工法比較表（設計当時）

AブロックFS=1.00（BブロックFS=0.98）→集水井（5%UP）→P.Fs=1.20

工法案名称 模式図	概要	抑止工の概要	工事費 億円
<p>集水井+アンカー</p>  <p>なだらかな斜面</p> <p>アンカー工 径135mm 長さ30~40m 7段</p>	<p>集水井 安全率5%</p> <p>アンカー工Fs=1.2</p>	<p>アンカー Td=967(KN/本) 定着長9.5m 径135mm 2.0mピッチ 7段 合計457本</p>	<p>7.2</p> <p>◎</p>
通常はアンカー不適 しかし最経済工法			
<p>集水井+鋼管杭</p>  <p>杭径508mm 長さ29.5m 杭間隔2.0m 2列</p>	<p>集水井 安全率5%</p> <p>鋼管杭工Fs=1.2</p>	<p>鋼管杭 570材 くさび杭 外径550mm 肉厚36mm 2.0mピッチ（千鳥） 合計150本</p> <p>末端部にアンカー工必要</p>	<p>10</p> <p>○</p>
<p>集水井+深礎杭</p>  <p>杭径5500mm 長さ58.0m 杭間隔9.0m</p>	<p>集水井 安全率5%</p> <p>深礎杭工Fs=1.2</p>	<p>深礎杭 24N/mm2 くさび杭 外径5500mm 9.0mピッチ</p> <p>末端部にアンカー工必要</p>	<p>15</p> <p>△</p>

軟質地盤がアンカー受圧板を支持できるか？

長期許容地耐力表

(引用 小規模建築物基礎設計の手引き：日本建築学会)

地 盤		長期許容地耐力度	備 考
		(KN/m ²)	N値
土丹盤		300	30以上
礫層		300	30以上
砂質地盤	密なもの	300	30～50
	中位	200	20～30
		100	10～20
	ゆるい	50	5～10
	非常にゆるい	30以下	5以下

素朴な疑問①

1%の傾きで人が住めない住宅と、傾いても機能に影響がないアンカー受圧板の支持力が同じ値であることは妥当か？

そもそもN値と地盤の支持力は別物

解決策

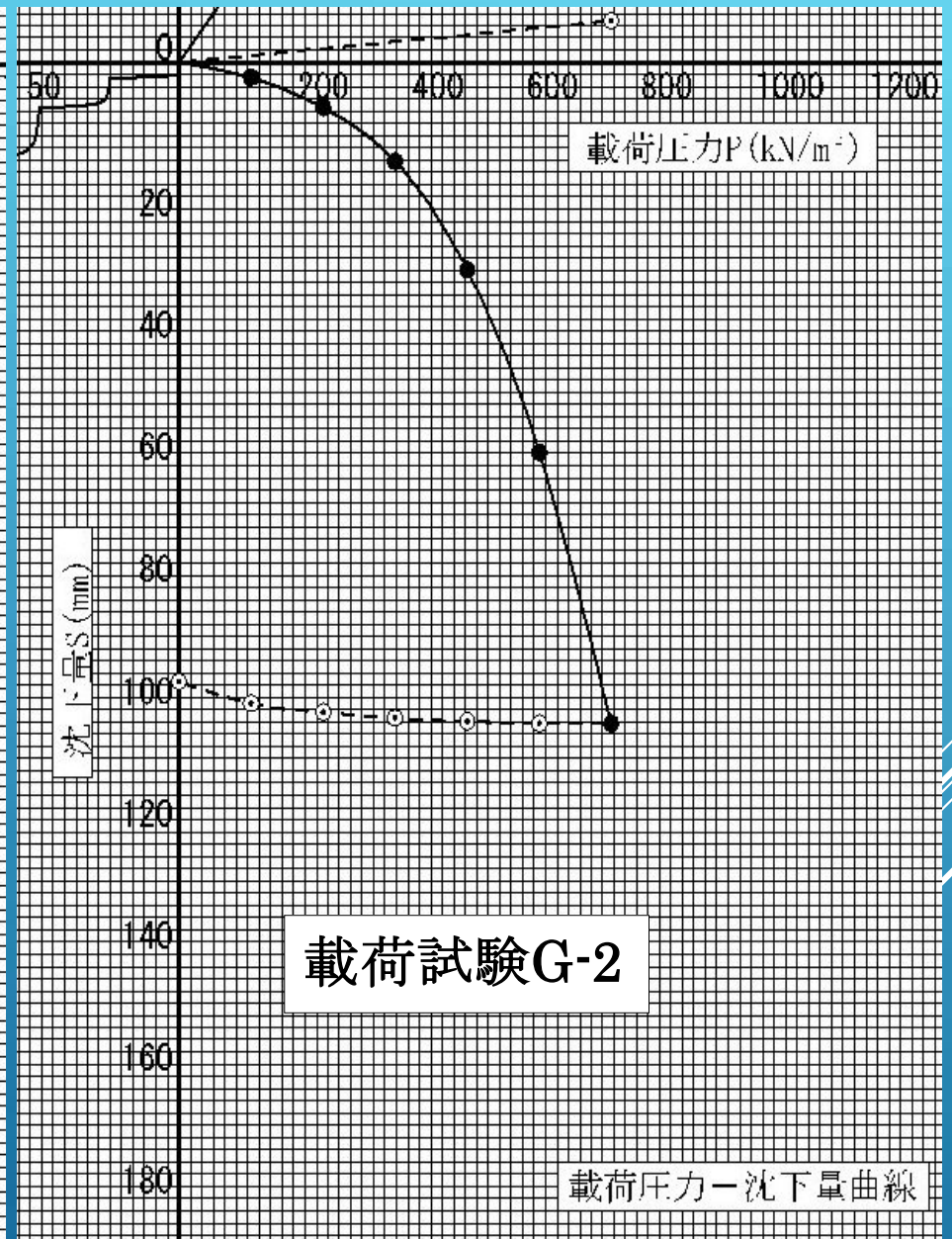
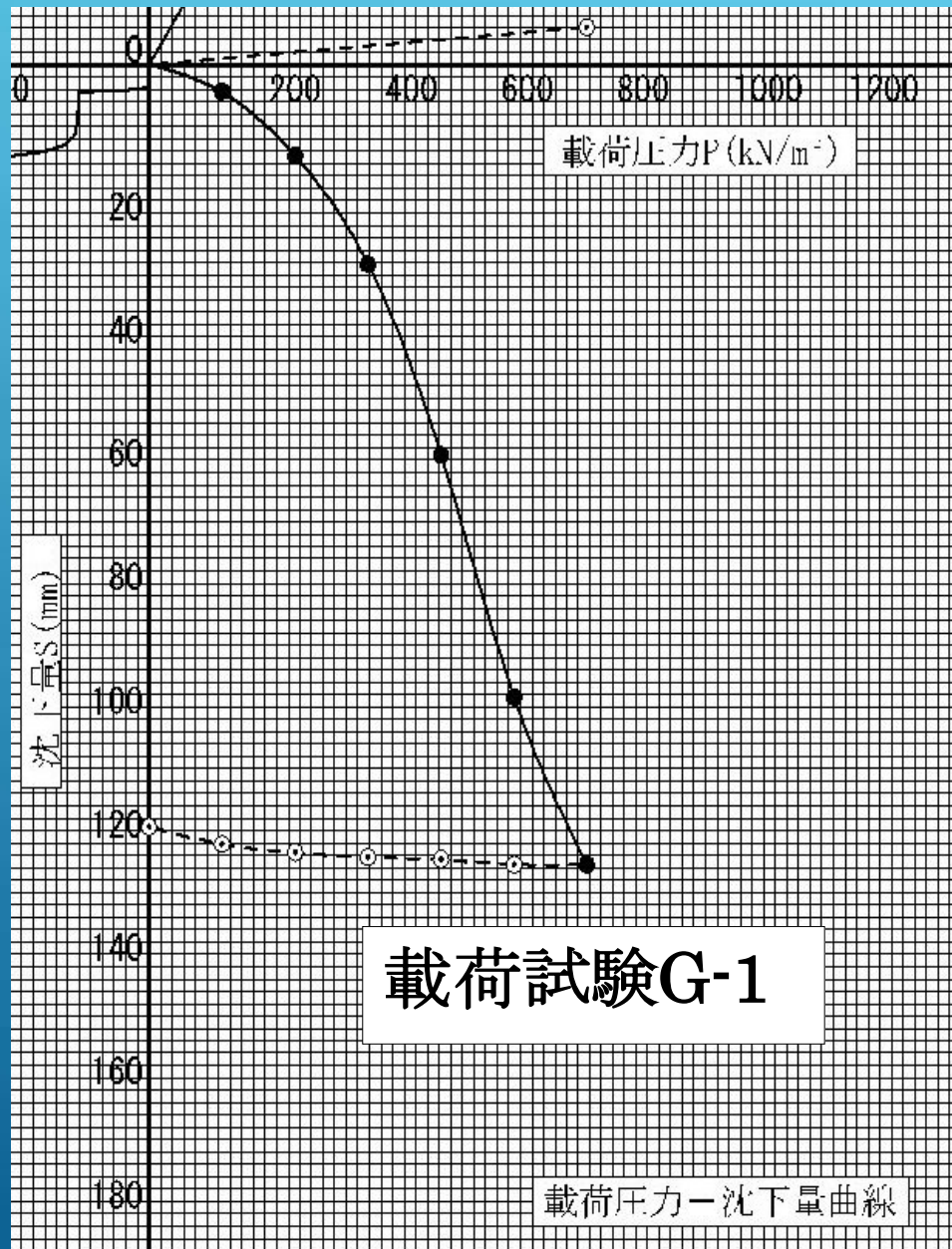
N=3～4の地盤に、実物大のアンカー受圧板(2.0m×2.0m)で、長期載荷試験実施

平板載荷試験



載荷試験 755 (KN/m²) の大荷重
で試験しても地盤は破壊しないことを確認。

平板載荷試驗結果



現場での実物大試験



アンカー荷重1226KNで**実物大長期載荷試験**
306 (KN/m²)
8日間連続載荷試験を実施

試験結果 20年後も沈下微量 → 結論 アンカーOK

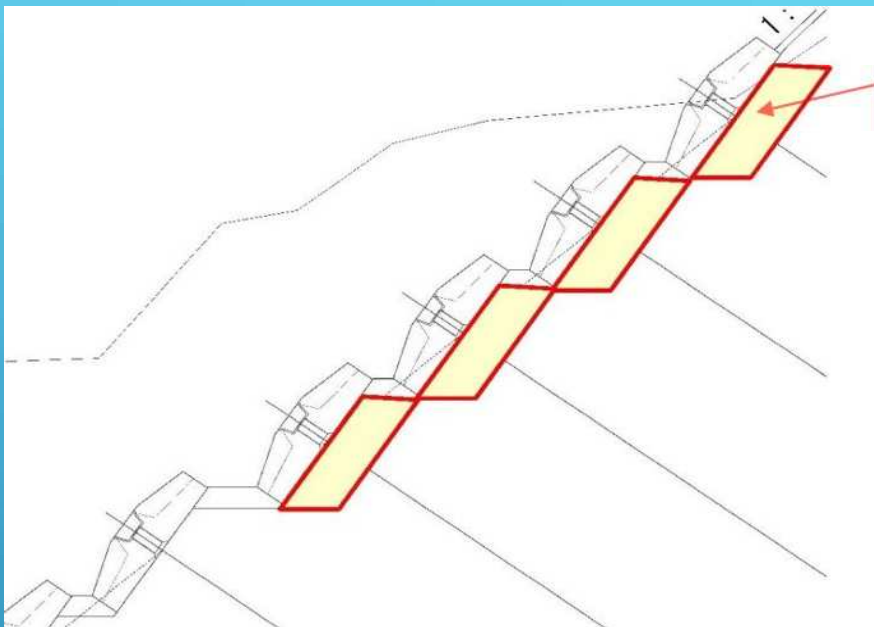
経過年	地盤工学会による算定	
	Pc	Pc/Pt
5年後	1162.4 kN	94.8 %
10年後	1159.5 kN	94.5 %
20年後	1156.5 kN	94.3 %

結果
20年後でも初期
荷重の94%維持
良好な地盤



受圧板沈下 温度 経時変化グラフ

受圧板背面の地盤改良



受圧板が大きいと、同じ地盤でも 単位面積あたりの支持力が増加する。

$$q = CN_c + \frac{1}{2}\gamma_1 BN_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$$

ここに、

q : 地盤の極限支持力(kN/m^2)

C : 粘着力(kN/m^2)

γ_1 : 基礎底面下の単位体積重量(kN/m^3)

$\gamma_2 D_f$: 根入れ部分の土の重量(kN/m^3)

D_f : 基礎の根入れ深さ(m)

B : 基礎幅(m)

N_c, N_γ, N_q : 支持力係数 (ϕ の関数)

テキスト

Terzghiの支持力式

B

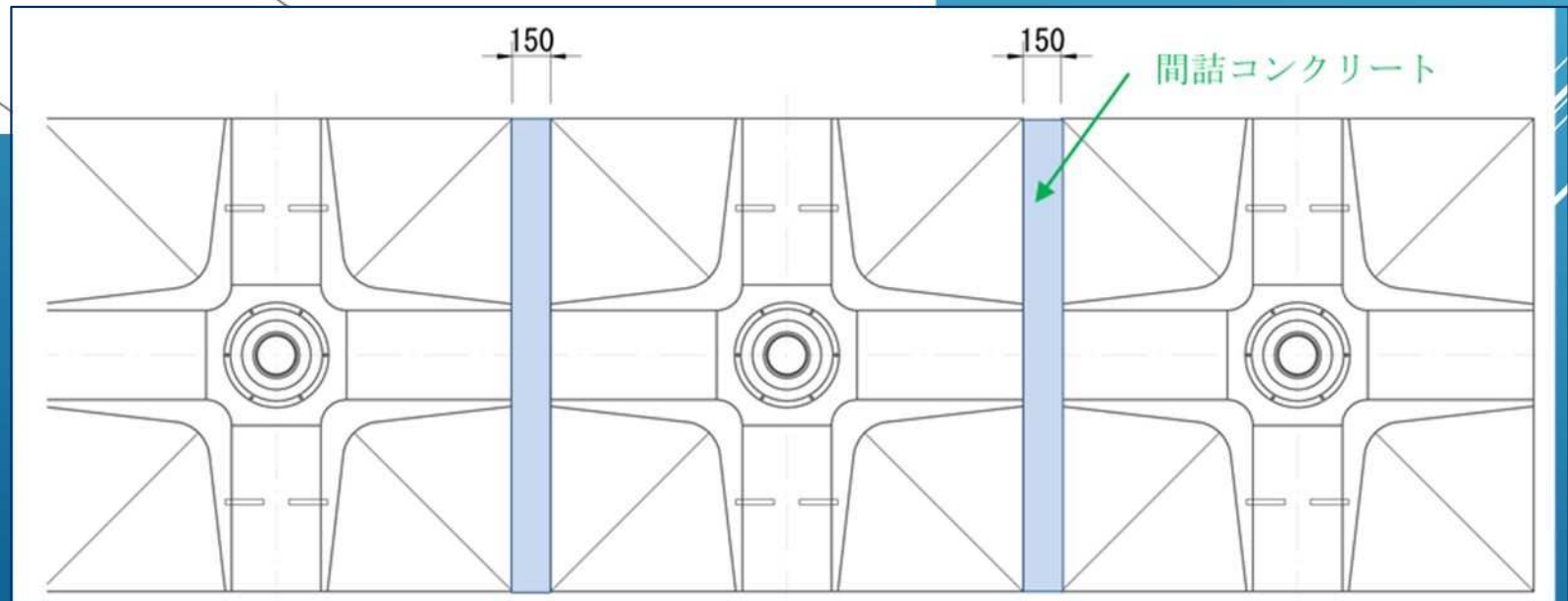
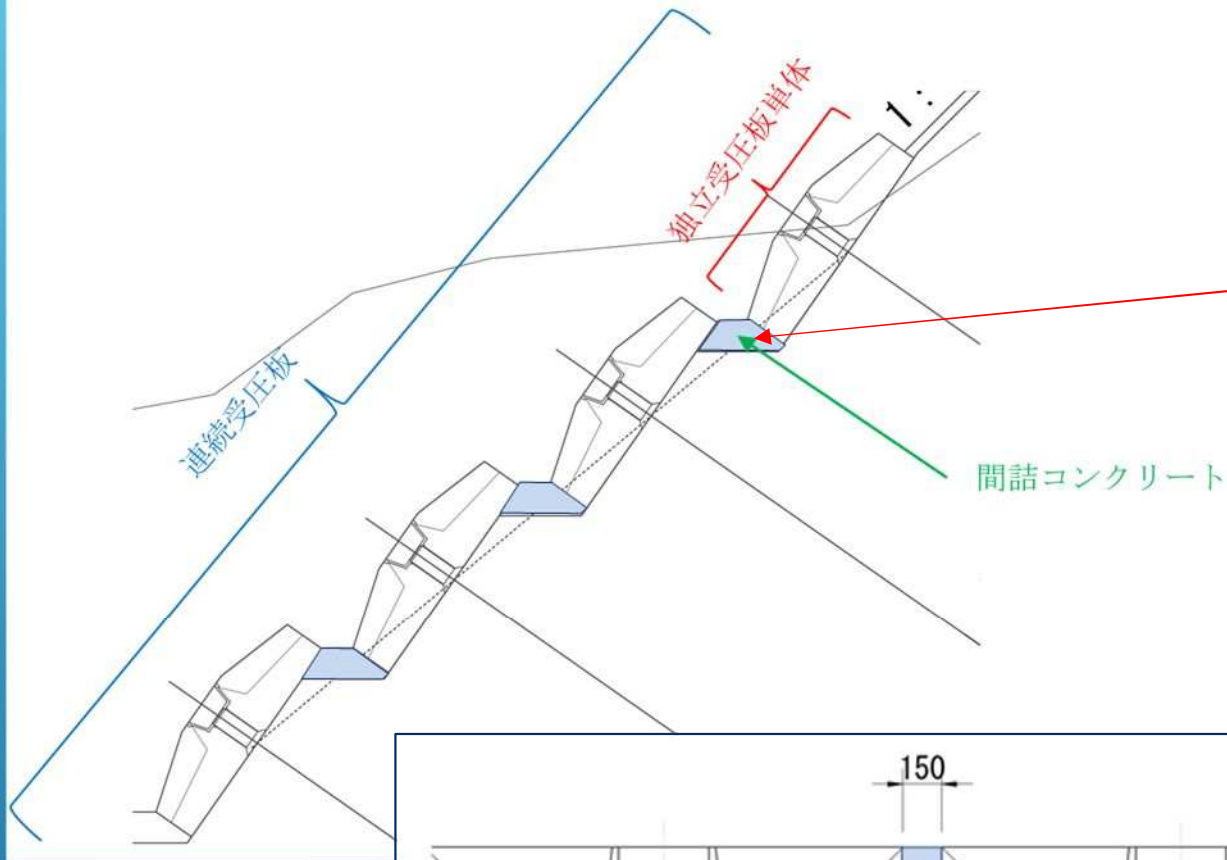
- ▶ 1辺の長さBが3倍の時、
- ▶ 単位面積の支持力は、
- ▶ $(a/\text{m}^2) \times 3$ 倍の値となる

一枚の板の支持力は27倍
(砂で根入れが無い場合)

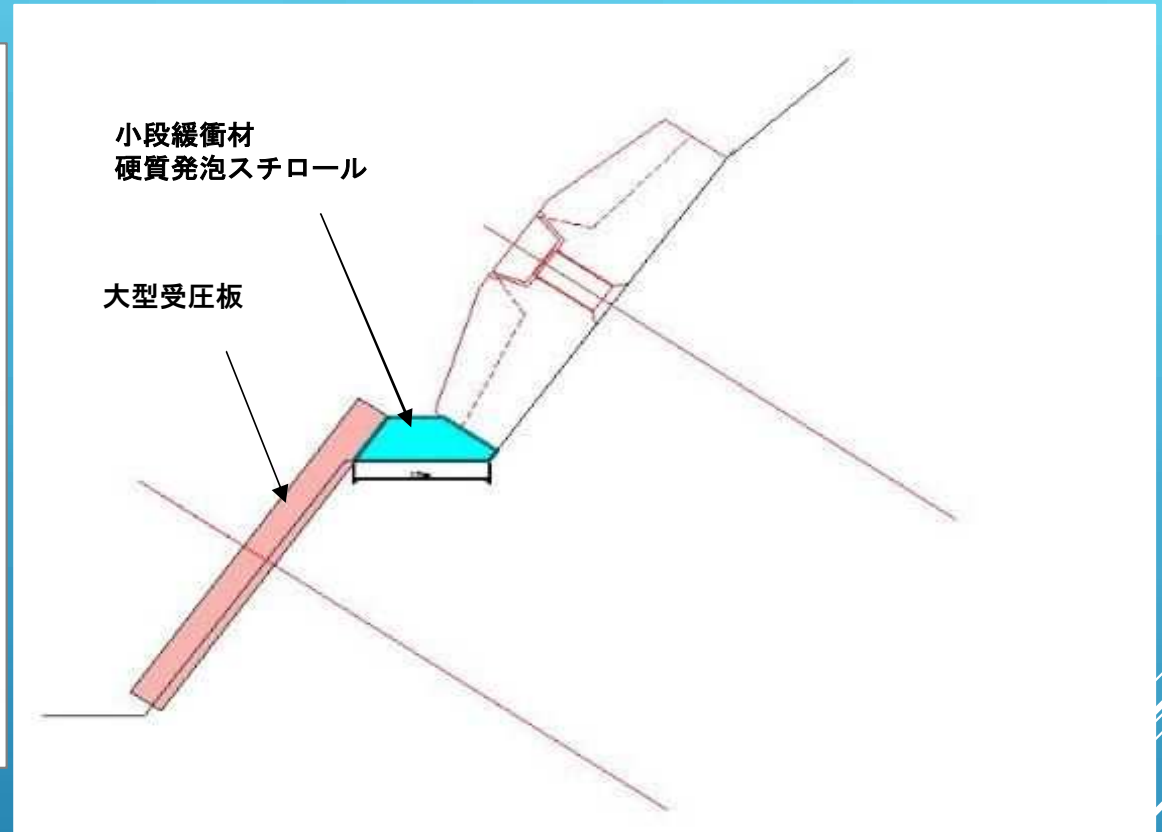
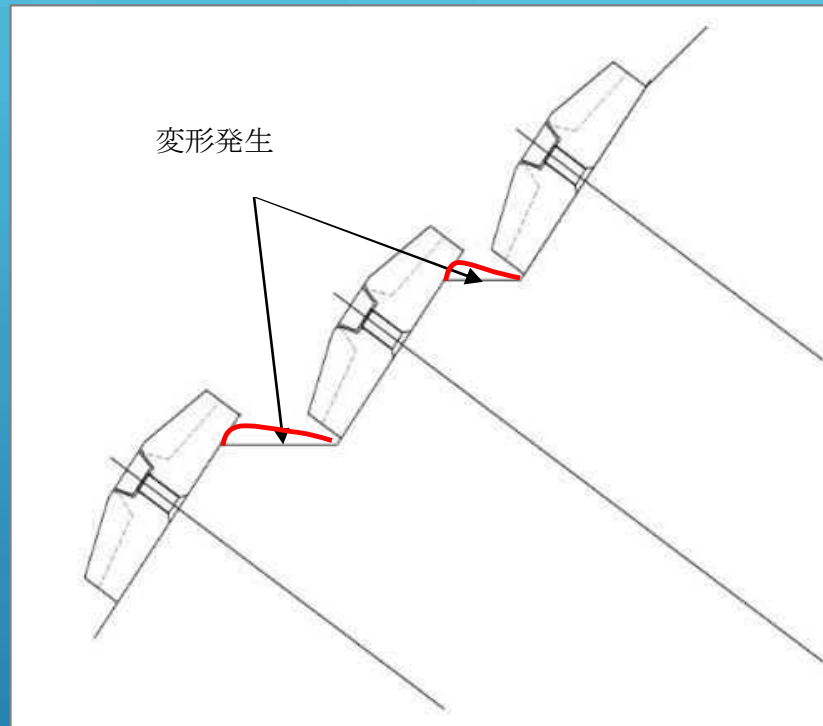
支持力
(a/m^2)

受圧板全体を連続板化

受圧板と
噛み合う構造



受圧板背面の地盤変形対策

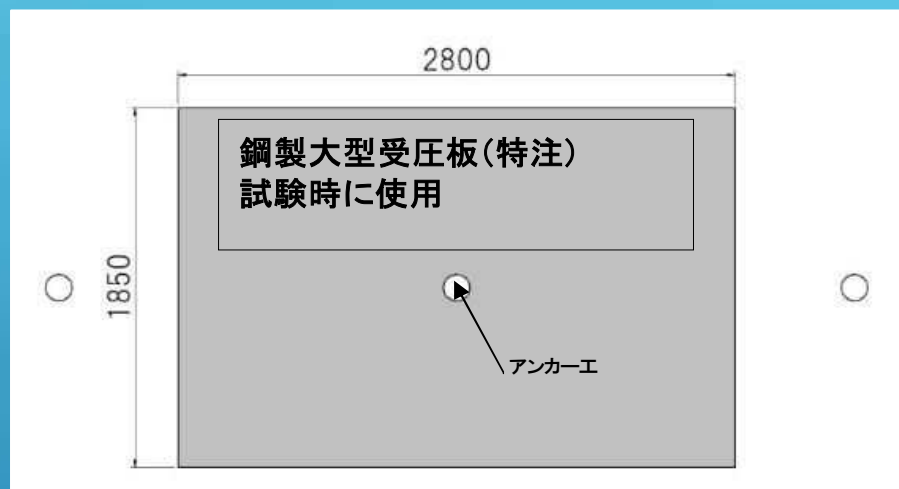


工事過程では、小型緩衝材は不要になった。

【理由】

ほとんどのアンカーの背面をソイルセメントで固めた

大型受圧板を製作して使用



工事名 特定緊急災害対策工事1号被災地区1区画			
工種 アンカー工 測点 B-10-2			
荷重		単位	圧縮圧力
		kN	Mpa
初期荷重	121.0	4.1	
第1段階	587.0	13.1	
第2段階	581.0	19.7	
第3段階	774.0	26.3	
第4段階	967.0	32.8	
第5段階	1209.0	41.0	

荷重状態	受圧板の寸法 (mm)	アンカー荷重 (KN)	受圧板背面の載荷圧力 (KN/m ²)	沈下量 (cm)	設計荷重に耐 する載荷圧力 (%)
確認試験時	1850×1850	1209	353	12	125
設計荷重	1850×1850	967	241	5.5	100
定着荷重	1850×1850	774	193	3	80

施工中 写真



潰れないフィル
ター+穴開け



まとめ

- ①受圧板背面の地盤の特性を把握（載荷試験）
することで、適正な設計ができる。

軟質地盤でも堅固な地盤でも

- ②アンカー工事に必要な「基本試験・チェック
ボーリング」を設計段階で行うことで、
合理的な設計と施工の適正化を図ることが出来る。

定着部の周面摩擦抵抗0.6MN以上の場合は、引き抜き
試験＋受圧板の載荷試験で地耐力を探る事が可能

