

引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

2.1.1 補強土工法の目的

2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類

2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察

2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

2.2.1 従来形式擁壁の問題点

2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム

2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

2.3.1 壁面工の分類

2.3.2 壁面剛性の効果

2.3.3 多数の支点で支持された連続梁としての剛で一体な壁面工

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

3.2 補強土擁壁

3.2.1 補強土擁壁の段階施工

3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土

3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)

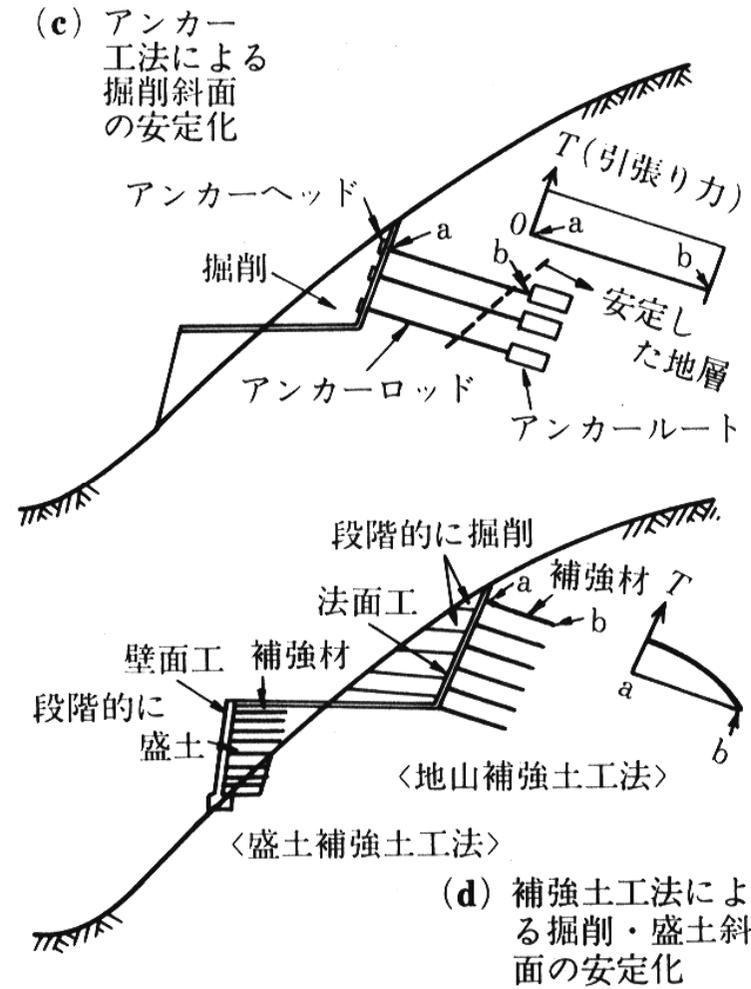
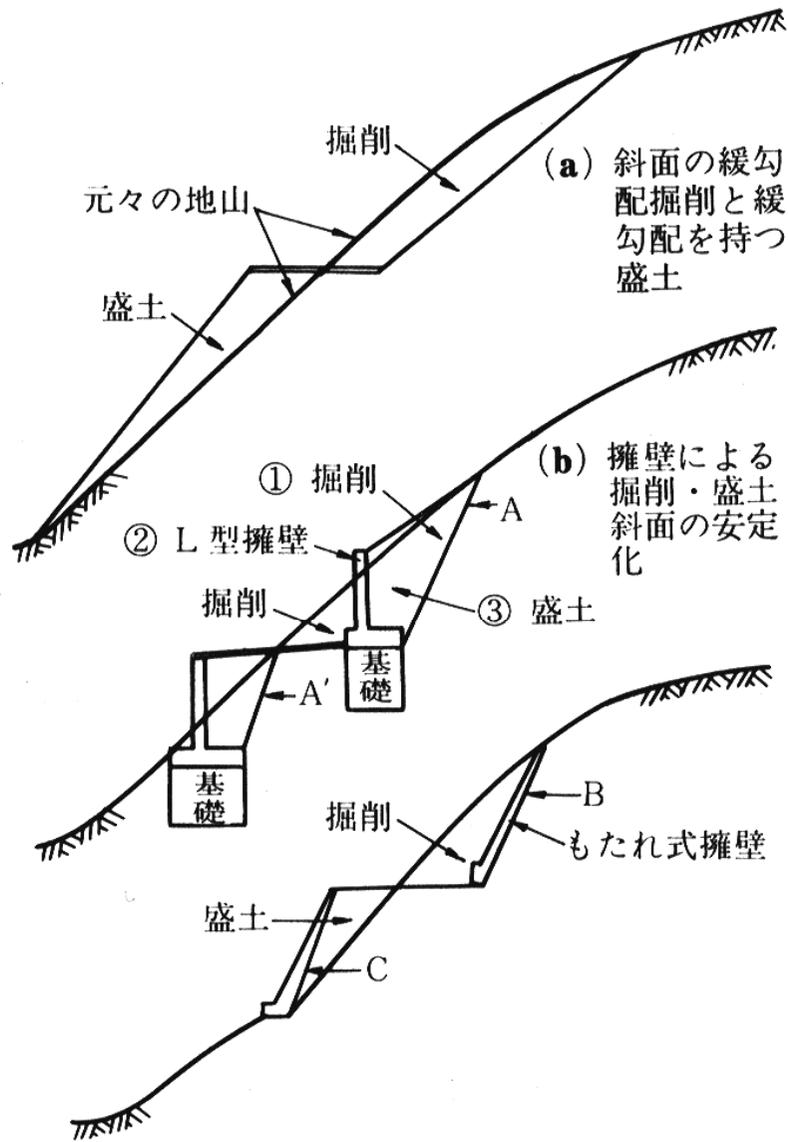
3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設

3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

3.3.1 地山補強土の特長

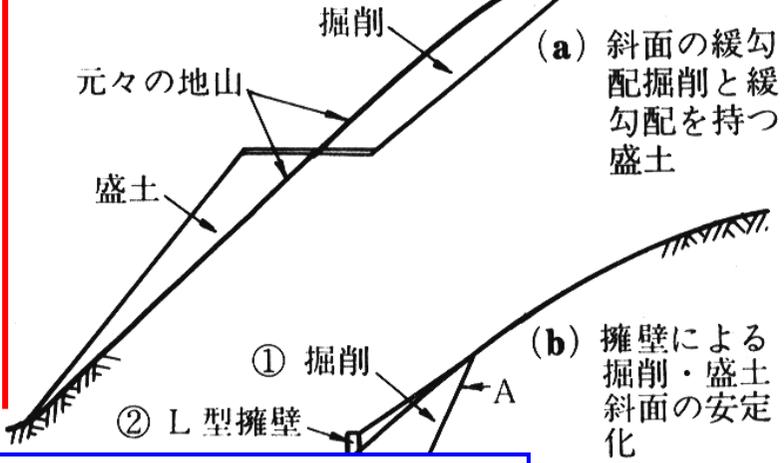
3.3.2 地山補強土工法における段階施工



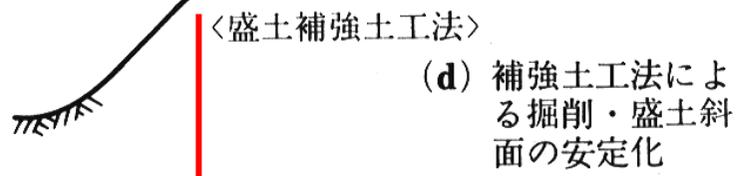
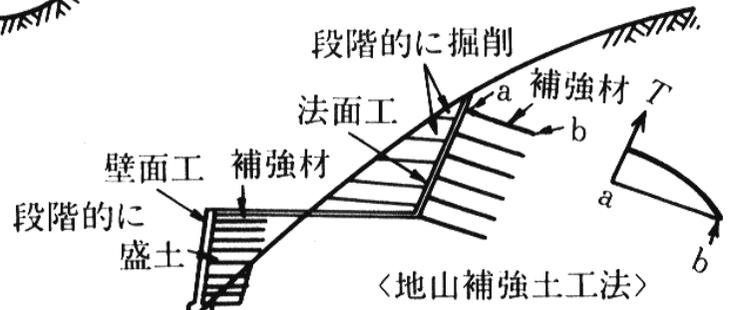
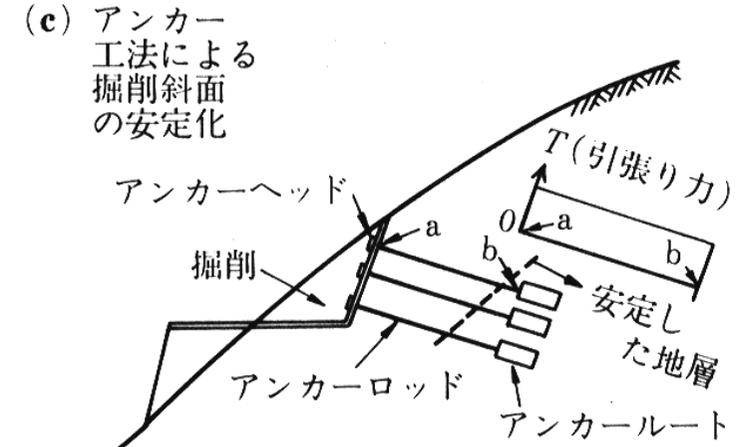
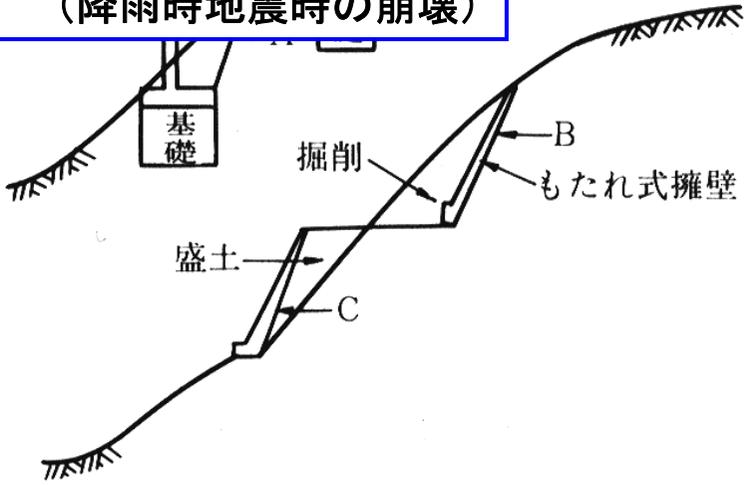
斜面に平地を建設する様々な工法

大きな範囲：
長い施工期間
大きな環境に対する影響

切土：拘束圧の低下による斜面の弱化
(長期：風化、降雨時地震時の崩壊)



盛土：締固めの困難さ
(降雨時地震時の崩壊)



影響範囲

斜面に平地を建設する様々な工法

擁壁構造物の基本メカニズムに 戻って補強土擁壁の原理を考える

従来型擁壁

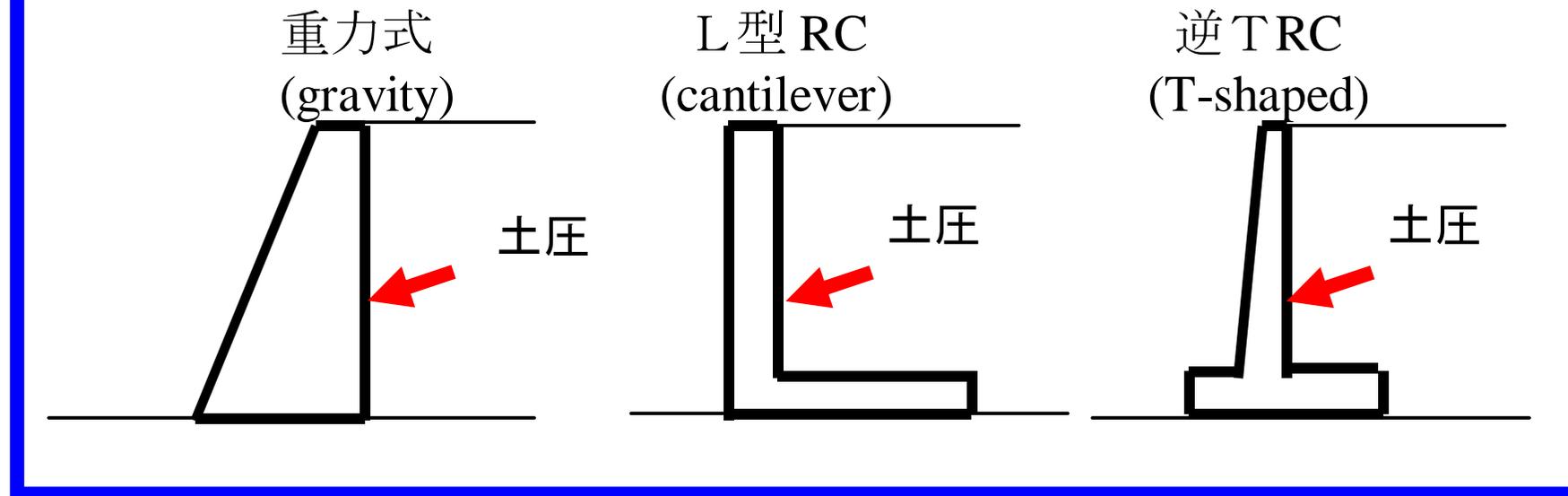


図2.2-1 従来型擁壁の模式図

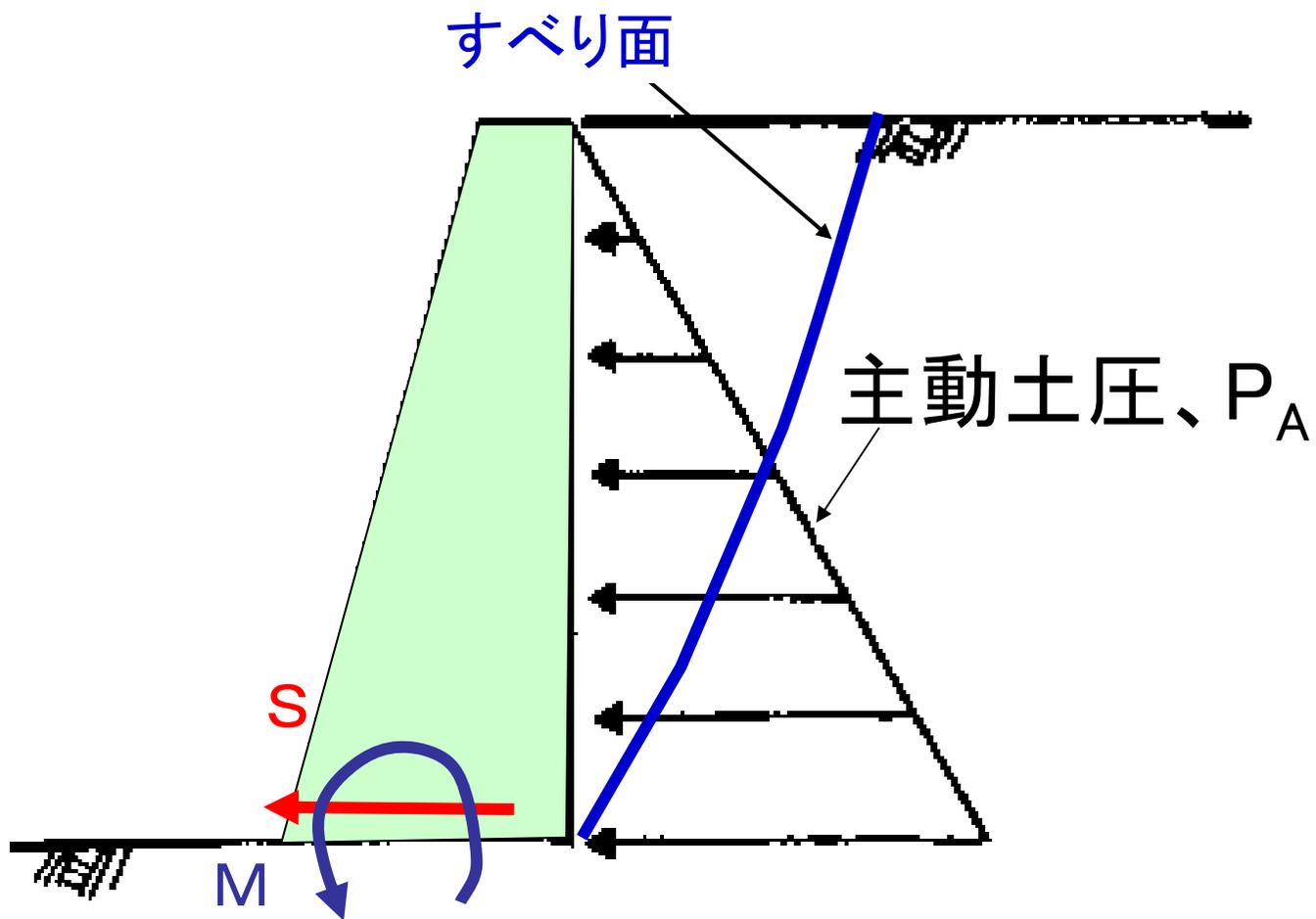
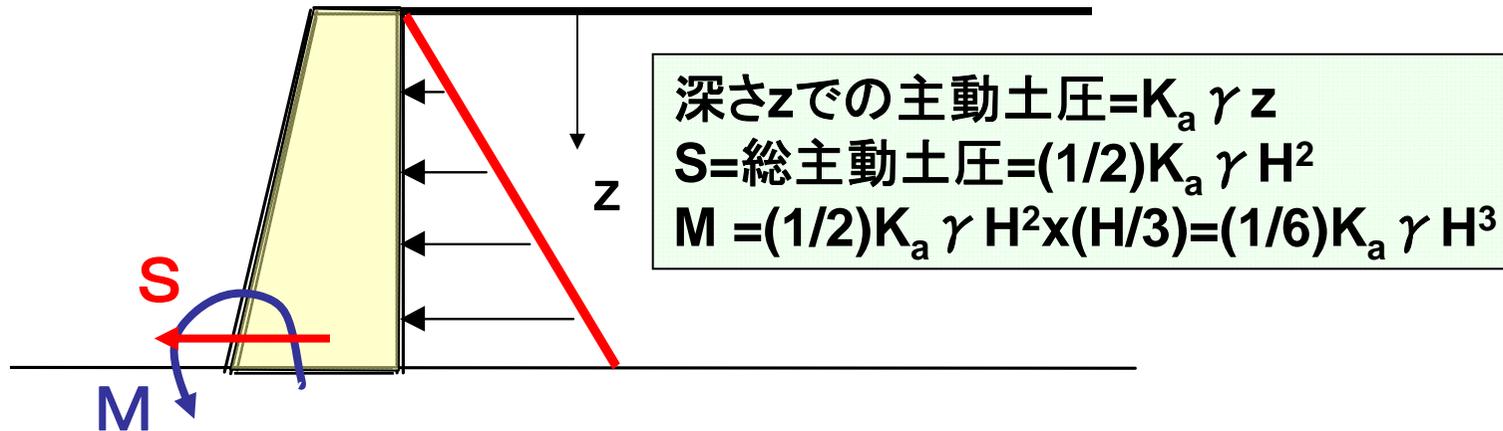


図2.2-2 主動土圧により従来型擁壁下端に作用するせん断荷重Sとモーメント荷重M

従来型擁壁において、土圧により作用するせん断荷重とモーメント荷重



せん断荷重 S : 壁高のほぼ二乗に比例

モーメント荷重 M : 壁高のほぼ三乗に比例

擁壁は、高さが 5 m 程度から高くなると、急速に大型構造物になって行く。

山岳地帯の擁壁は、非常に高くなりがち。

片持ち梁構造物としての従来型擁壁

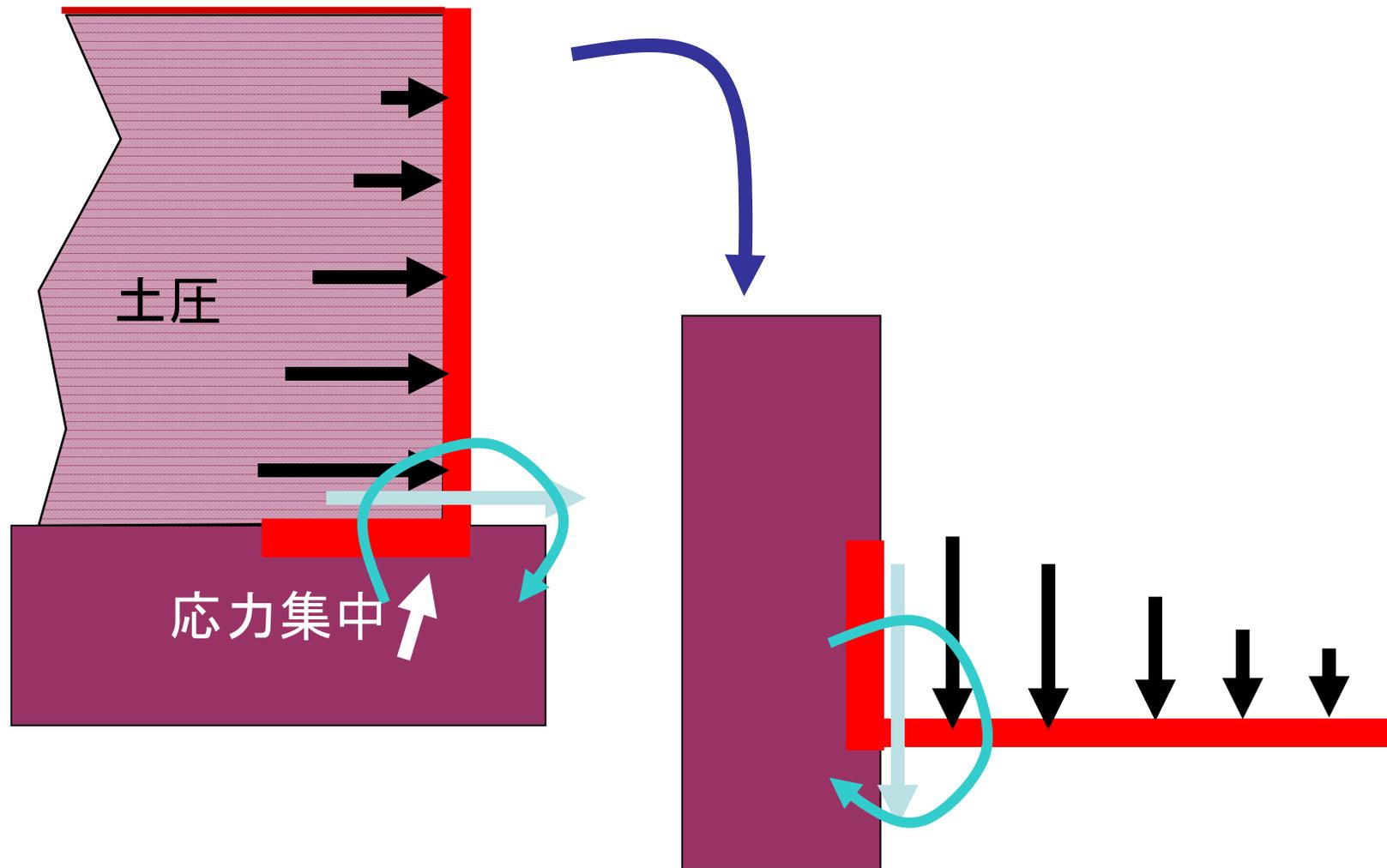


図2.2-3 a)片持ち梁としての従来型擁壁の模式図

片持ち梁構造物としての従来型擁壁

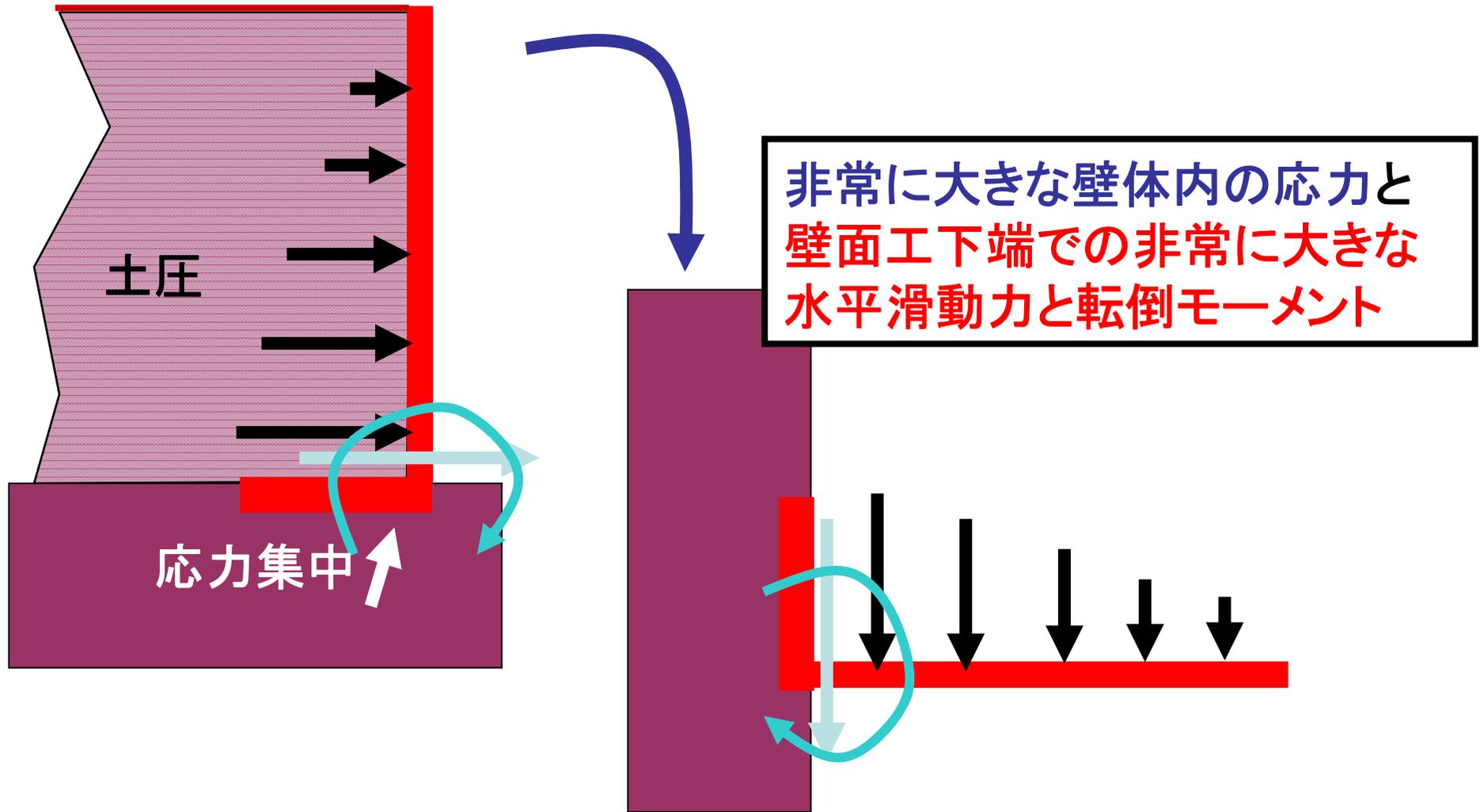
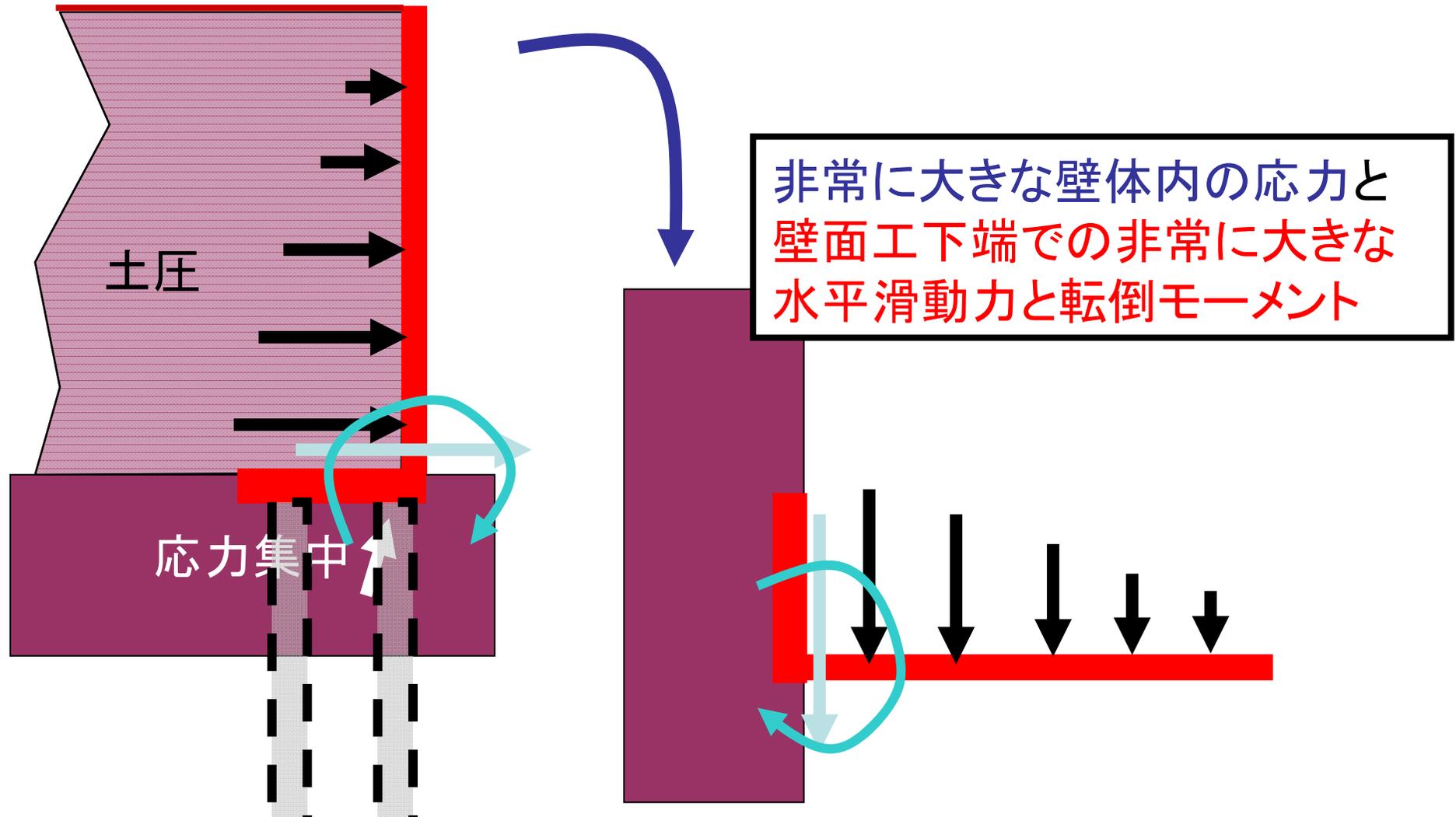
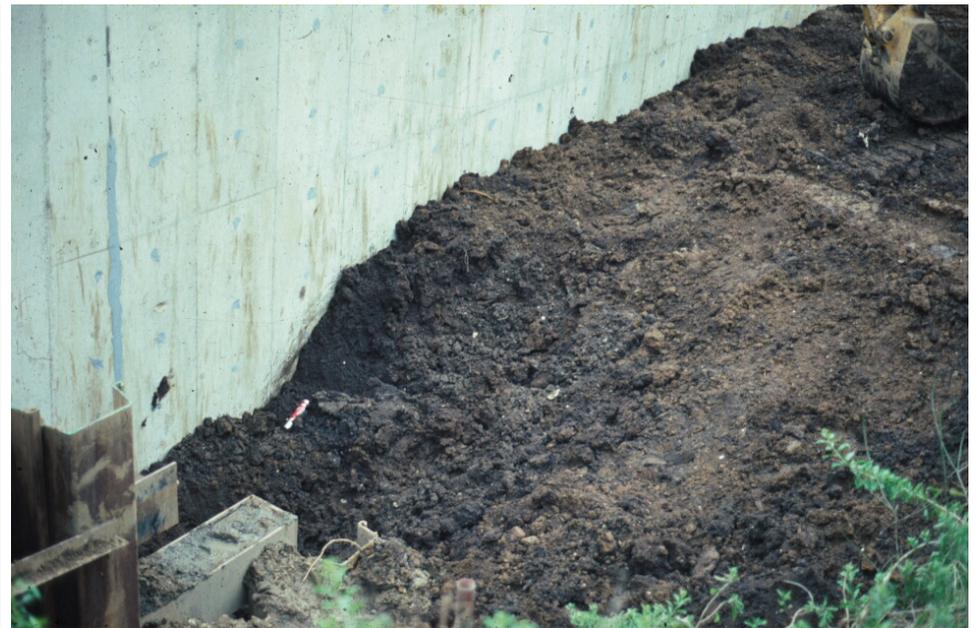


図2.2-3 a)片持ち梁としての従来型擁壁の模式図

片持ち梁構造としての従来型擁壁



非常に強固な壁体構造と杭基礎が必要となる！



盛土の投げ込みと
締固め工事の手抜き

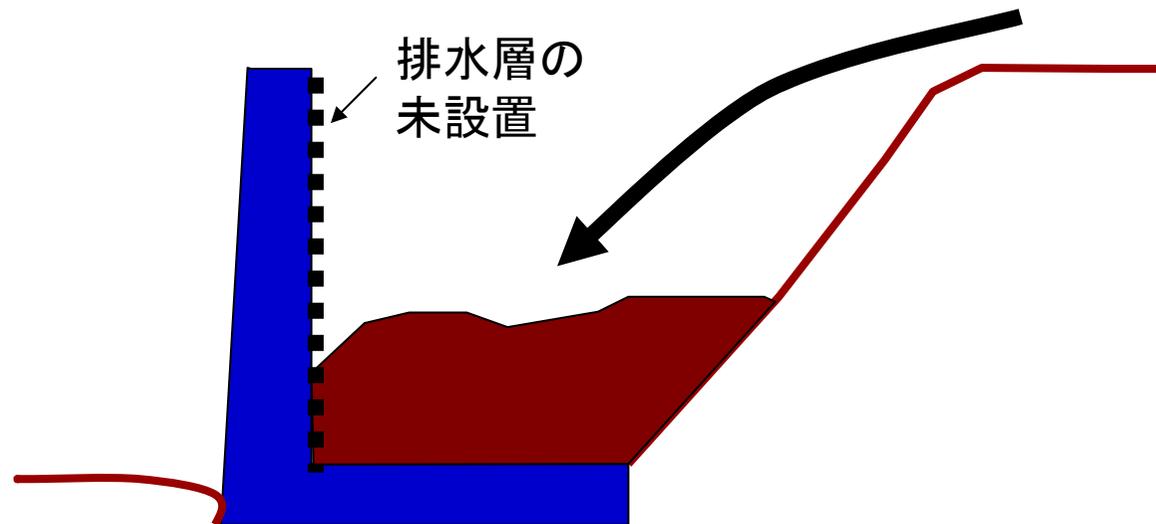


図2.2-4 従来型擁壁での裏込め盛土の施工例(筆者撮影)

引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

- 2.1.1 補強土工法の目的
- 2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類
- 2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察
- 2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

- 2.2.1 従来形式擁壁の問題点
- 2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム
- 2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

- 2.3.1 壁面工の分類
- 2.3.2 壁面剛性の効果
- 2.3.3 多数の支点で支持された連続梁としての剛で一体な壁面工

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

3.2 補強土擁壁

- 3.2.1 補強土擁壁の段階施工
- 3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土
- 3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)
- 3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設
- 3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

- 3.3.1 地山補強土の特長
- 3.3.2 地山補強土工法における段階施工

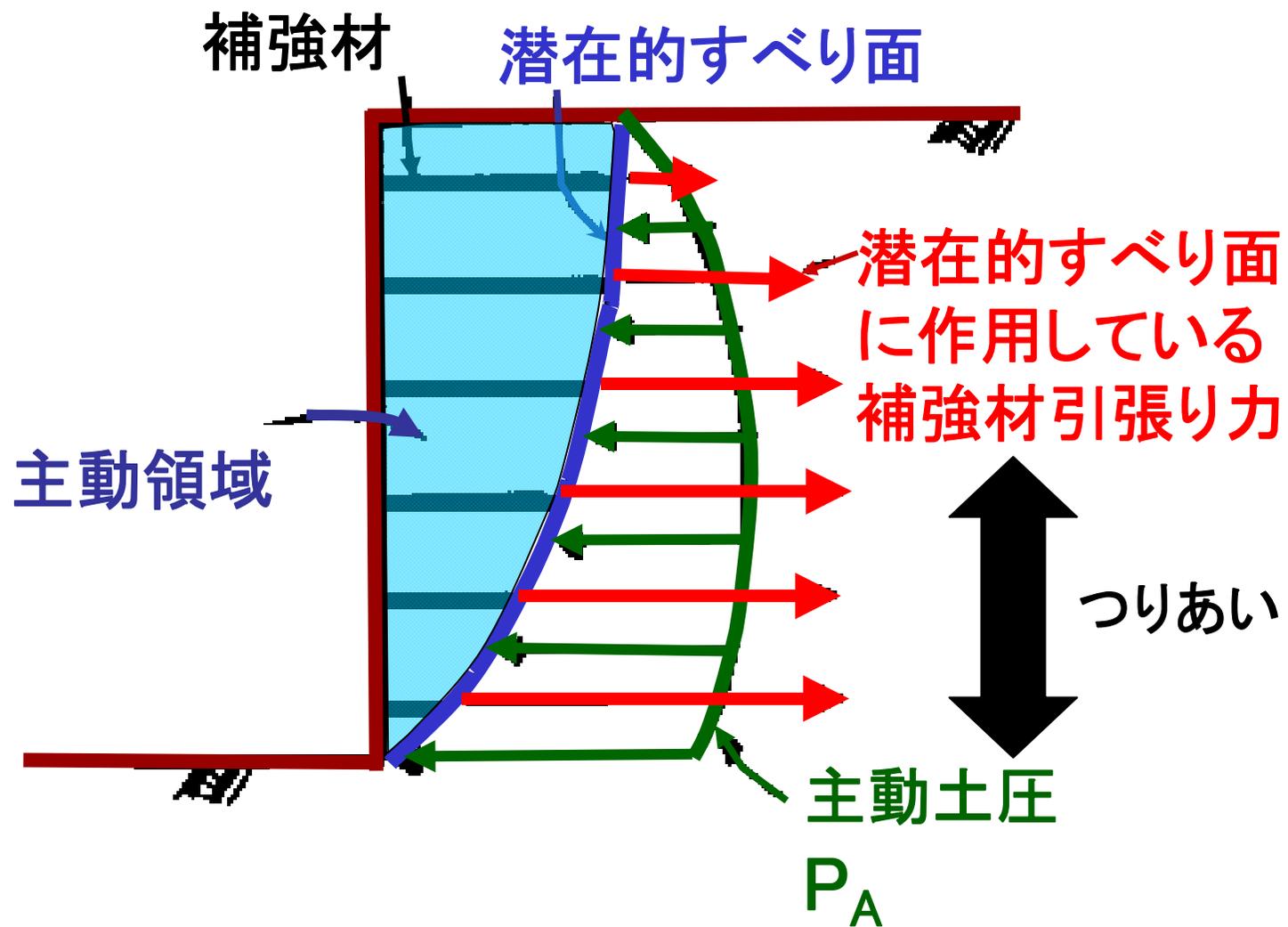
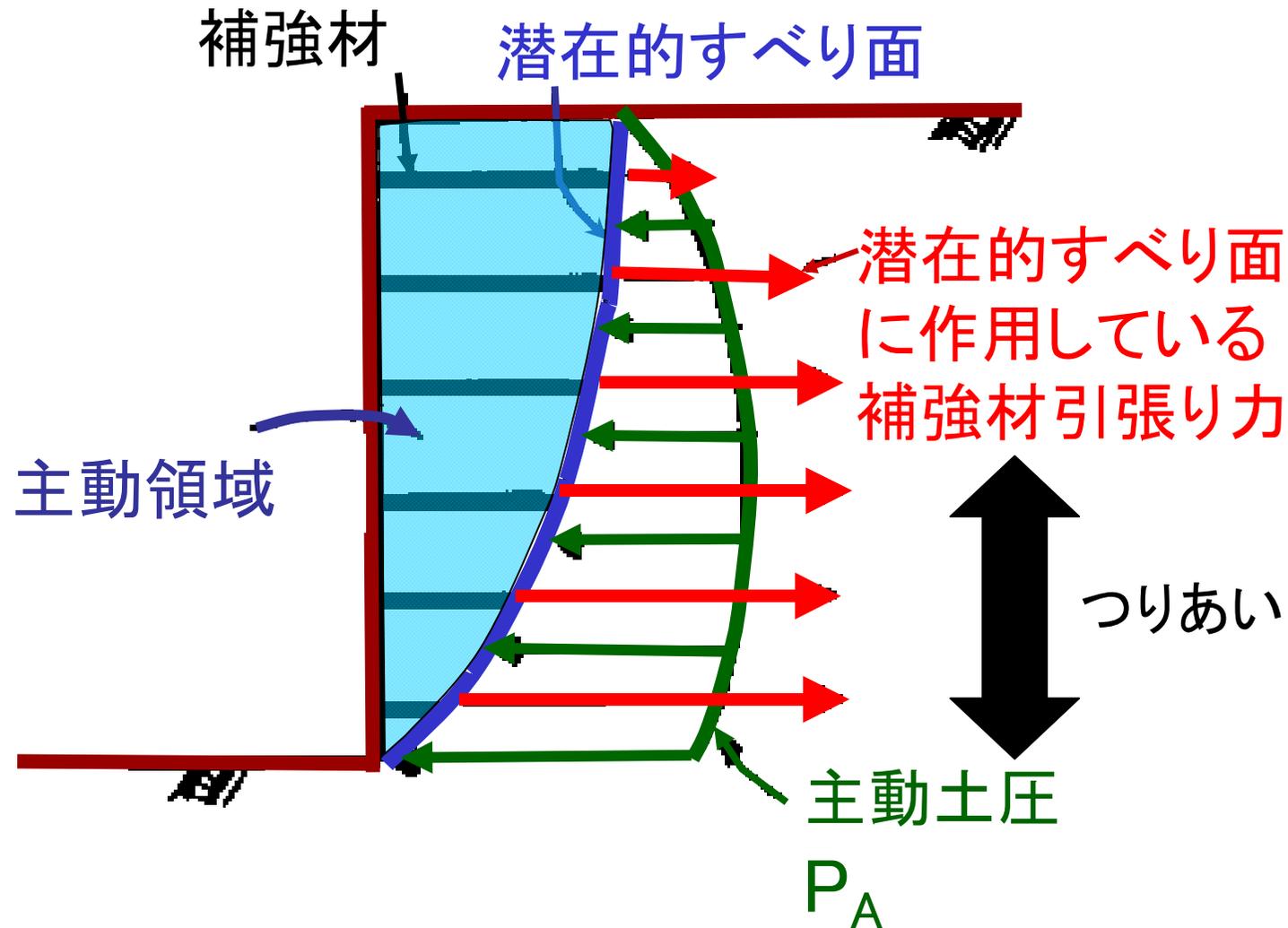


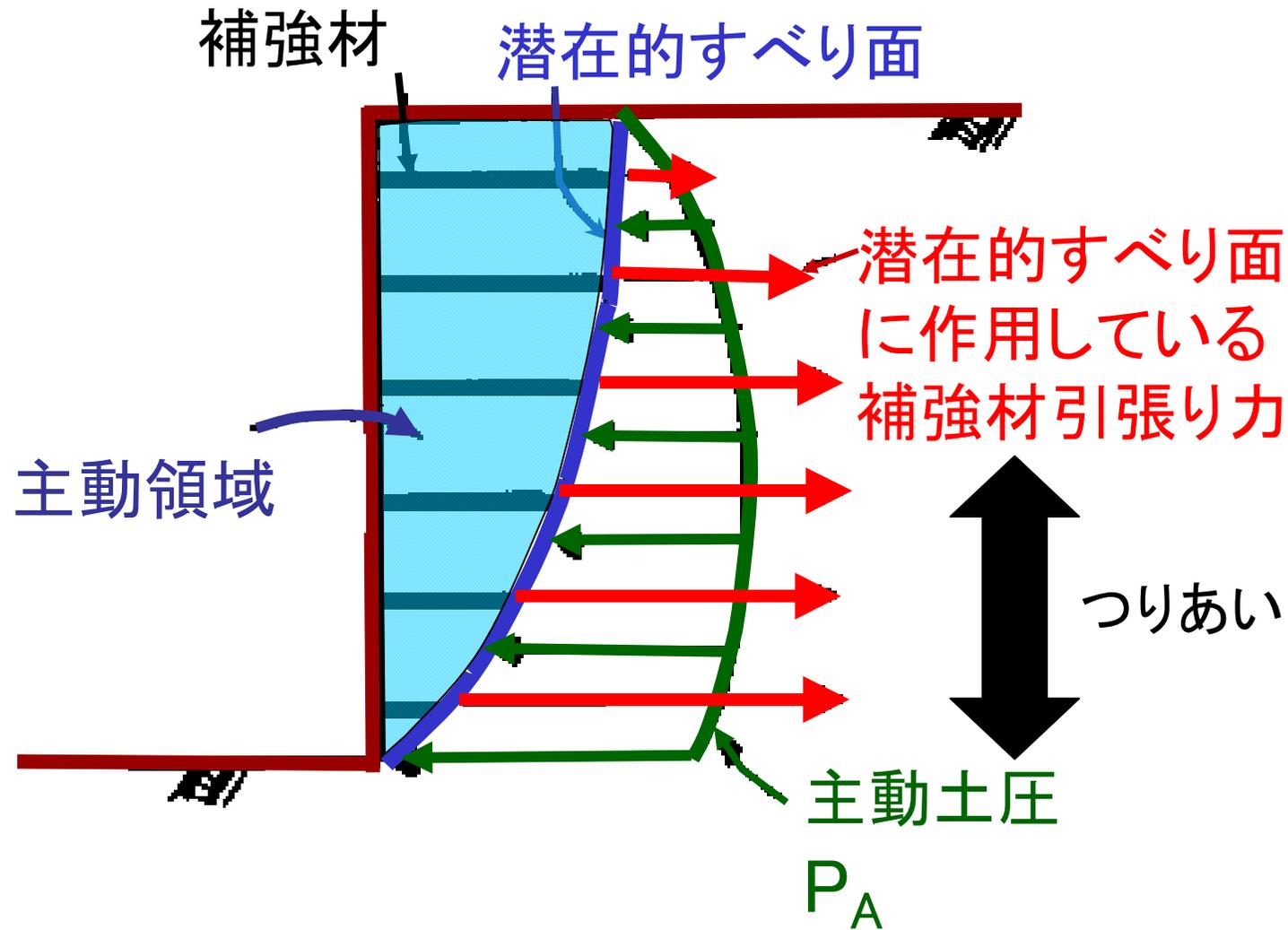
図2.2-5 補強土擁壁の安定における基本的メカニズム

補強土擁壁における二種類の力の釣り合い:

- (a) 潜在すべり面における力の釣り合い
- (b) 壁面工における力の釣り合い

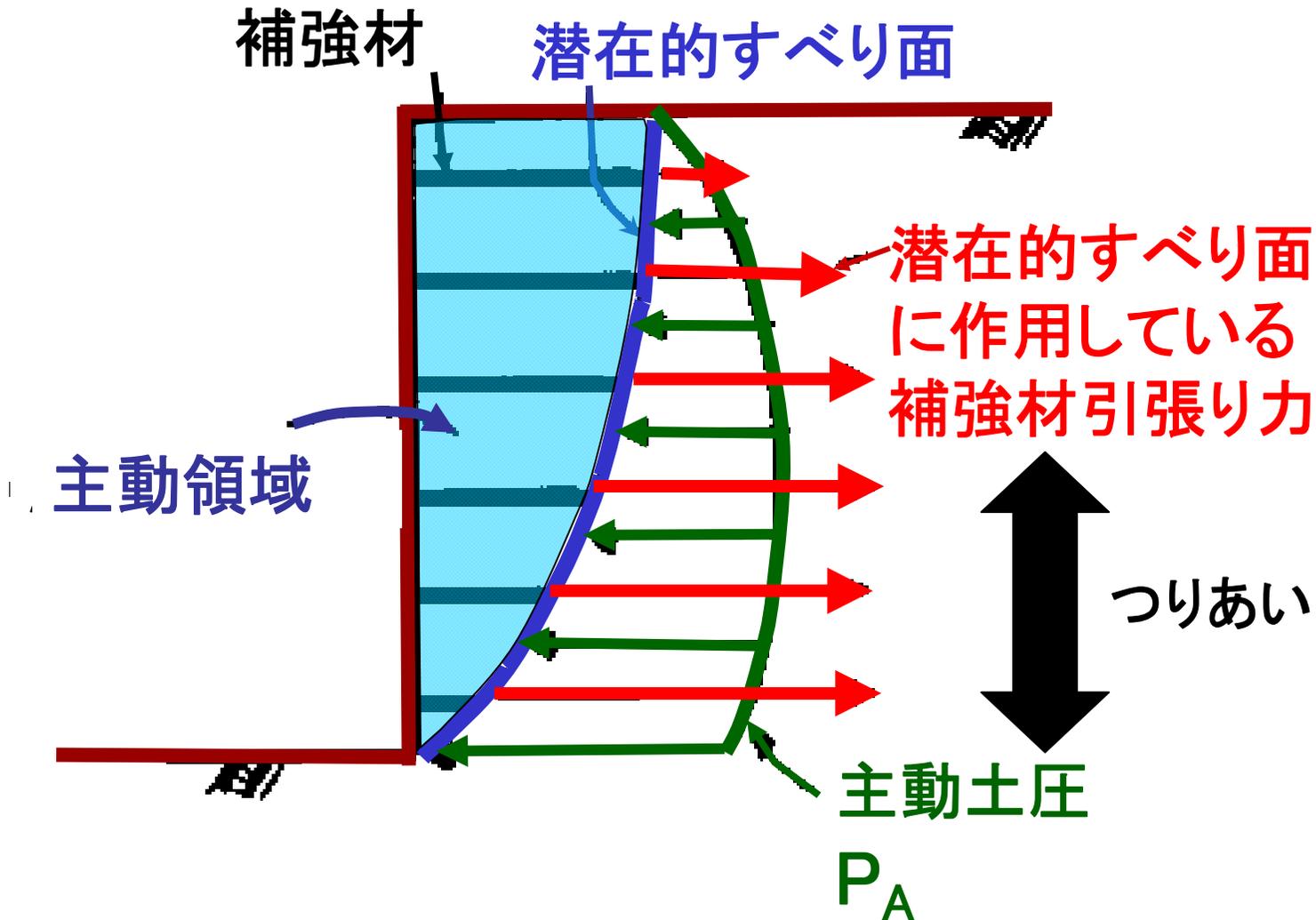


(a) 潜在すべり面における力の釣り合い

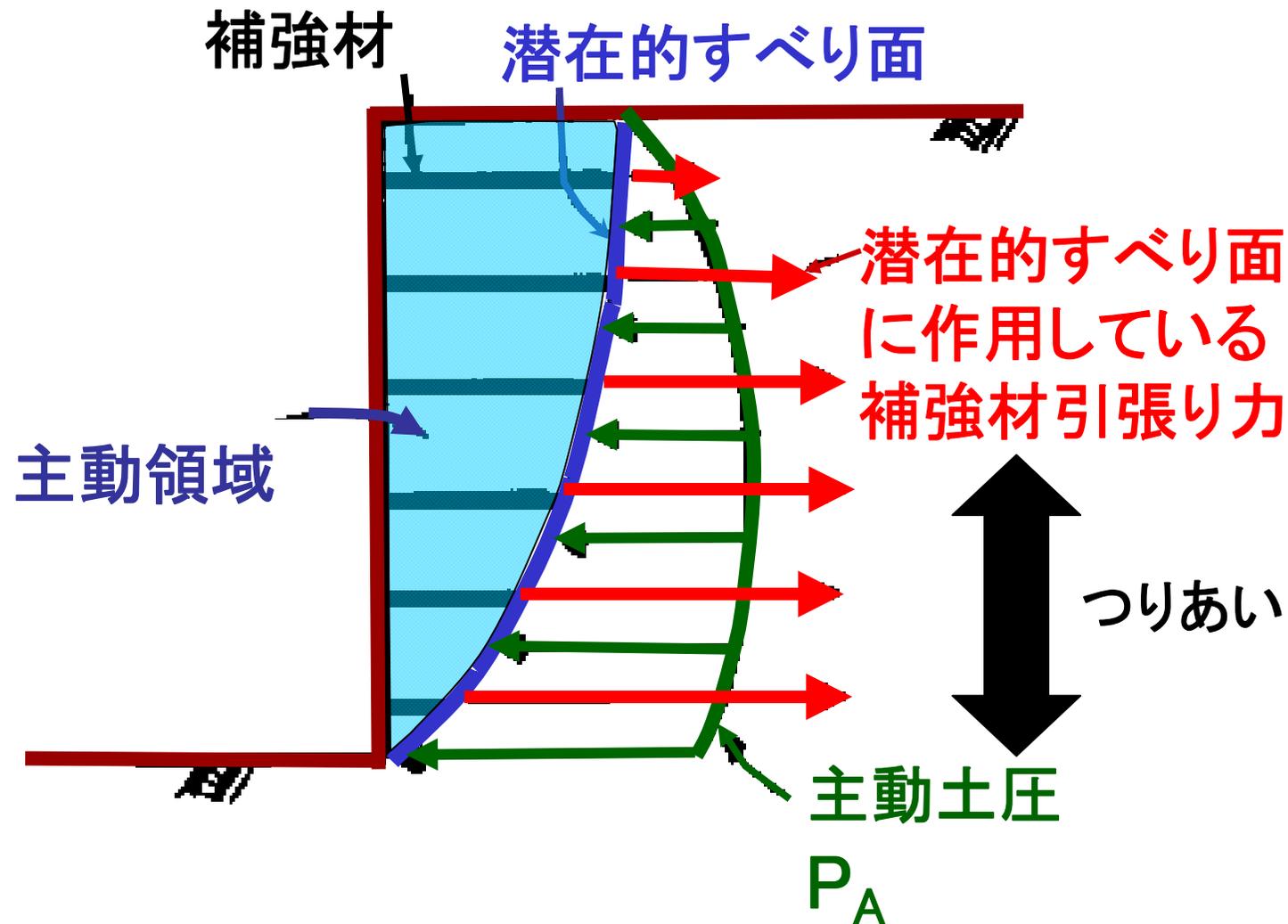


潜在すべり面で、各高さに作用する主働土圧に、各高さでの補強材引張り力が抵抗。

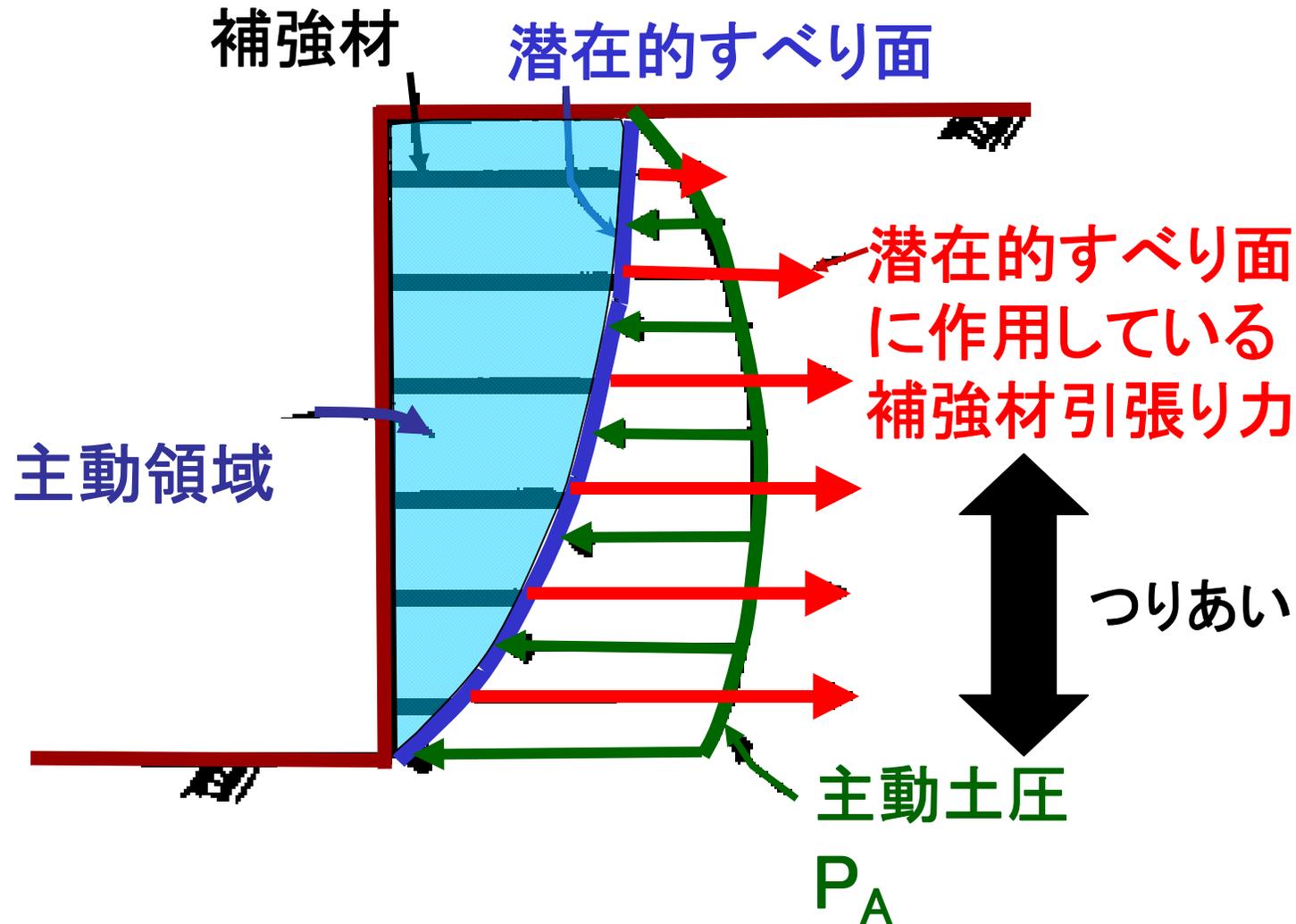
片持ち梁の構造ではないから、基礎地盤に大きな滑動せん断力と転倒モーメントが作用しない。



従って、擁壁が高くなっても特に大規模構造物にはならない。
この点では、従来型の擁壁が不要のように思える。しかし、…



(b) 壁面工における力の釣り合いと主動領域の安定性を忘れてはいけない！



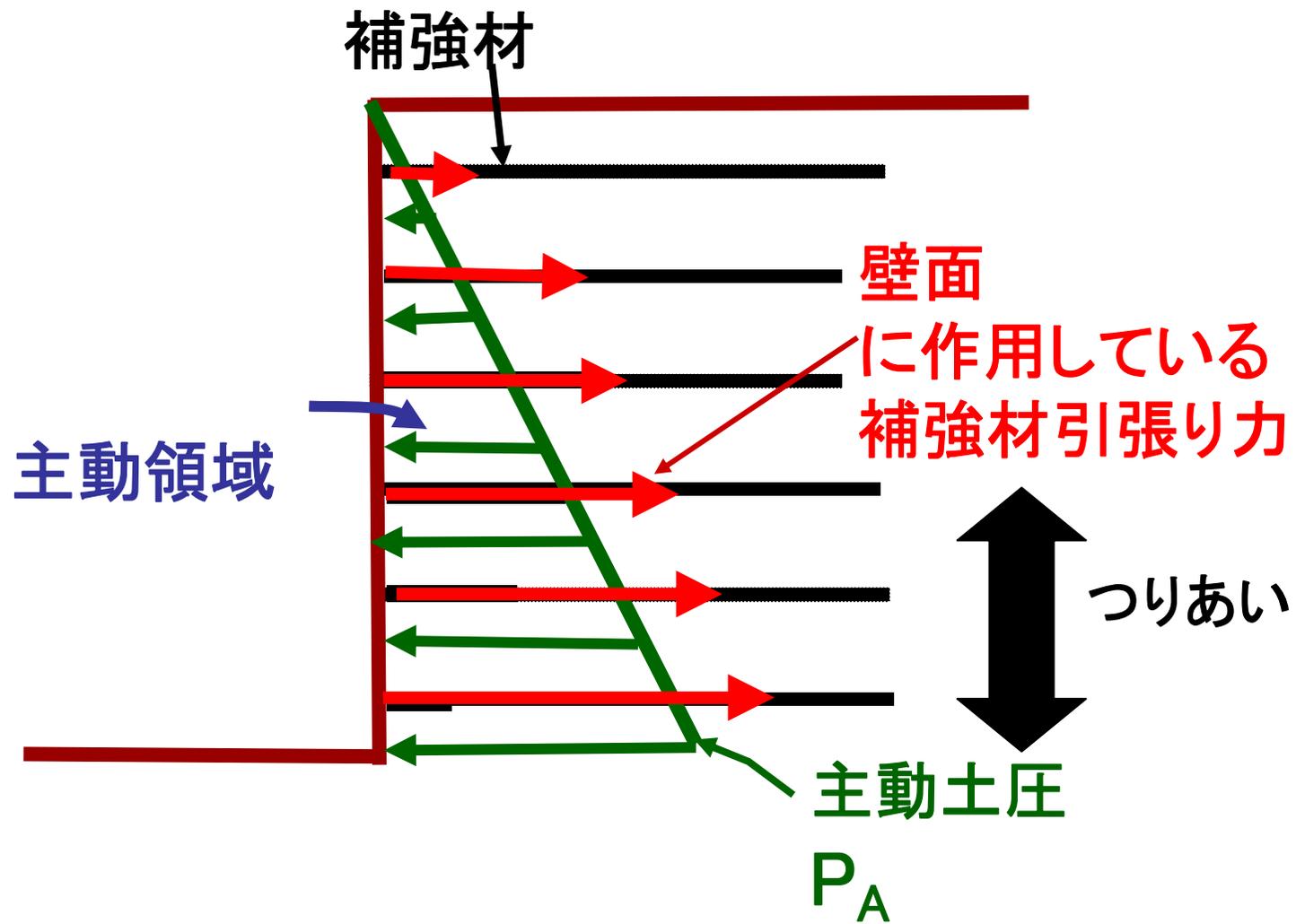
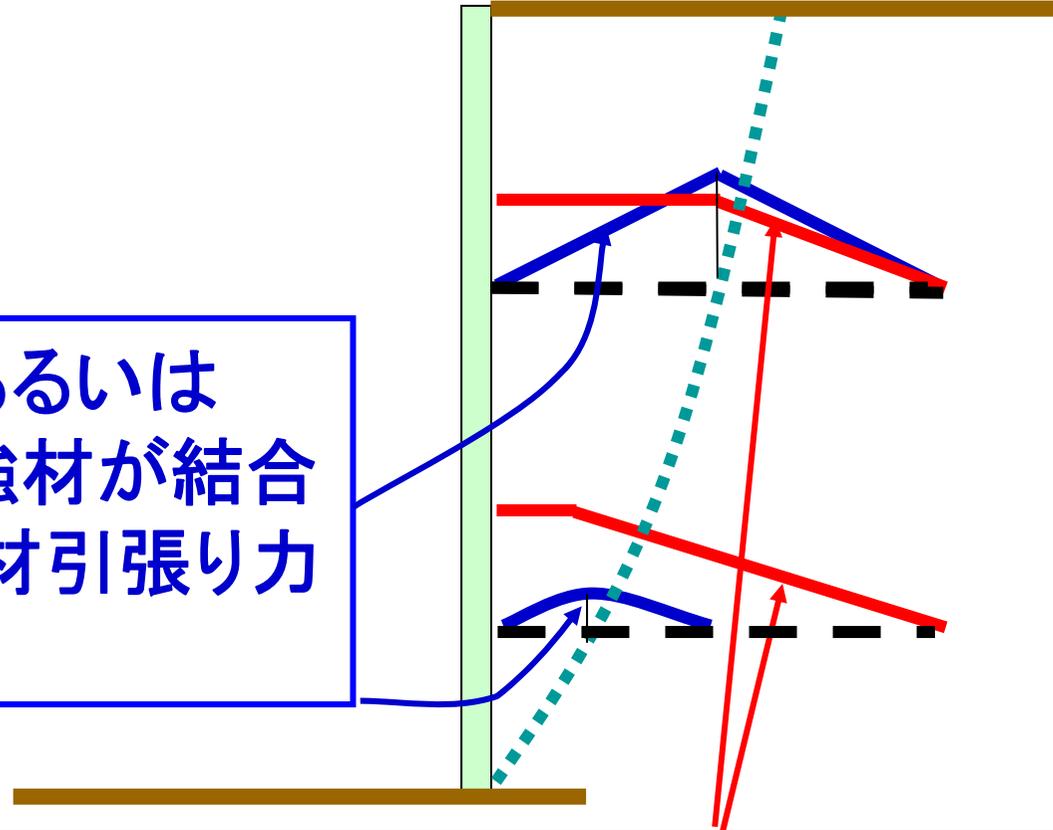


図2.2-5 補強土擁壁の安定における基本的メカニズム

主働域の安定・補強材引張り力発生対する 壁面工の重要な役割

壁面工がないとき、あるいはあっても壁面工と補強材が結合していない場合の補強材引張り力の分布



剛な壁面工に補強材が結合されている場合の補強材引張り力の分布

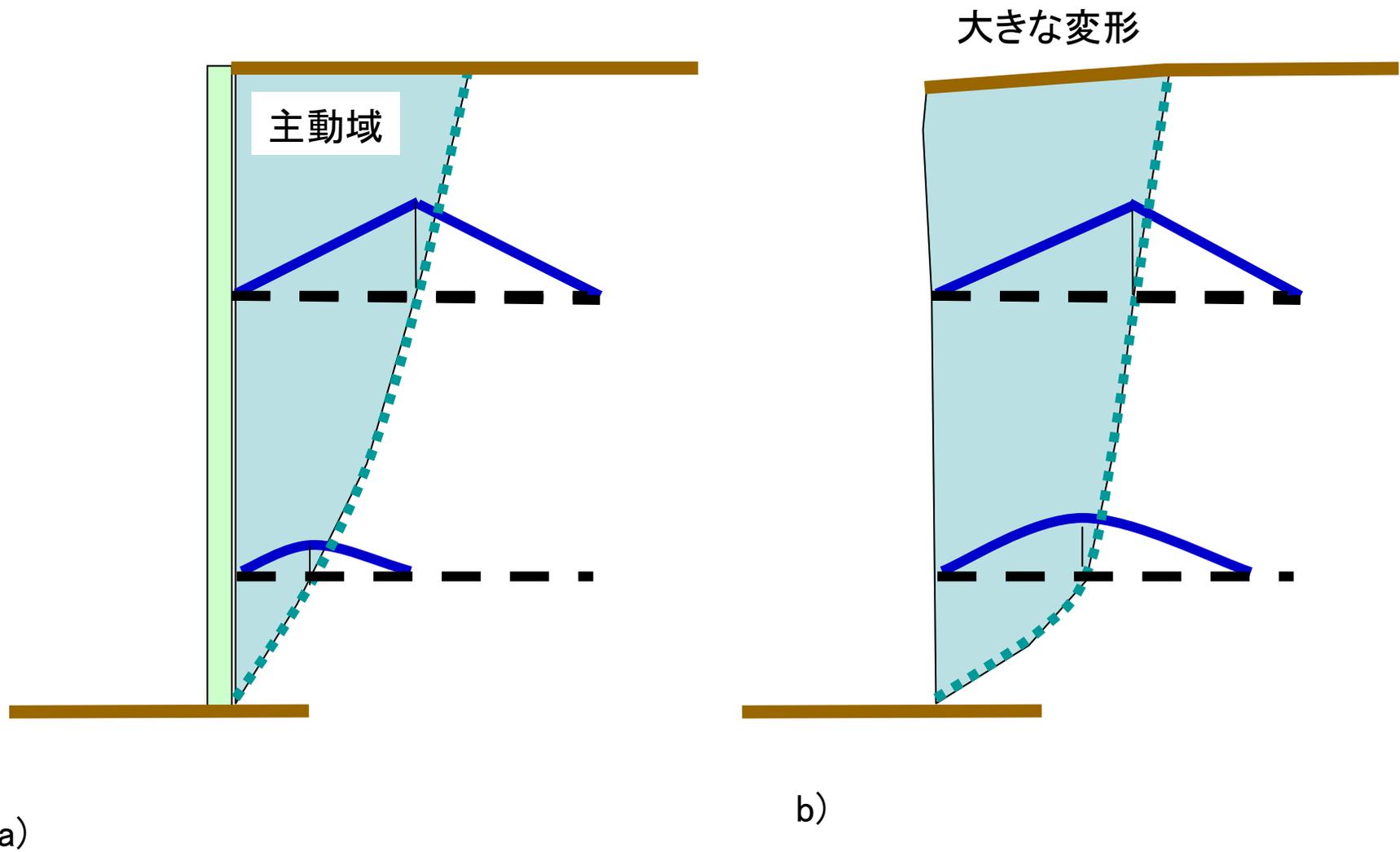
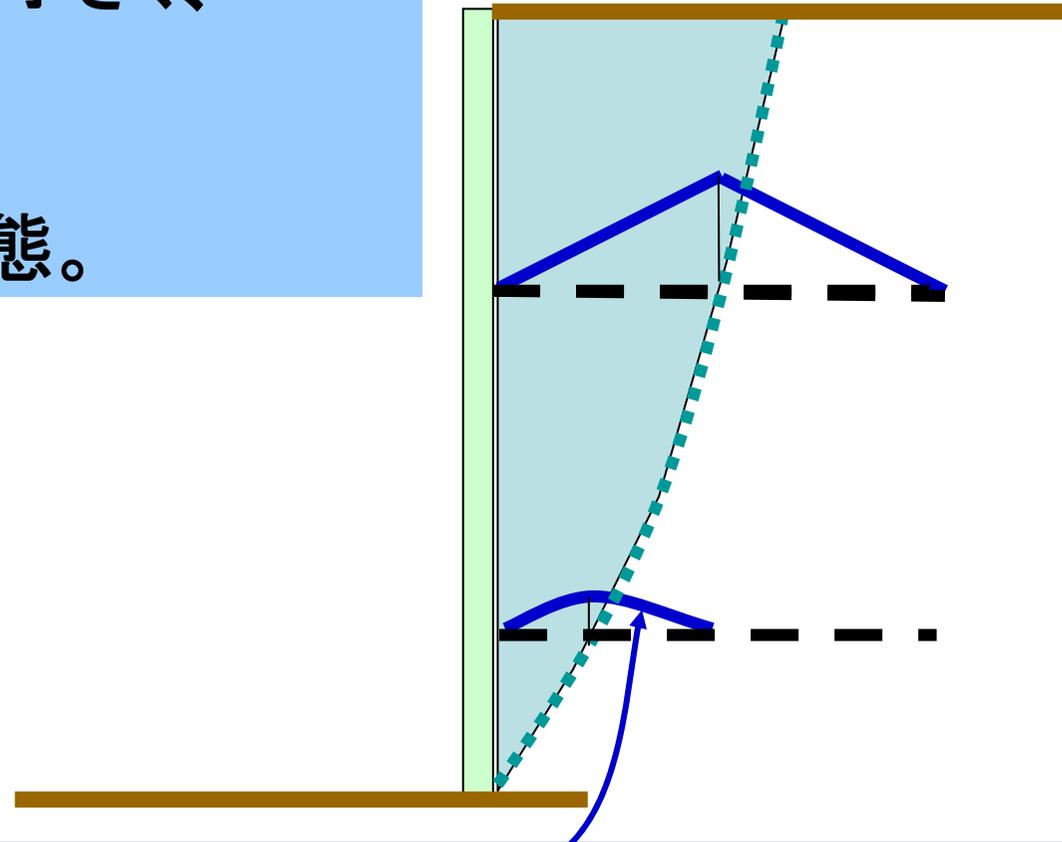


図2.2-6 壁面工に剛性がないとき、あるいはあっても壁面工と補強材が結合していない場合の補強材引張り力の分布の模式図

壁面背後の主働域は、
拘束圧が小さく剛性が小さく、
変形が大きい。

好ましくない不安定状態。



壁面工がないとき、あるいはあっても壁面工と補強材が結合していない場合の補強材引張り力の分布

剛な一体壁を持つジオテキスタイル補強土 擁壁工法

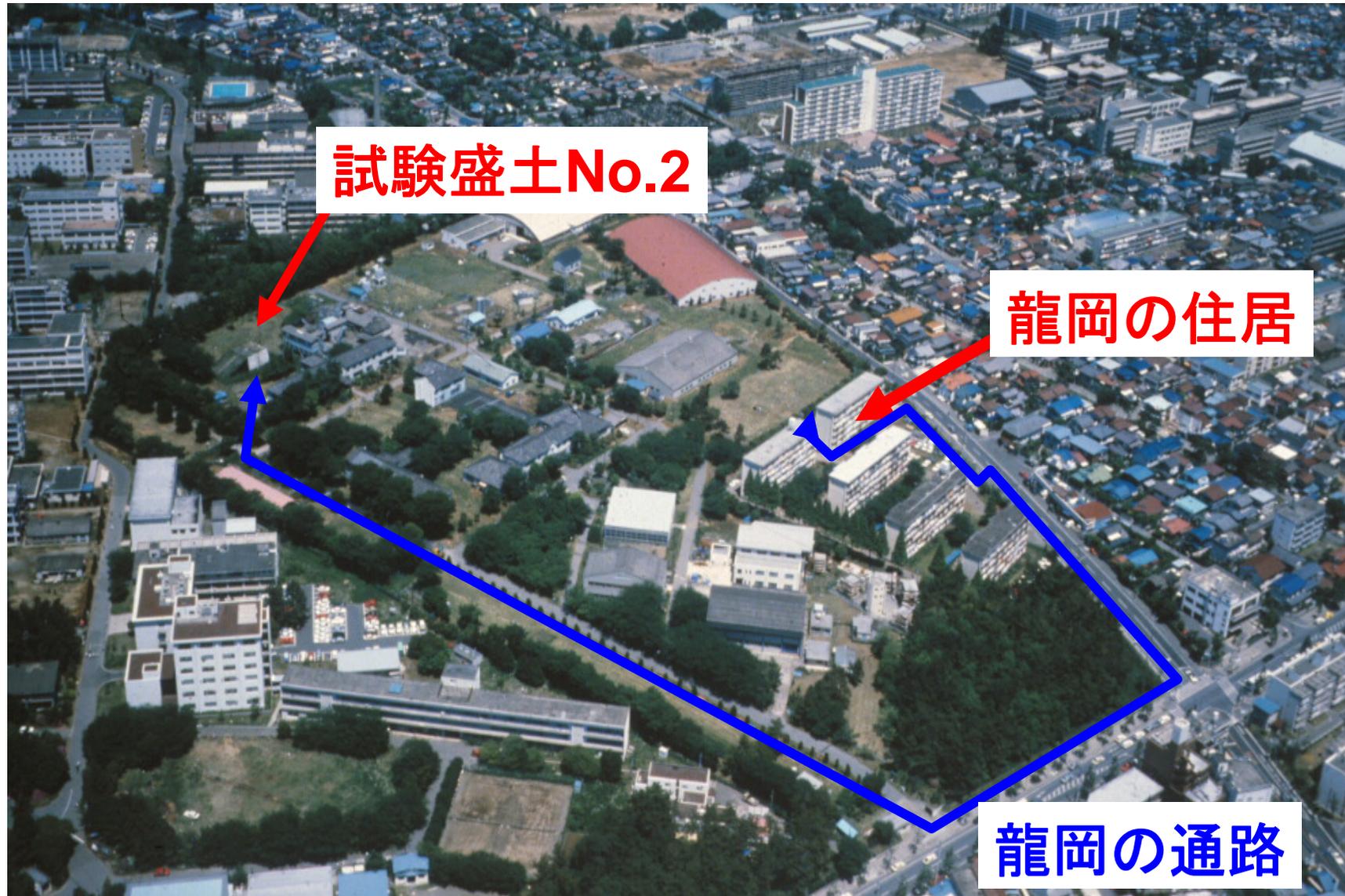
実物大試験による研究の歴史

東京大学での研究 (図2.2-8)



東京大学生産技術研究所千葉実験所： 1980年代前半

東京大学での研究



東京大学生産技術研究所千葉実験所： 1980年代前半

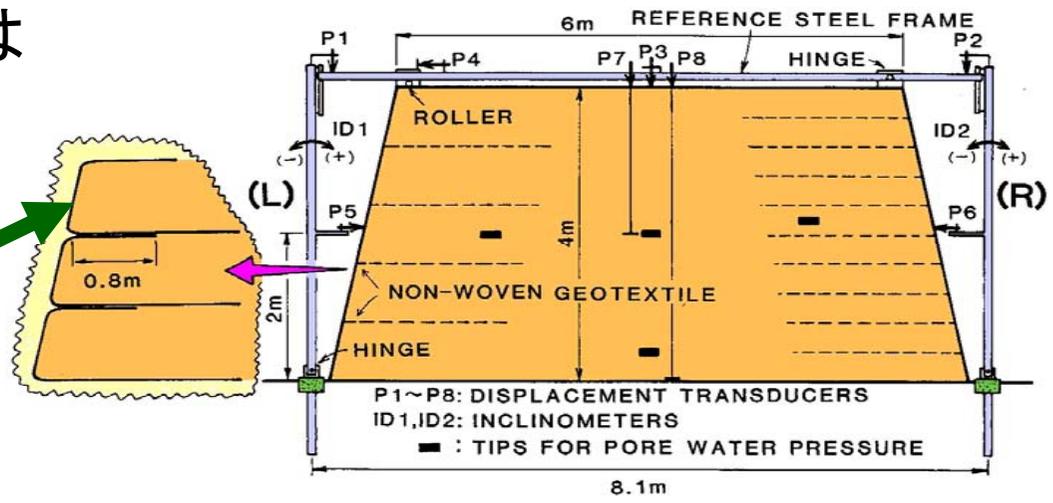
東京大学生産技術研究所千葉実験所 No. 1試験盛土

- 飽和に近い粘性土を補強して鉛直壁面を持つ擁壁が建設可能か、検討するため;
- 1982年建設



- ・盛土： 関東ローム
- ・不織布(100 % polypropylene スパンボンド製); 排水機能はあるが、引張り剛性は低い。

・ほぼ鉛直な平坦な壁面:
失敗の素!

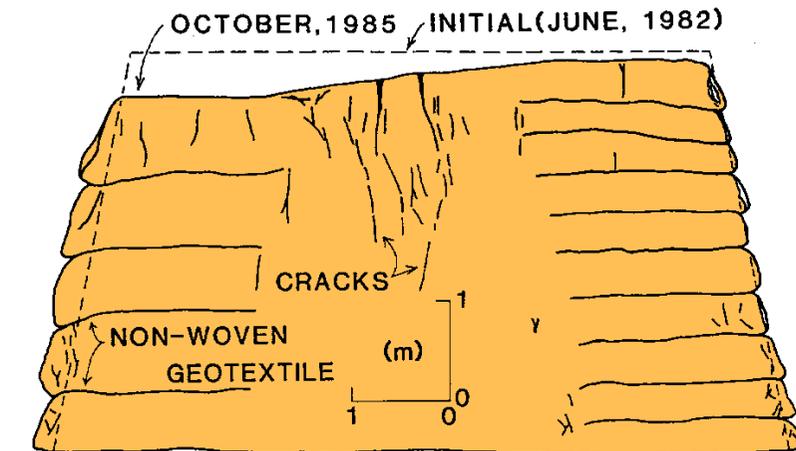


最初の試験盛土, 1982年7月11日;
巻き込み式壁面を持つ不織布で補強された粘性土盛土

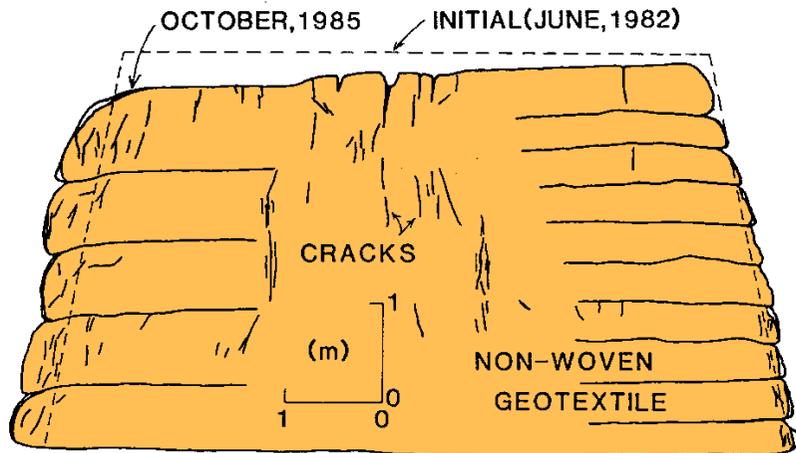


-建設中、及び建設後長期にわたる変形(特に豪雨による)

”この補強土擁壁の最も重要な技術問題点は、
巻き込み式壁面の大きな変形”



CROSS-SECTION 1



CROSS-SECTION 2



壁面工が柔軟すぎ弱すぎて、

- 1) 補強盛土擁壁での、壁面の背後の位置で局所的破壊から内部に向かって進行的に破壊するパターン

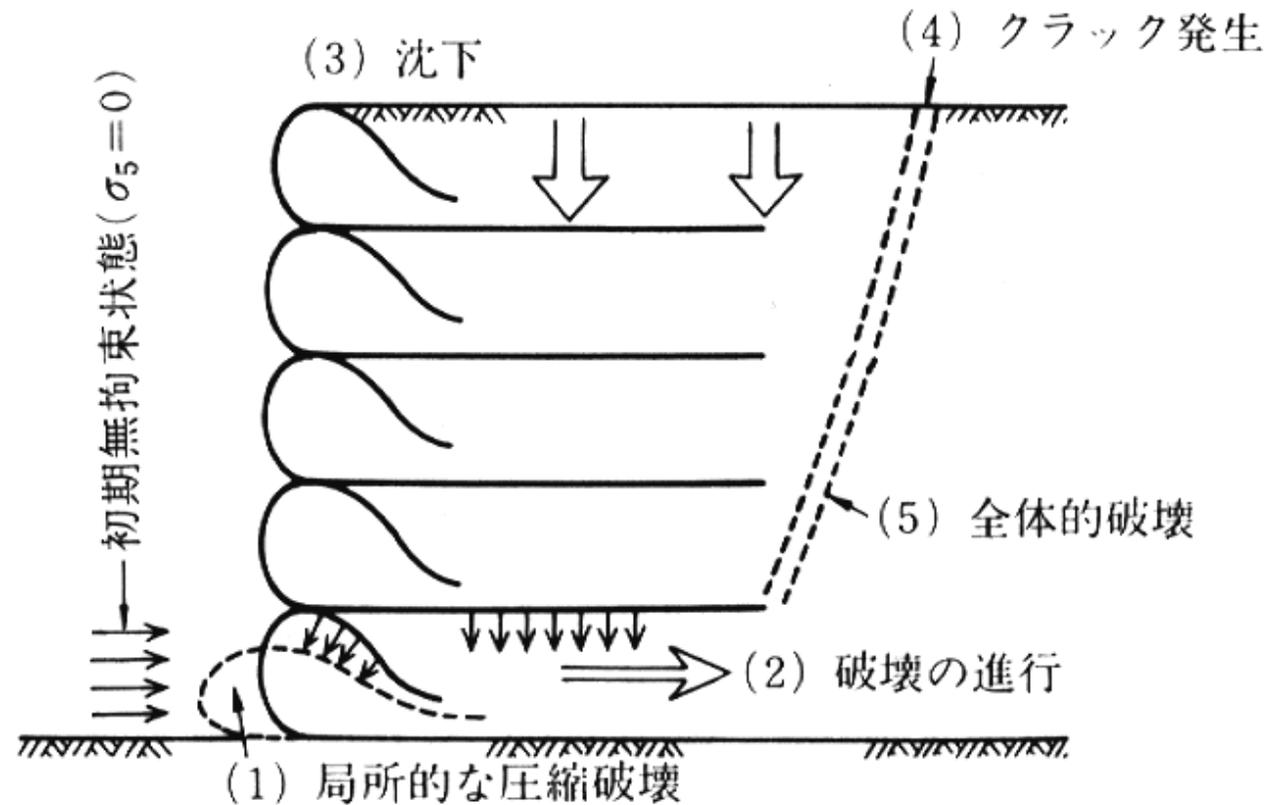


図2.2-7 補強土擁壁で壁面工に拘束力が無い場合、壁面の背後の位置での局所的破壊から内部に向かって進行的に破壊するパターン



盛土の局所的な破壊の開始箇所



1985年10月

1982年6月(建設直後)

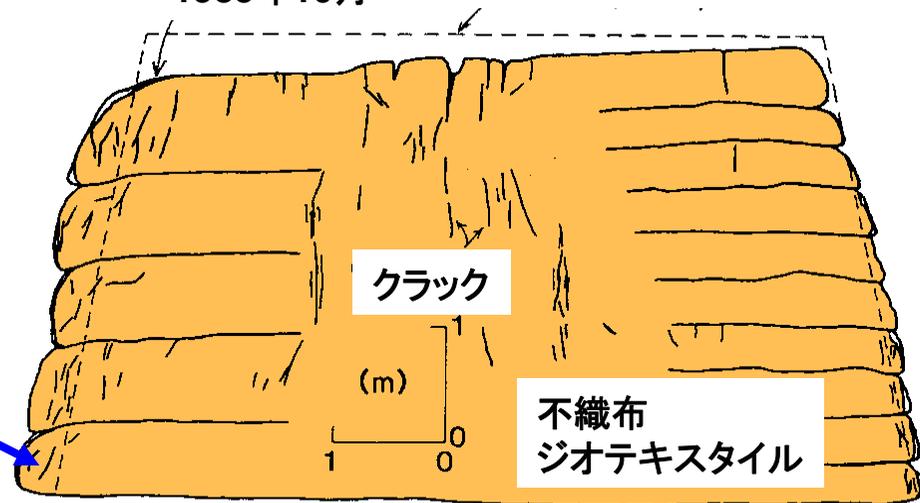


図2.2-8 東京大学生産技術研究所千葉実験所 No. 1試験盛土^{2,6,7)}



1983年



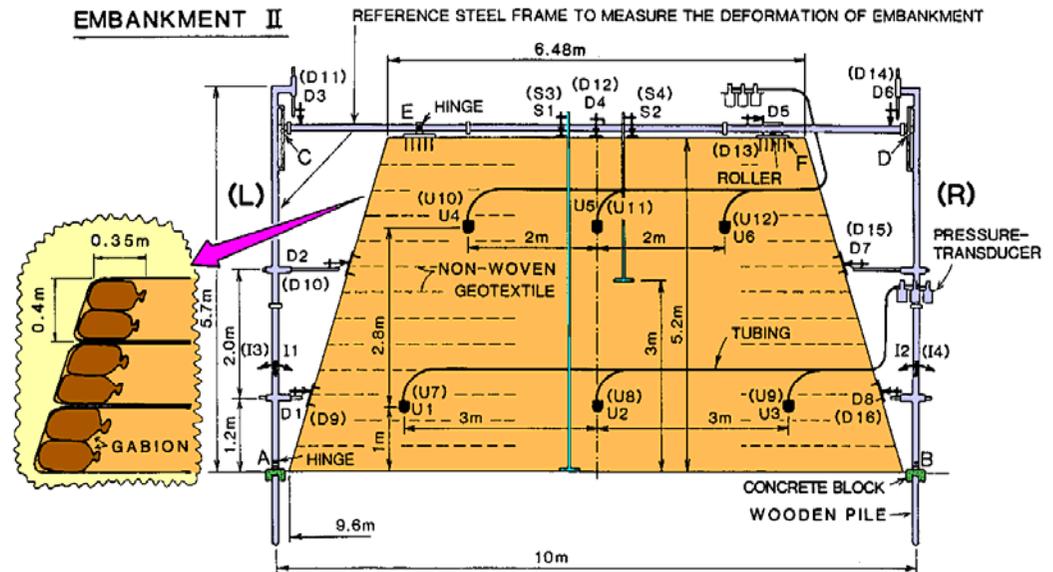
1985年

東京大学生産技術研究所千葉実験所 No. 2試験盛土

- 壁面の強化
- 俵を配置する

- 1984年建設

- 盛土： 関東ローム
- 不織布(100 % polypropyleneスパンボンド製); 排水機能はあるが、引張り剛性は低い。



CROSS-SECTION 1

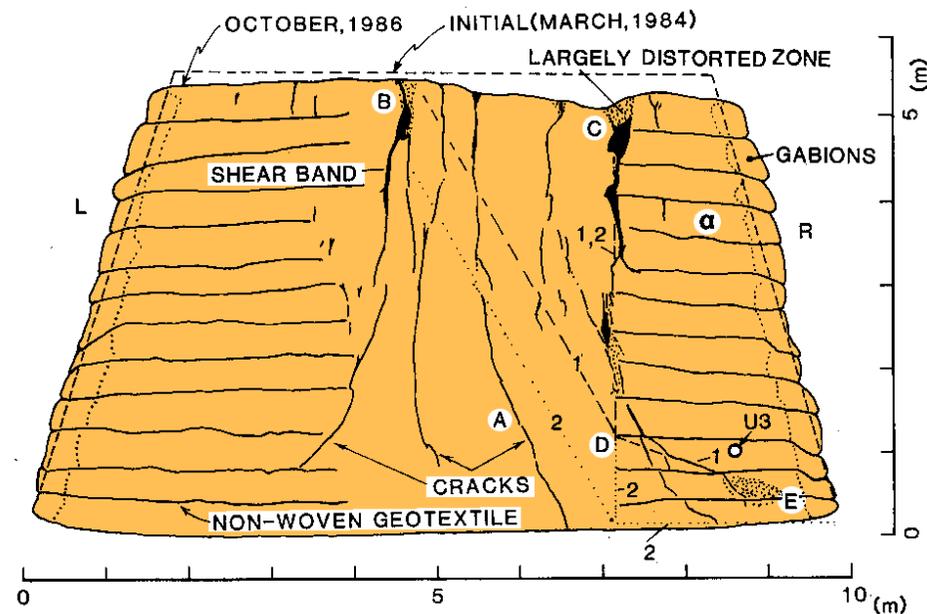
D1~D8 : DISPLACEMENT TRANSDUCERS
 S1~S2 : DISPLACEMENT TRANSDUCERS FOR SETTLEMENT
 U1~U6 : TIPS FOR PORE WATER PRESSURE
 I1~I2 : INCLINOMETERS

() : CROSS-SECTION 2

山内裕元氏、Ling,H.I.氏の研究
 後に、廬翰成氏の研究

盛土天端に池を造って強制破壊実験





破壊面は補強材を通過しない。
壁面に配置した俵は非常に有効。
案外、補強盛土は強いものだ！

JR総研での実物大試験盛土1988年から



砂質土盛土

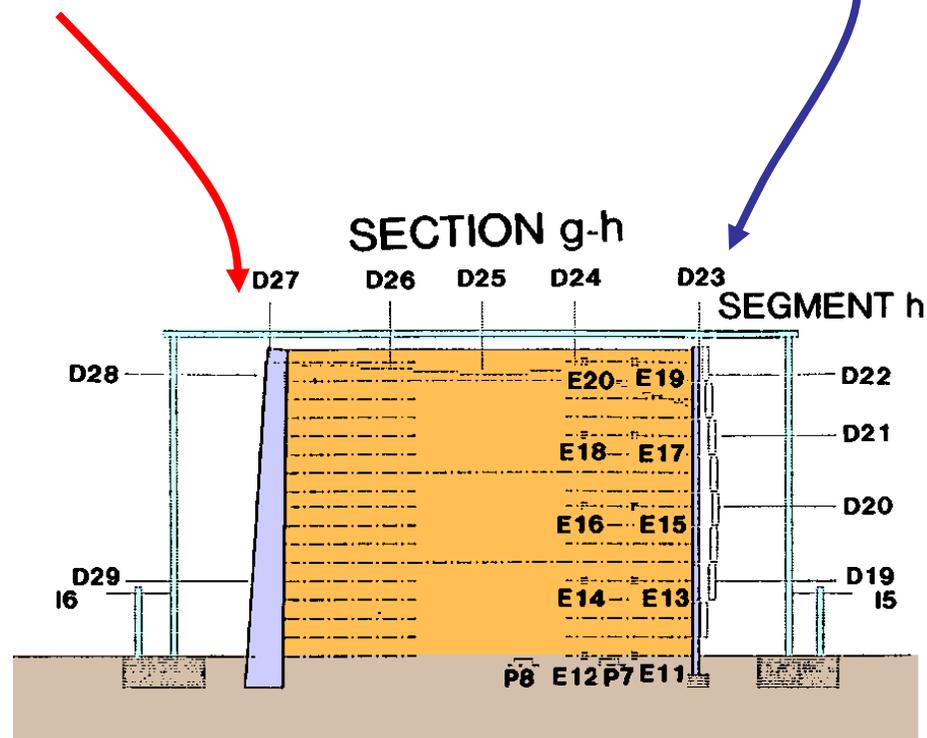
粘性土(関東ローム)盛土

・2年間の長期観測:

a) 分割パネルの壁面 h:

剛で一体の壁面工を持つ壁面よりもかなりおおきな変形

b) 剛で一体な壁面工を持つ壁面の変形は非常に僅か



載荷試験

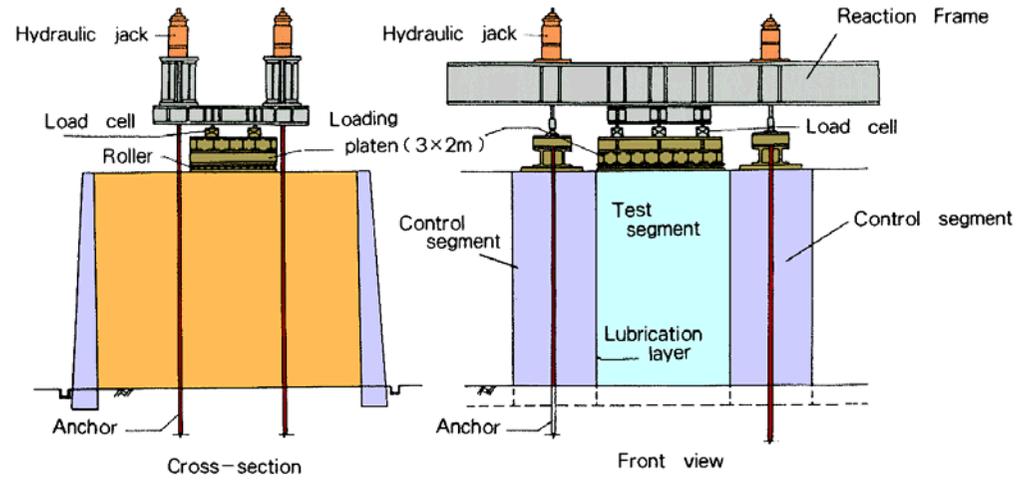


**h: RCパネル壁面
(ジオテキスタイル
補強材の長さL= 2 m)**

**f: 剛な一体
壁面工
(L= 1.5 m)**

**d: 剛な一体
壁面工
(L= 2 m)**

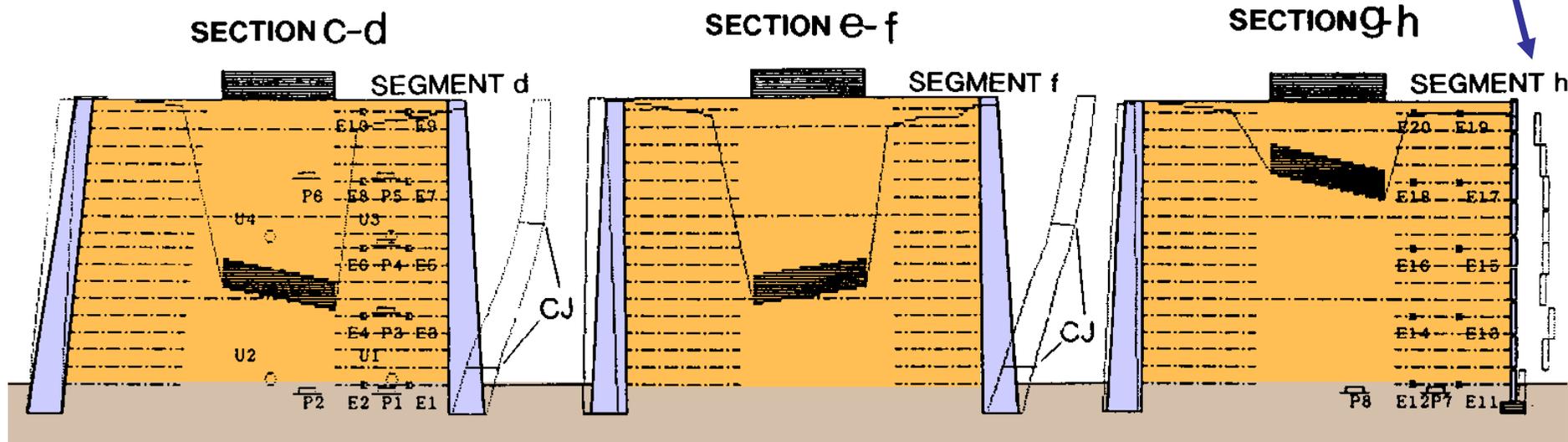
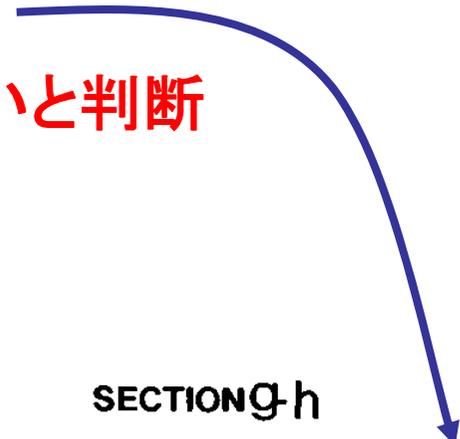
載荷破壊実験



1) 分割パネル壁面工を持つ壁面 h:

変形が大きくて最も弱い。

従って、実際の工事で使用することは出来ないと判断

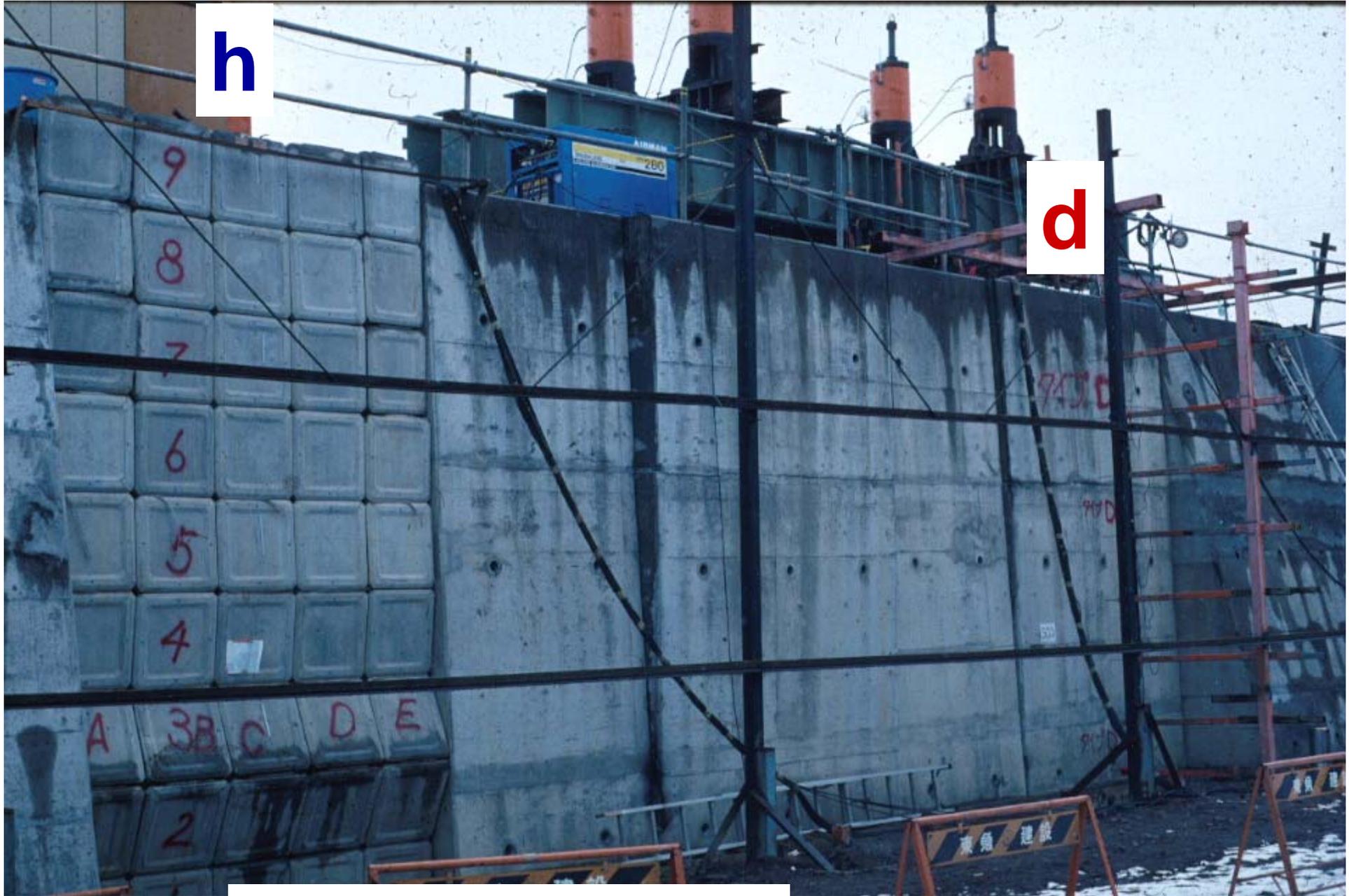


CJ: CONSTRUCTION JOINT

SEGMENT	d	f	h
SETTLEMENT OF FOOTING (cm)	69.4	68.3	29.8
FOOTING PRESSURE (tonf/m ²)	57.5	50.0	37.5

SCALE OF DEFORMATION

10 cm

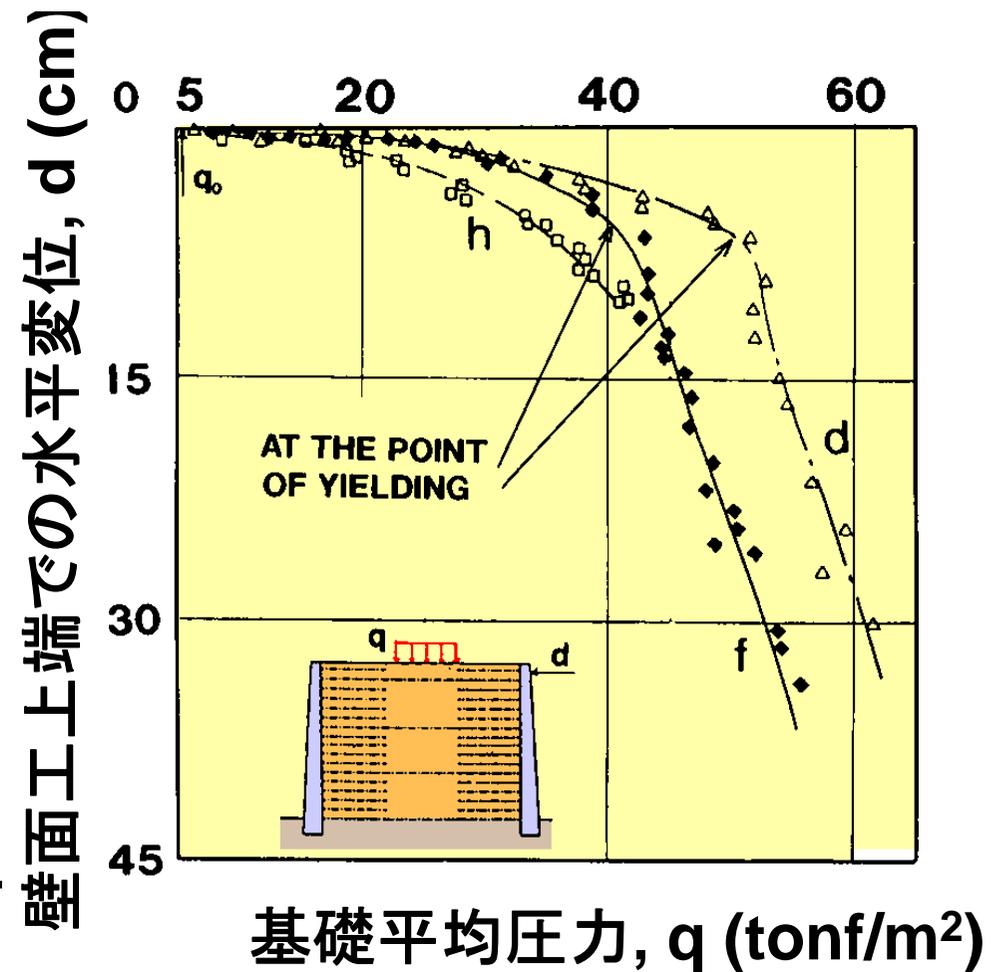


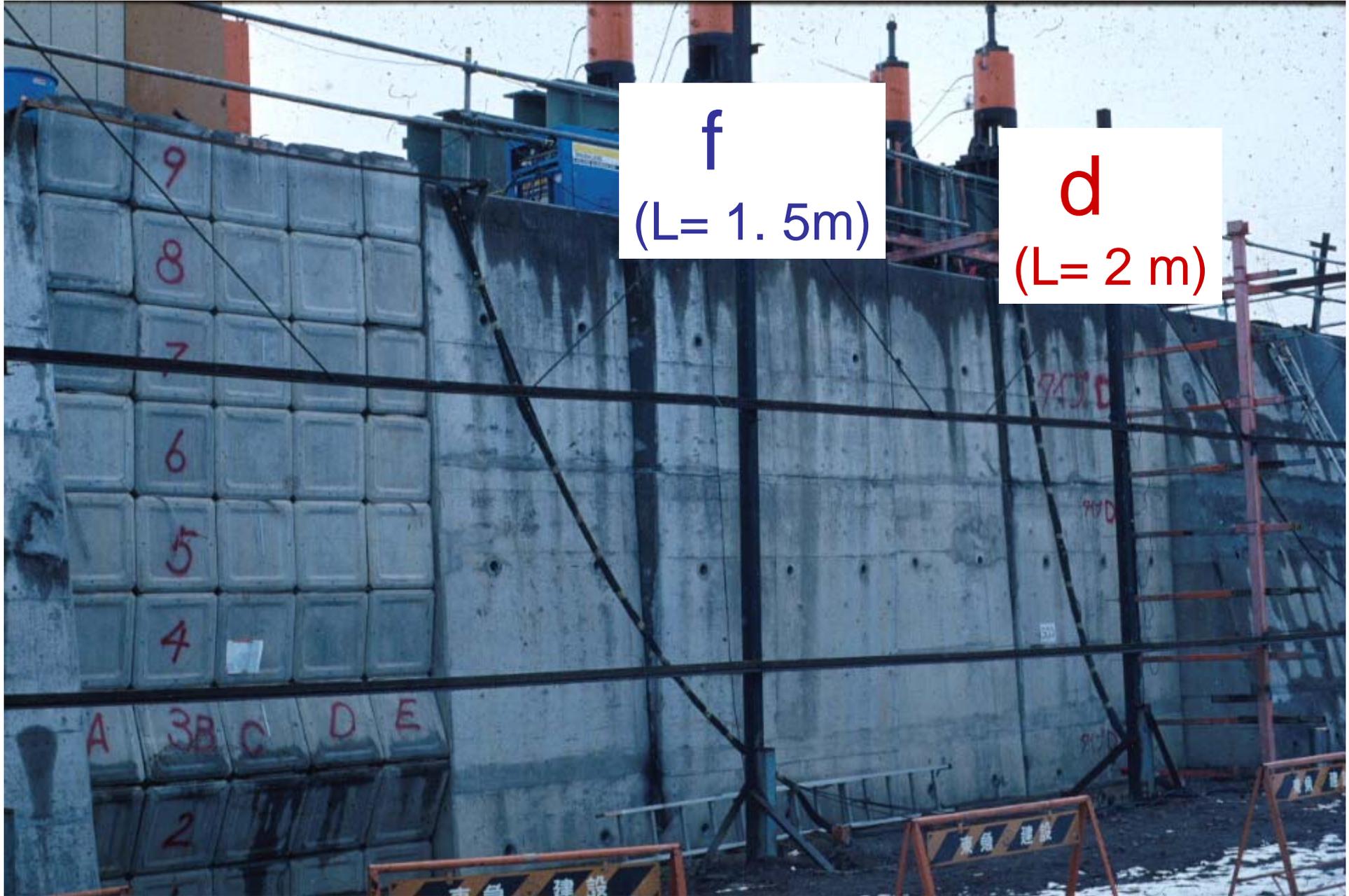
h & d: 補強材長 $L = 2 \text{ m}$

分割パネル式壁面工の壁面
 h ($L=2.0$ m)

対

剛で一体の壁面工の壁面
 d ($L=2.0$ m)





f
(L= 1.5m)

d
(L= 2 m)

剛で一体の壁面工の壁面
 f ($L= 1.5$ m)

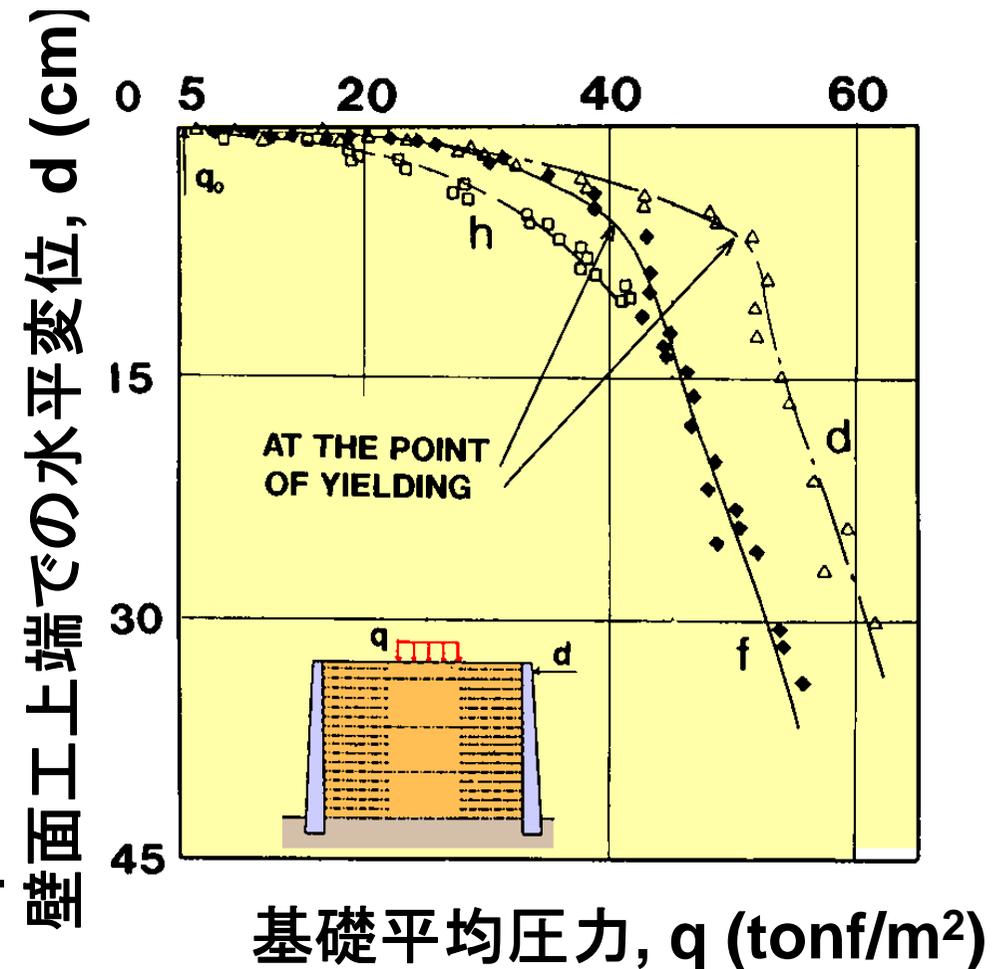
対

剛で一体の壁面工の壁面
 d ($L= 2.0$ m)

f ($L= 1.5$ m);
- 壁面 d よりも変形は大きい。
しかし、通常の荷重に対し
ては、十分に安定

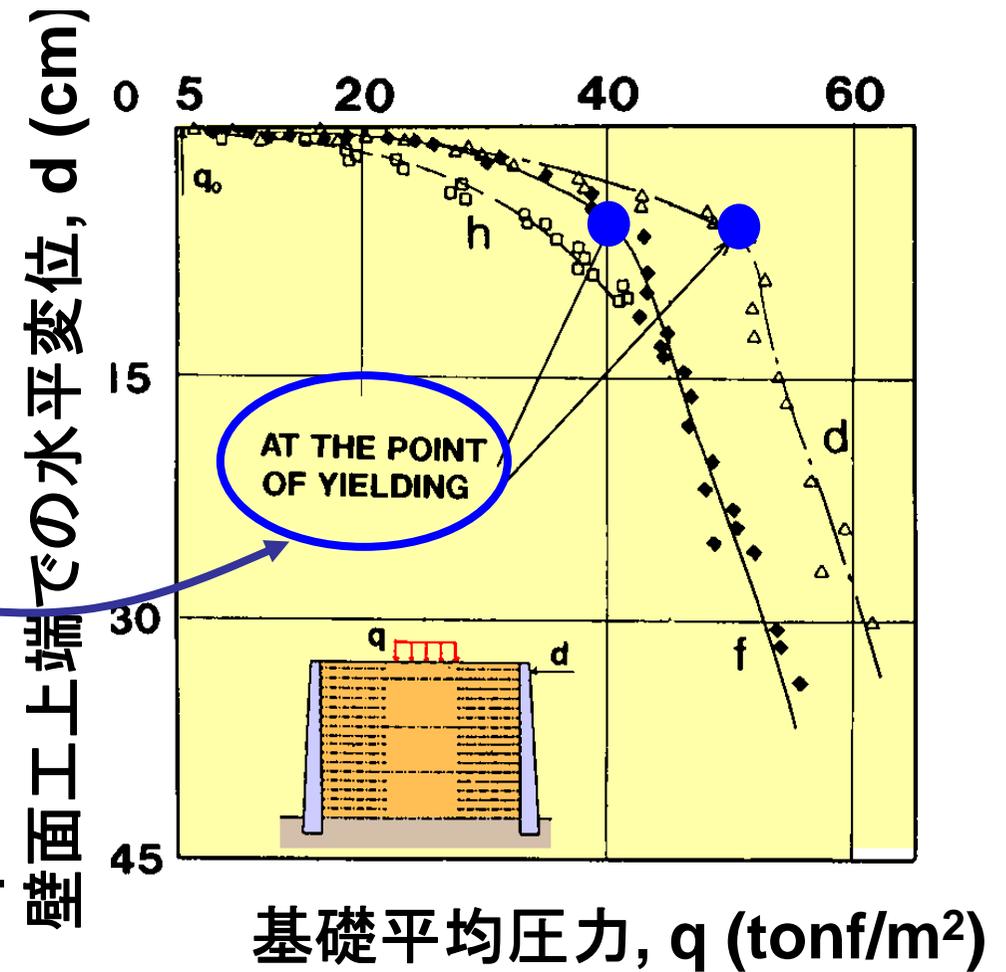
現在の設計法:

許容最小補強材長は、補強土擁壁の安定性を確認した上で、
a) 1.5 m;
b) 壁高の35 %
の内の大きい方の値。



壁面f, dの壁面工は、無筋コンクリート。

壁面f, dの強度は、打ち継ぎ目の降伏によって決定された。



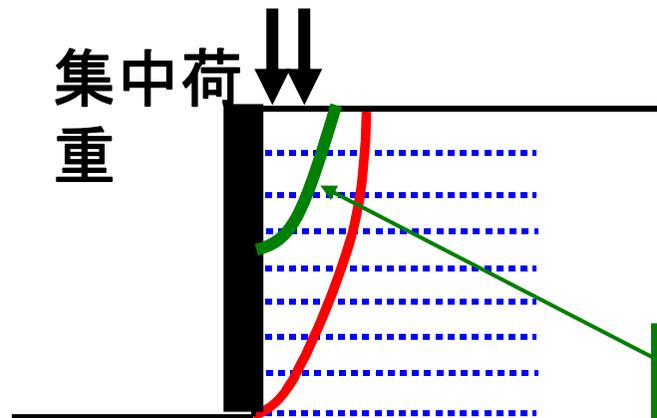
➔ この経験から、実際の補強土擁壁では、壁面工はコンクリートを軽く鉄筋で補強した。設計土圧は、裏込め盛土が補強されていないと仮定した場合の主動土圧



1996年夏

京王線平山城址駅付近





壁面工に全体剛性があれば、
このようなすべり面は生じない。

補強土擁壁における補強材を結合した壁面工の剛性の効果

a) 潜在すべり面に沿う破壊に対する安定

b) 壁面工背面での土圧の効果:

主働領域(盛土補強土工法)・滑動領域(地山補強土工法)の内部
の安定と剛性の確保に対して有効

壁面工が柔軟すぎ弱すぎて、
2) 地山補強土工法での、主働領域が崩落する破壊パターン。

補強材だけが空中に残る！

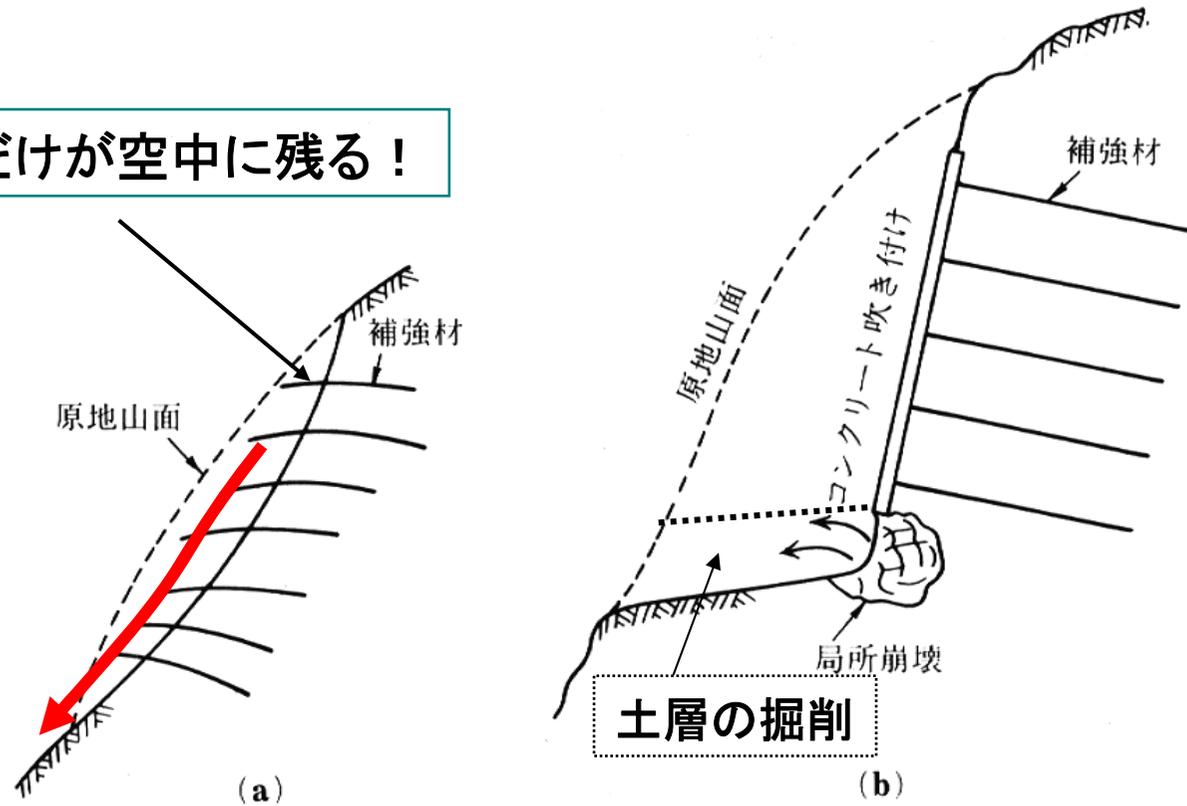


図2.2.9 地山補強土で壁面工に拘束力が無い場合、主働領域が崩落する破壊パターン

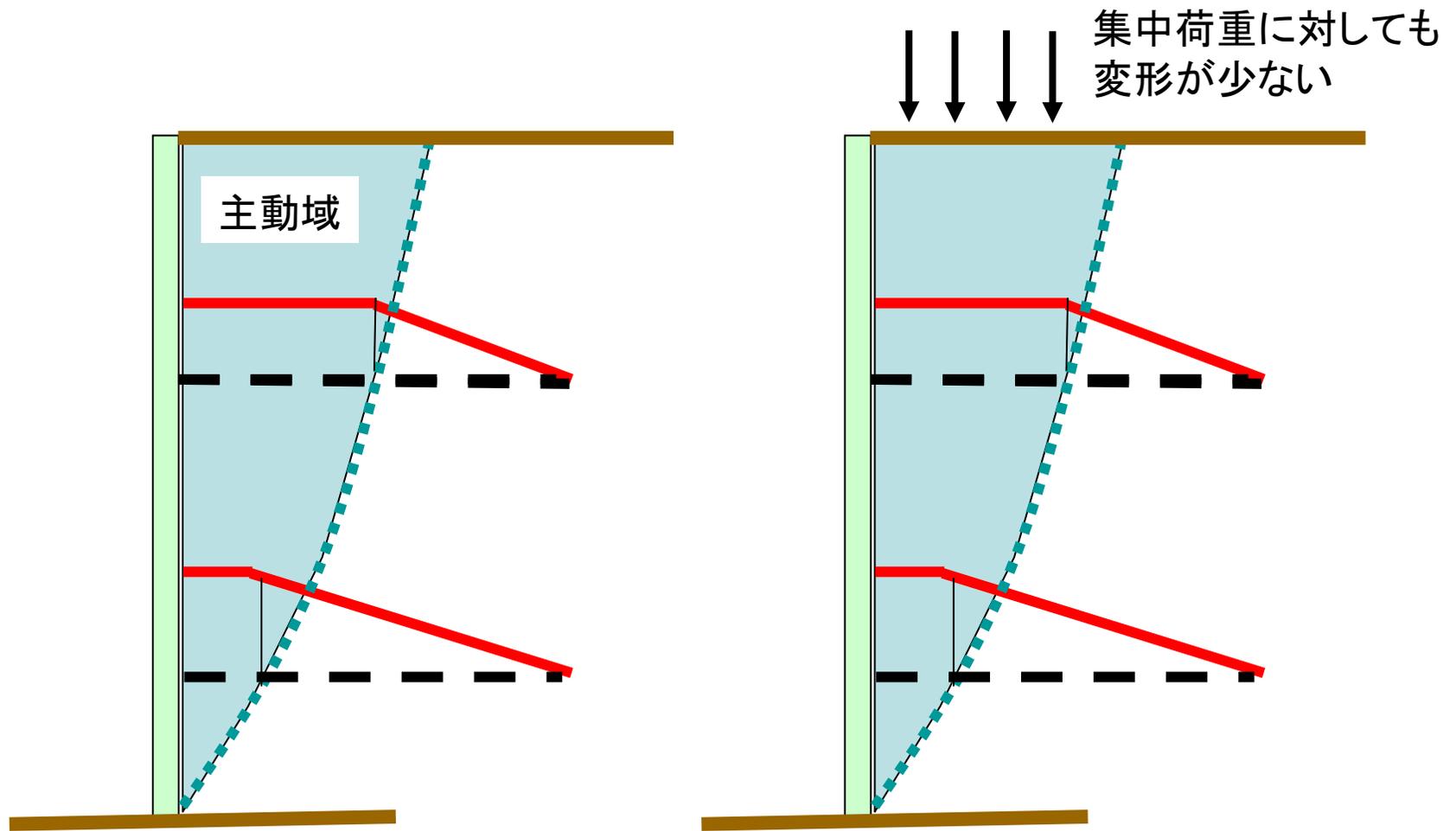
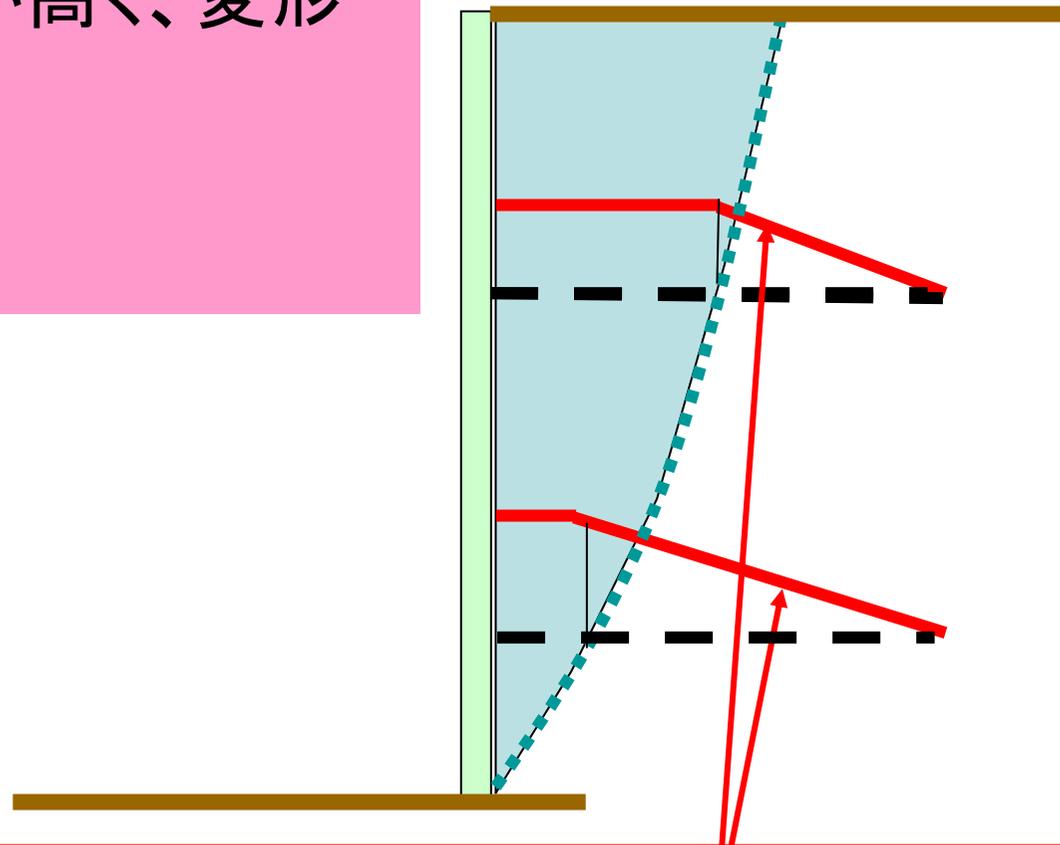


図2.2-10 剛な壁面工に補強材が結合されている場合の補強材引張り力の分布の模式図

壁面背後の主働域は、
拘束圧が大きく剛性が高く、変形
が小さい。

安定な好ましい状態



剛な壁面工に補強材が結合されている場合の補強材引
張り力の分布

引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

- 2.1.1 補強土工法の目的
- 2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類
- 2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察
- 2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

- 2.2.1 従来形式擁壁の問題点
- 2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム
- 2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

- 2.3.1 壁面工の分類
- 2.3.2 壁面剛性の効果
- 2.3.3 多数の支点で支持された連続梁としての剛で一体な壁面工

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

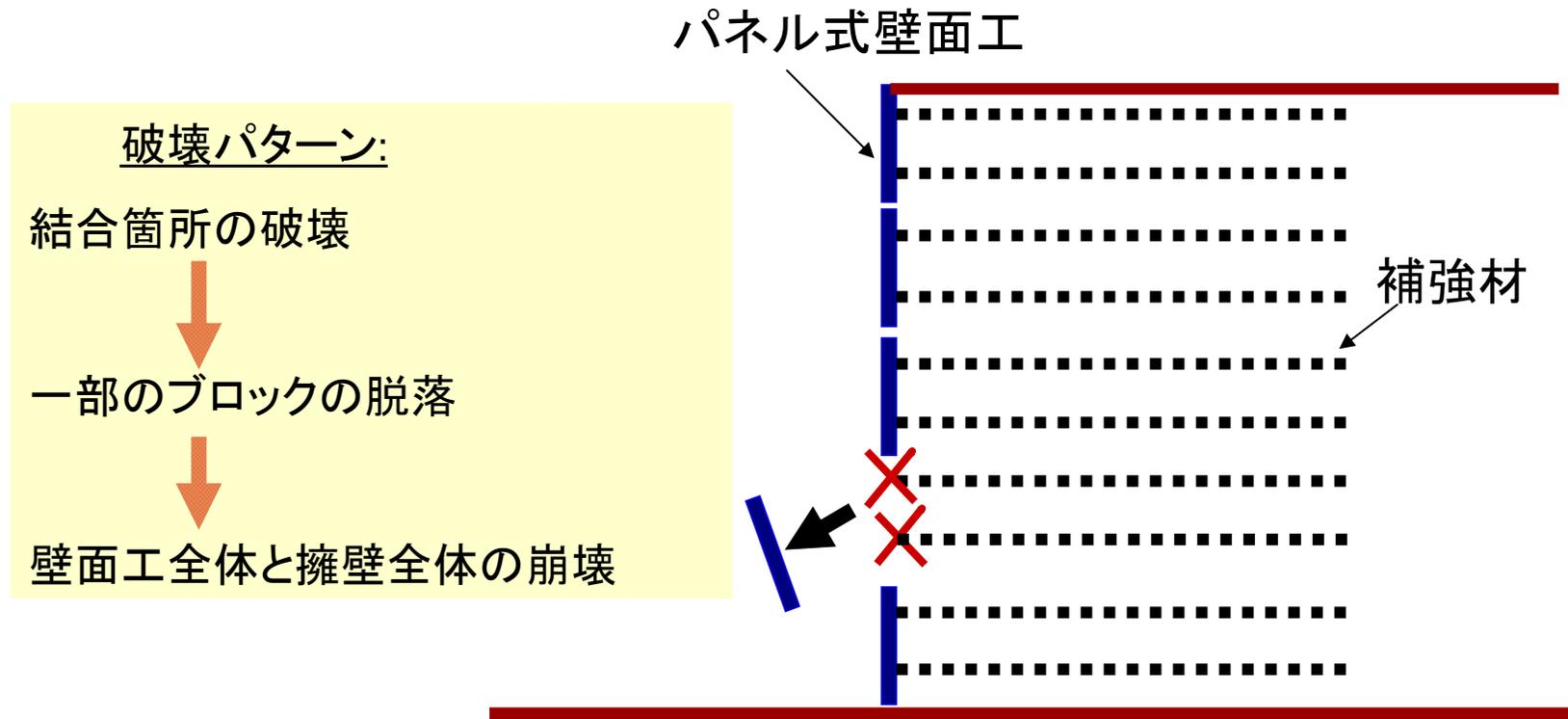
3.2 補強土擁壁

- 3.2.1 補強土擁壁の段階施工
- 3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土
- 3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)
- 3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設
- 3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

- 3.3.1 地山補強土の特長
- 3.3.2 地山補強土工法における段階施工

図2.2-12 壁面工と補強材の結合点の破壊を契機としたパネル式・ブロック式壁面工を持つ補強土擁壁の崩壊パターンの模式図



壁面工が単に盛土のこぼれだしを防ぐためだけのものであれば、このような崩壊は生じない！ → 壁面工は、擁壁の一体性を確保するための重要な構造要素である！

避けるべき破壊パターン:

結合箇所の破壊



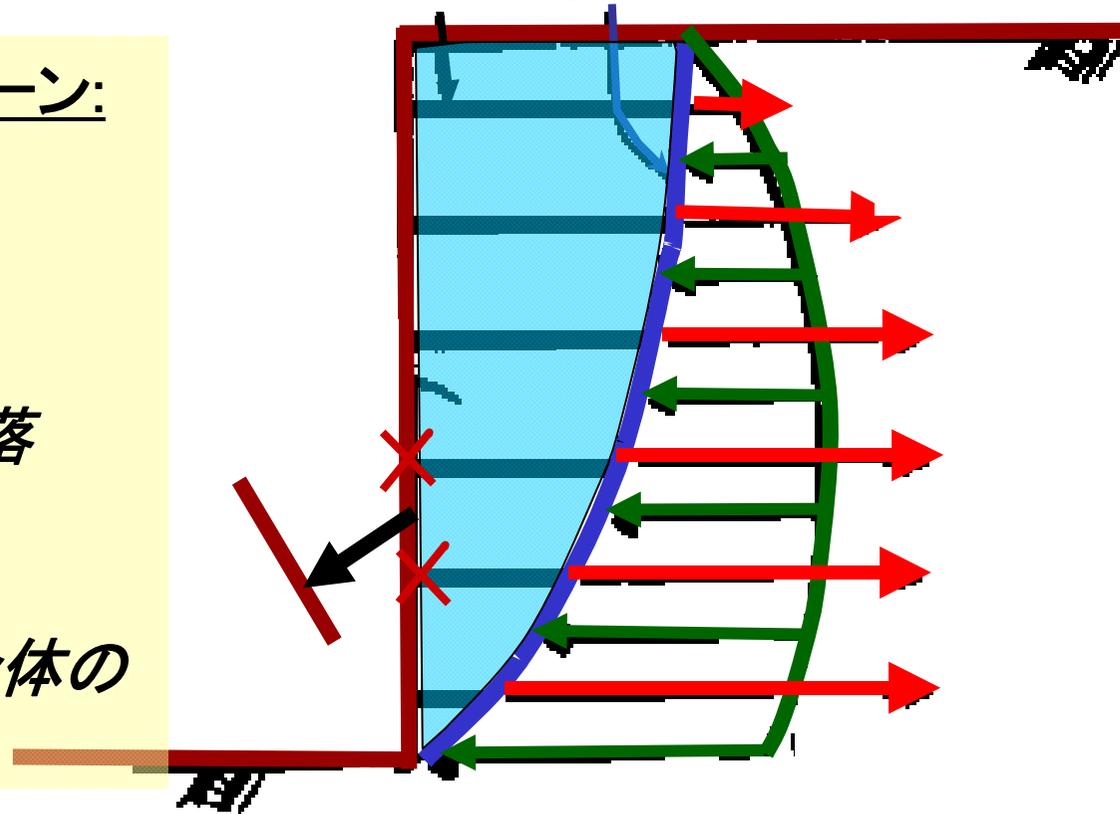
一部のブロックの脱落



壁面工全体と擁壁全体の崩壊

補強材

潜在的すべり面



壁面工が単に盛土のこぼれだしを防ぐためだけのものであれば、このような崩壊は生じない！ → 壁面工は、擁壁の一体性を確保するための重要な構造要素である！



図2.2-14 米国における金属製帯状補強材とパネルを用いた補強土壁の崩壊⁹⁾

- 1) 下層の帯状金属性補強材の引き抜け
- 2) 主動領域の落下
- 3) 壁面工と補強材の接合部のせん断破断
- 4) 一枚のパネルの押し出し
- 5) 壁面全体の崩壊



米国

- 1) 下層の帯状金属性補強材の引き抜け
- 2) 主動領域の落下
- 3) 壁面工と補強材の接合部のせん断破断
- 4) 一枚のパネルの押し出し
- 5) 壁面全体の崩壊



壁面工が単に盛土のこぼれだしを防ぐためだけのものでは、
このような崩壊は生じない！ → 壁面工は、擁壁の一体性を確保す
るための重要な構造要素である！

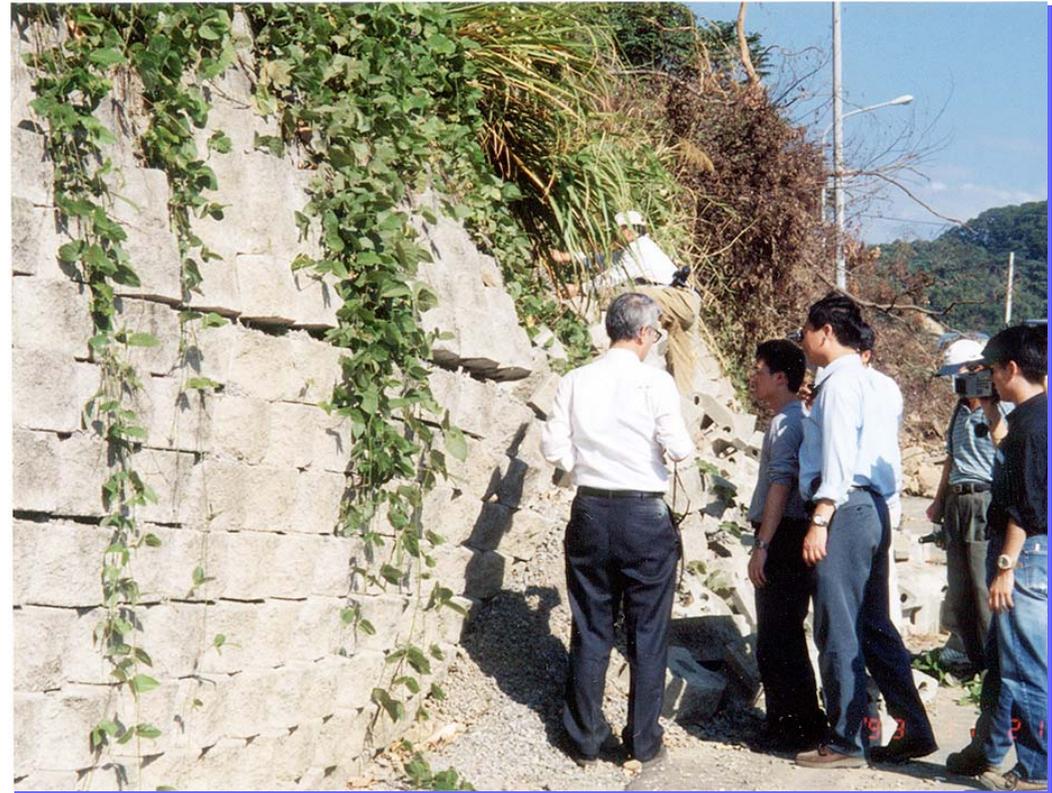
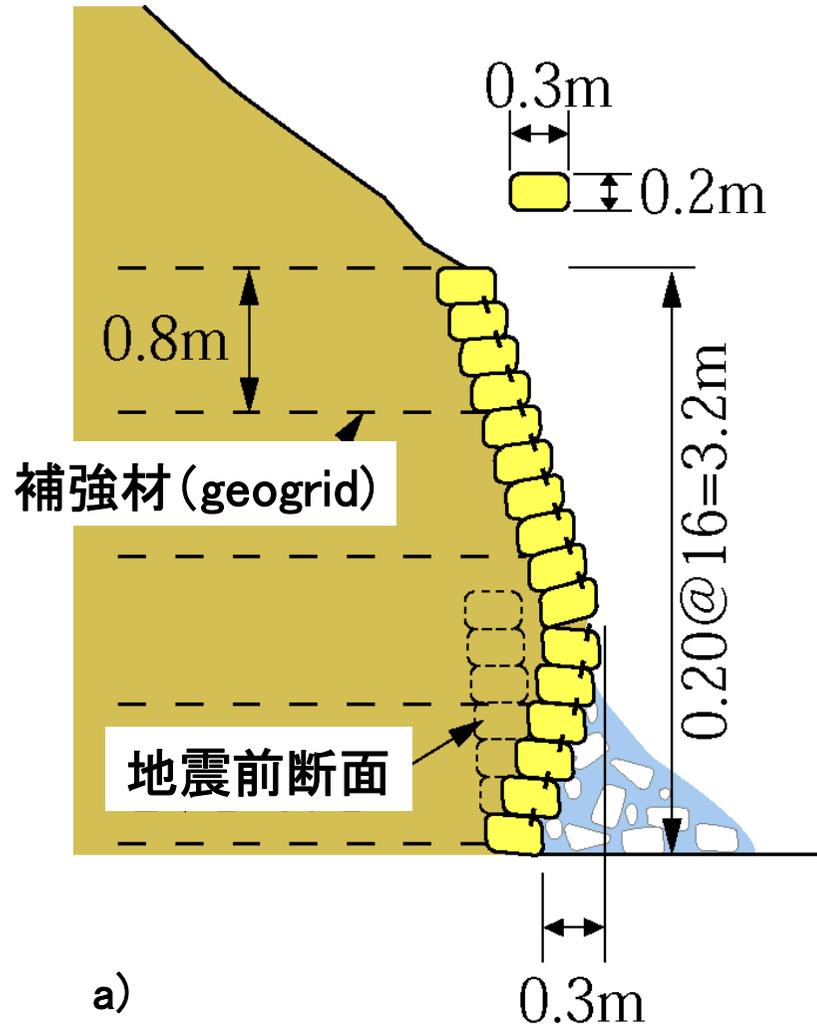
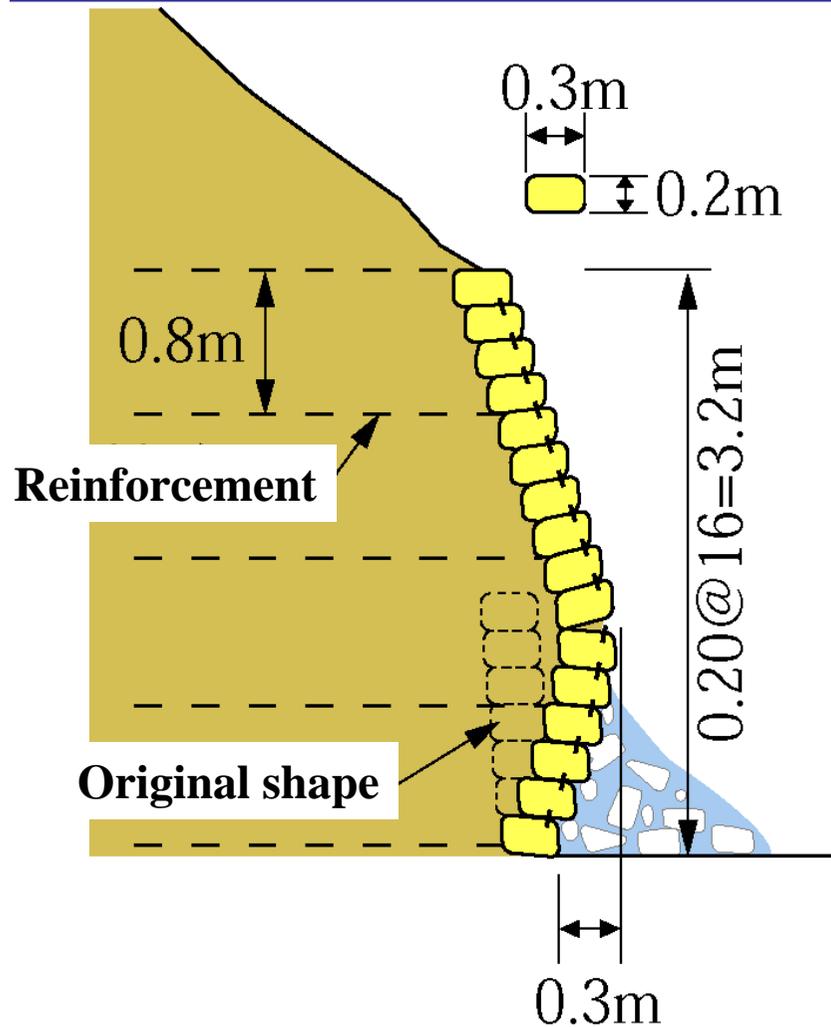
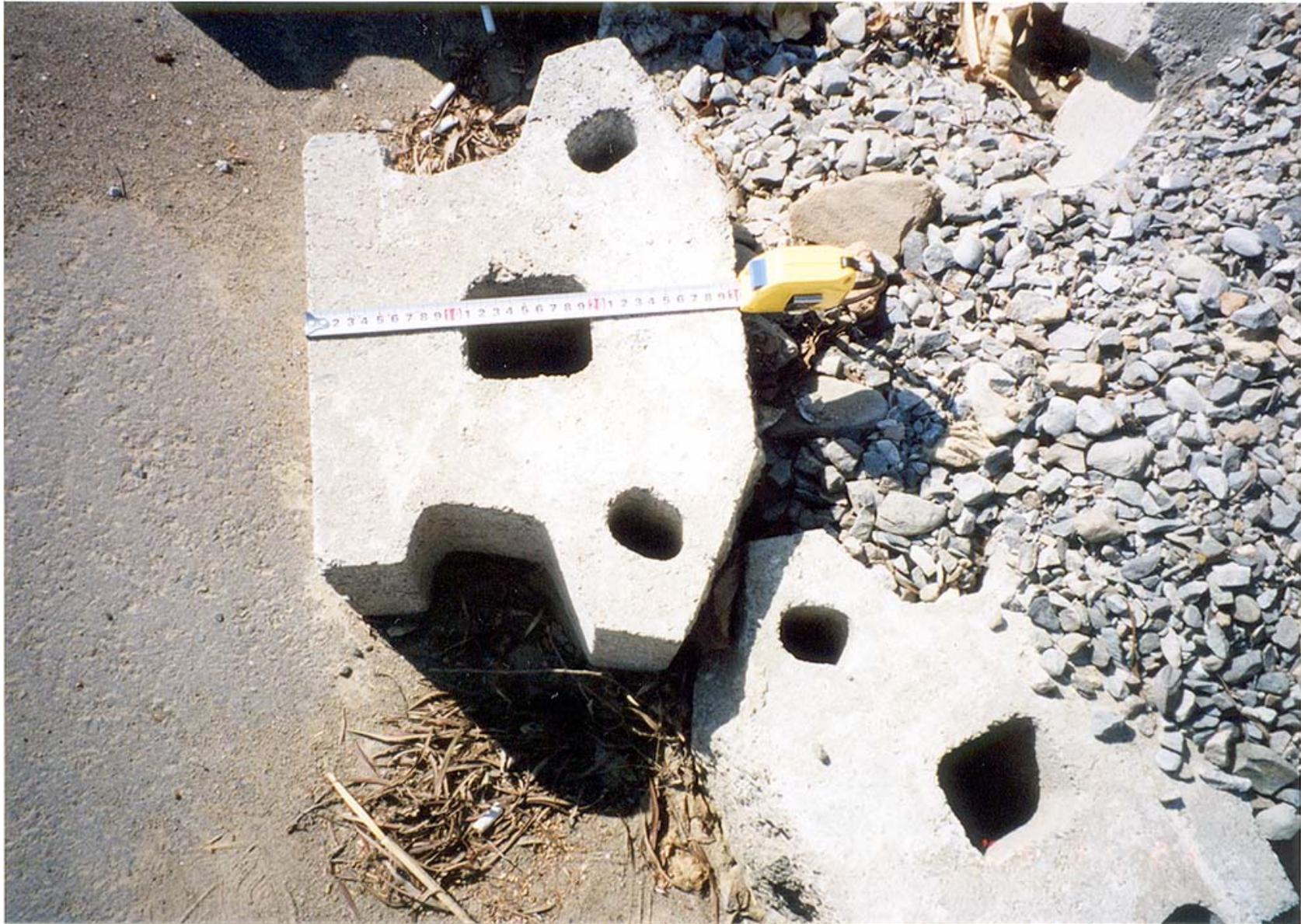


図2.2-13 1999年9月台湾集集地震におけるブロック式壁面工を持つジオテキスタイル補強土擁壁の崩壊の一例⁸⁾

1999年9月台湾集集地震におけるブロック式壁面工 を持つジオテキスタイル補強土擁壁(いわゆるKeystone block wall)の崩壊の一例



Keystoneブロック



崩壊の詳細



短すぎたピン;

壁面工背面には土圧が作用しないと想定して、壁面工の安定には注意を払っていなかった様に思われる。



大きすぎた補強材層鉛直間隔(80 cm);

壁面工の背面には土圧が作用しないと想定して、壁面工の安定には注意を払っていなかった様に思われる。



80 cm に四つのブロックを積み上げ！

弱すぎたブロックと補強材の結合強度；
*壁面工の背面には土圧が作用しないと想定し
てと思われる。*

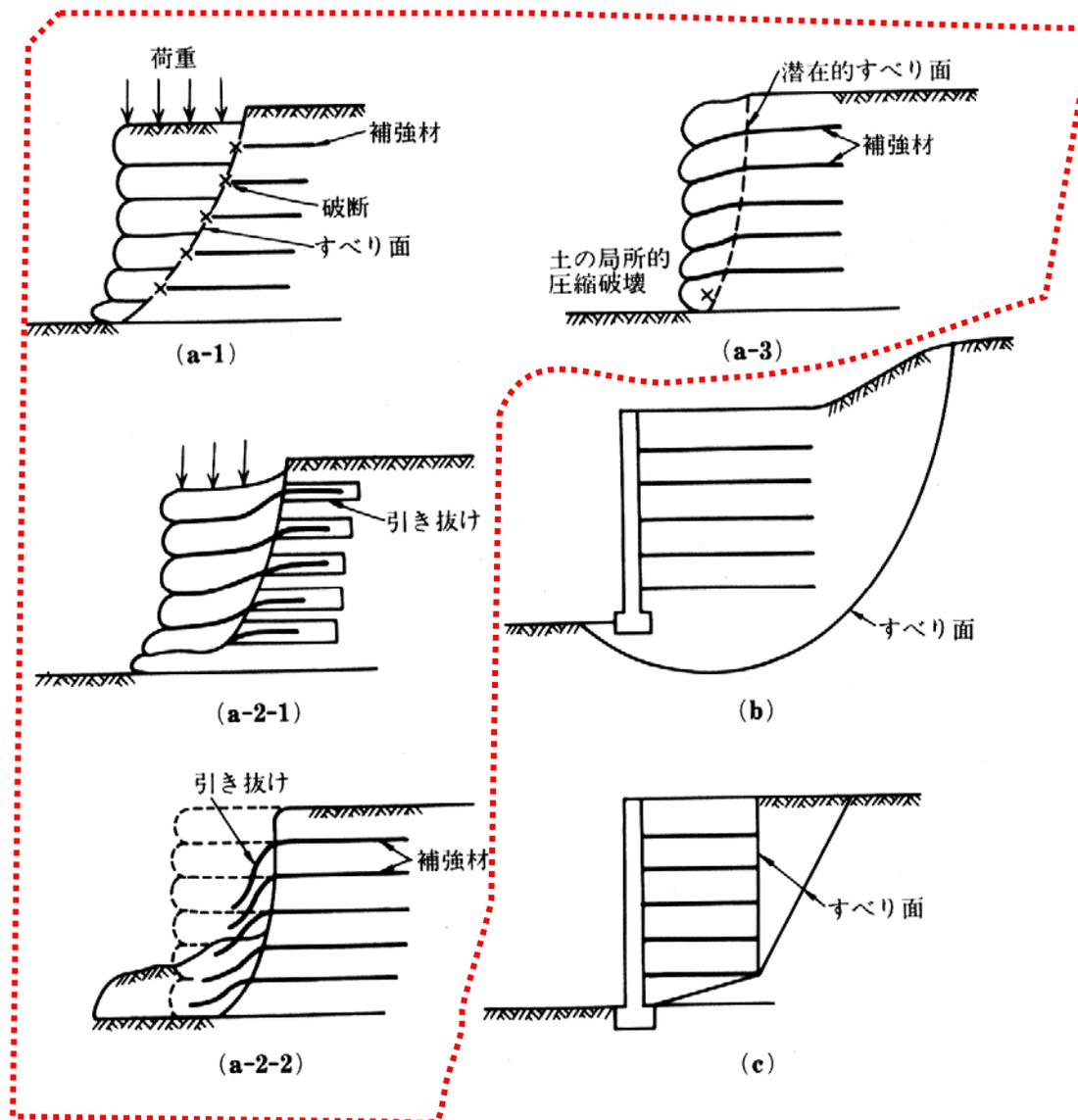


弱すぎたブロックと補強材の結合強度；

壁面工背面には土圧が作用しないと想定してと思われる。



図2.2-15 補強土壁の破壊パターン



引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

- 2.1.1 補強土工法の目的
- 2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類
- 2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察
- 2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

- 2.2.1 従来形式擁壁の問題点
- 2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム
- 2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

- 2.3.1 壁面工の分類
- 2.3.2 壁面剛性の効果
- 2.3.3 多数の支点で支持された連続梁としての剛で一体な壁面工

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

3.2 補強土擁壁

- 3.2.1 補強土擁壁の段階施工
- 3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土
- 3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)
- 3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設
- 3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

- 3.3.1 地山補強土の特長
- 3.3.2 地山補強土工法における段階施工

壁面工の力学的役割

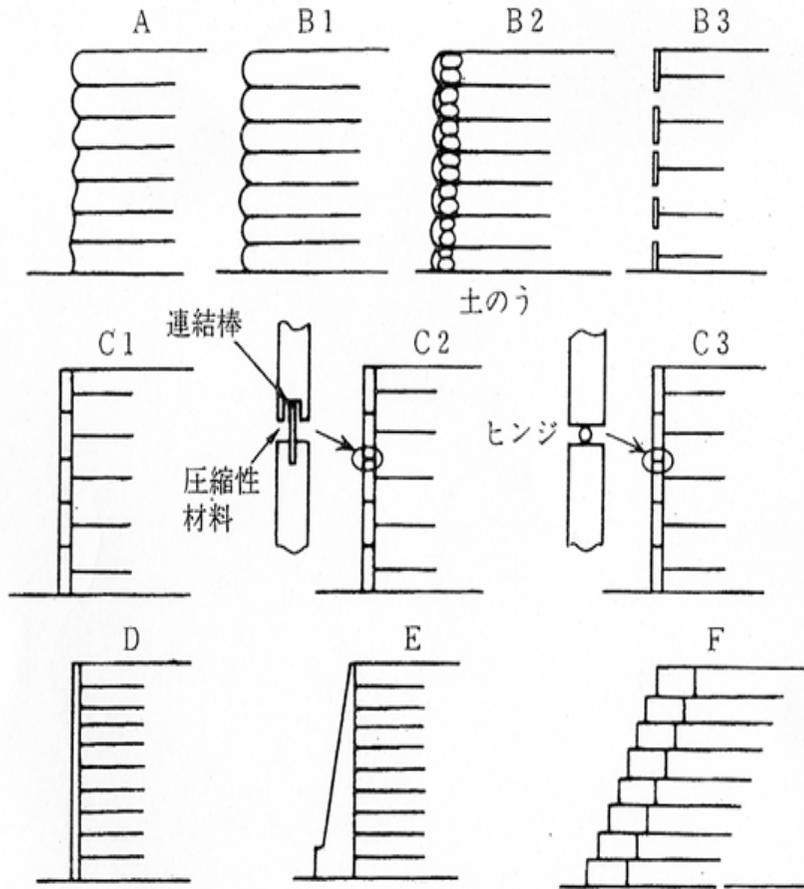


図-2.13 壁面工の力学的役割 (龍岡, 1992 に F を追加)¹⁾

表-2.6 壁面工の効果の分類 (龍岡, 1992 に追加)¹⁾

壁面工の機能	壁面工のタイプ									
	A	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D	E	F*
局所的剛性	×	△	□	○	○	○	○	○	○	○
全体縦剛性	×	×	×	×	○	×	○	○	○	□
全体せん断剛性	×	×	×	×	○	○	×	○	○	○
全体曲げ剛性	×	×	×	×	×	×	×	○	○	×
自重抵抗	×	×	×	×	×	×	×	×	○	□

×：効果が期待できない，△：効果が少し期待できる，□：効果がある程度期待できる，○：効果が十分期待できる，*：追加項目

図2.3-1 壁面工の分類(文献10の原図にFを加筆¹⁾)

引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

2.1.1 補強土工法の目的

2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類

2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察

2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

2.2.1 従来形式擁壁の問題点

2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム

2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

2.3.1 壁面工の分類

2.3.2 壁面剛性の効果

2.3.3 多数の支点で支持された連続梁としての剛で一体な壁面工

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

3.2 補強土擁壁

3.2.1 補強土擁壁の段階施工

3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土

3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)

3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設

3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

3.3.1 地山補強土の特長

3.3.2 地山補強土工法における段階施工

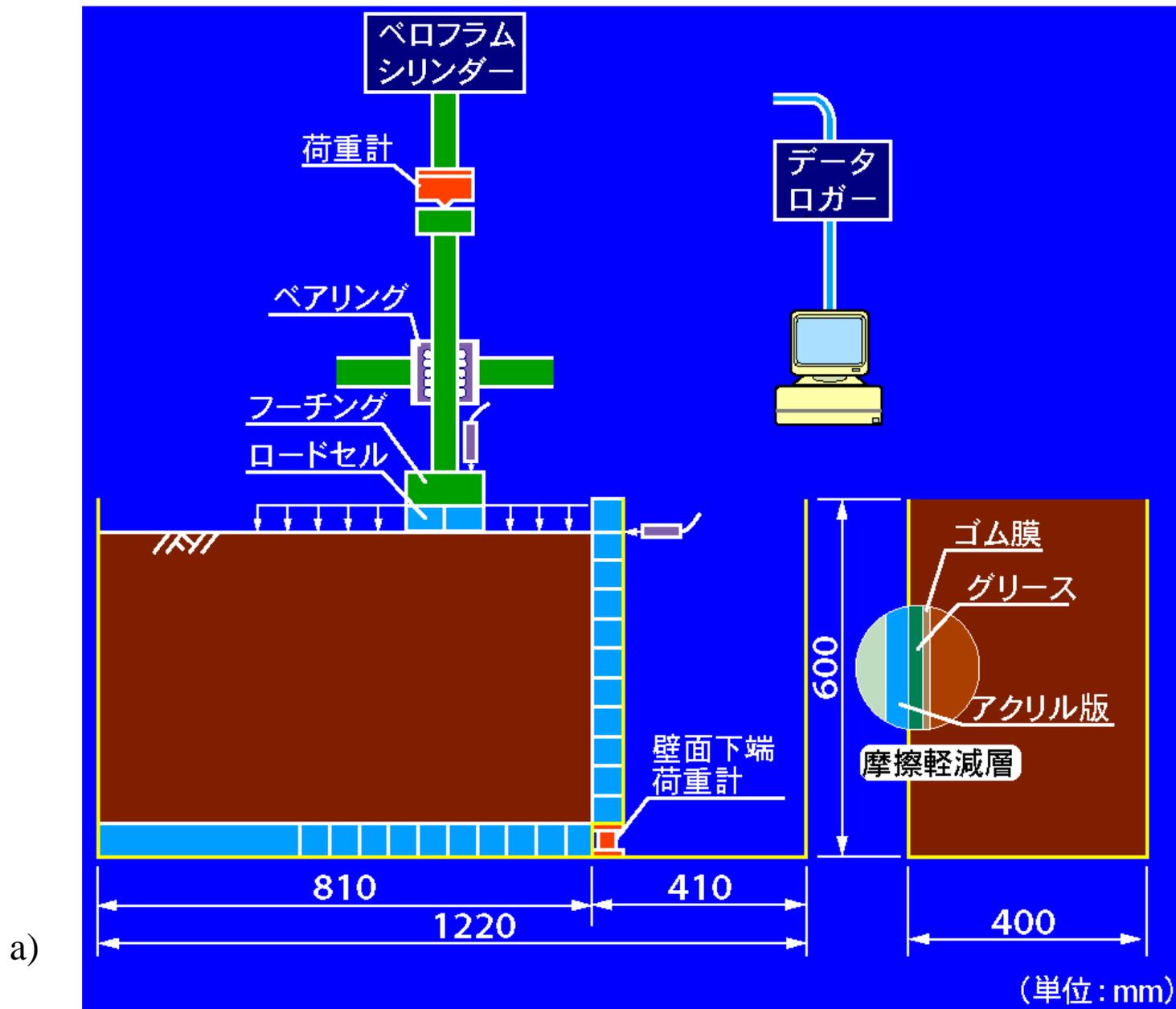
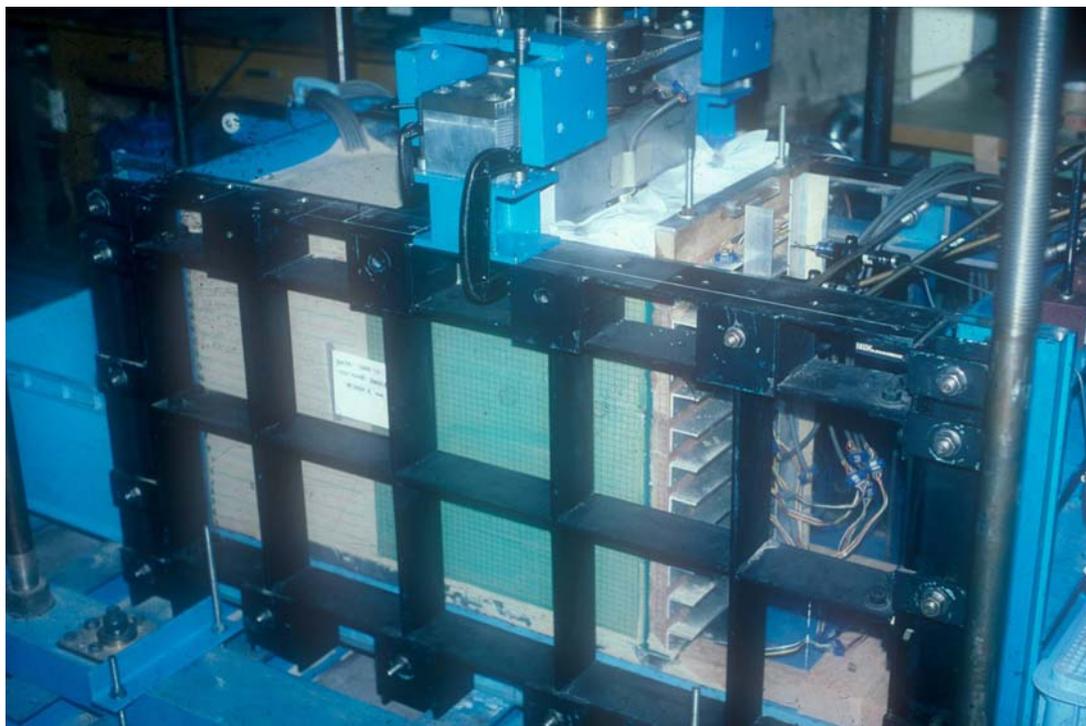


図2.3-2 壁面工の剛性が擁壁の安定性に与える影響を検討した模型実験¹²⁾: a)模型全体説明図; b)模型全体写真; c)砂箱側面摩擦抵抗軽減法

補強土擁壁の模型実験

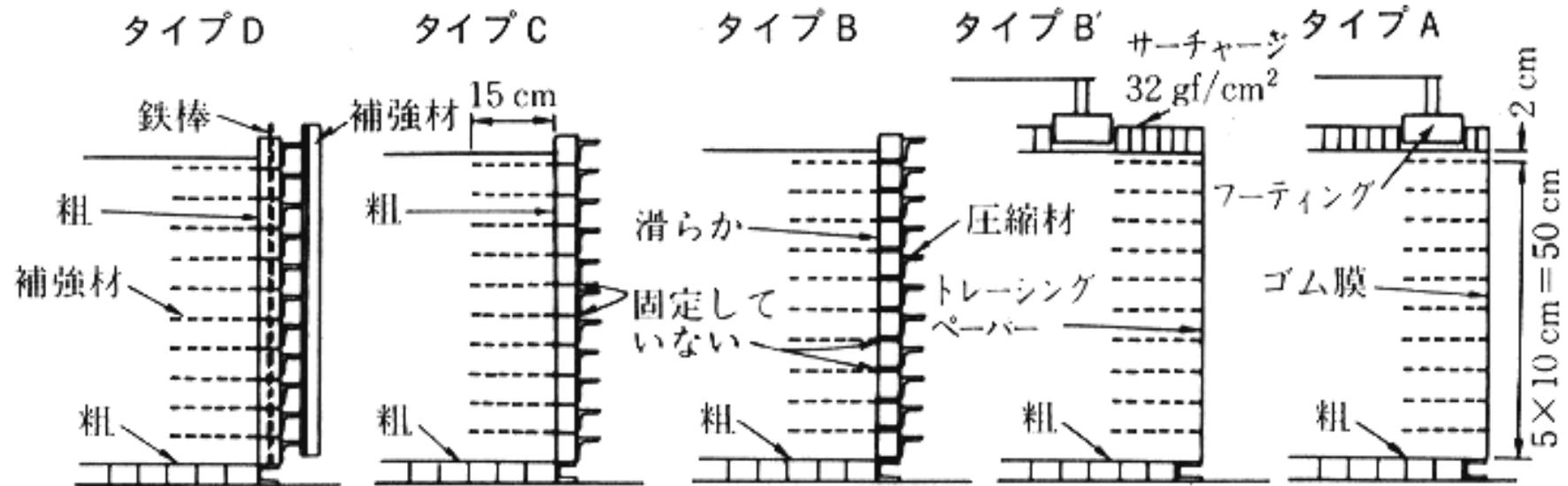


b)



c)

壁面工の異なるジオテキスタイル補強土擁壁の模型



(a) 模型擁壁

剛な一体壁面工

壁面工の剛性減少

壁面工剛性の効果

- 壁面工の局所剛性：
壁面の局所的に土圧を受ける能力
- 全体剛性：
壁面工全体の縦剛性、曲げ剛性、せん断剛性

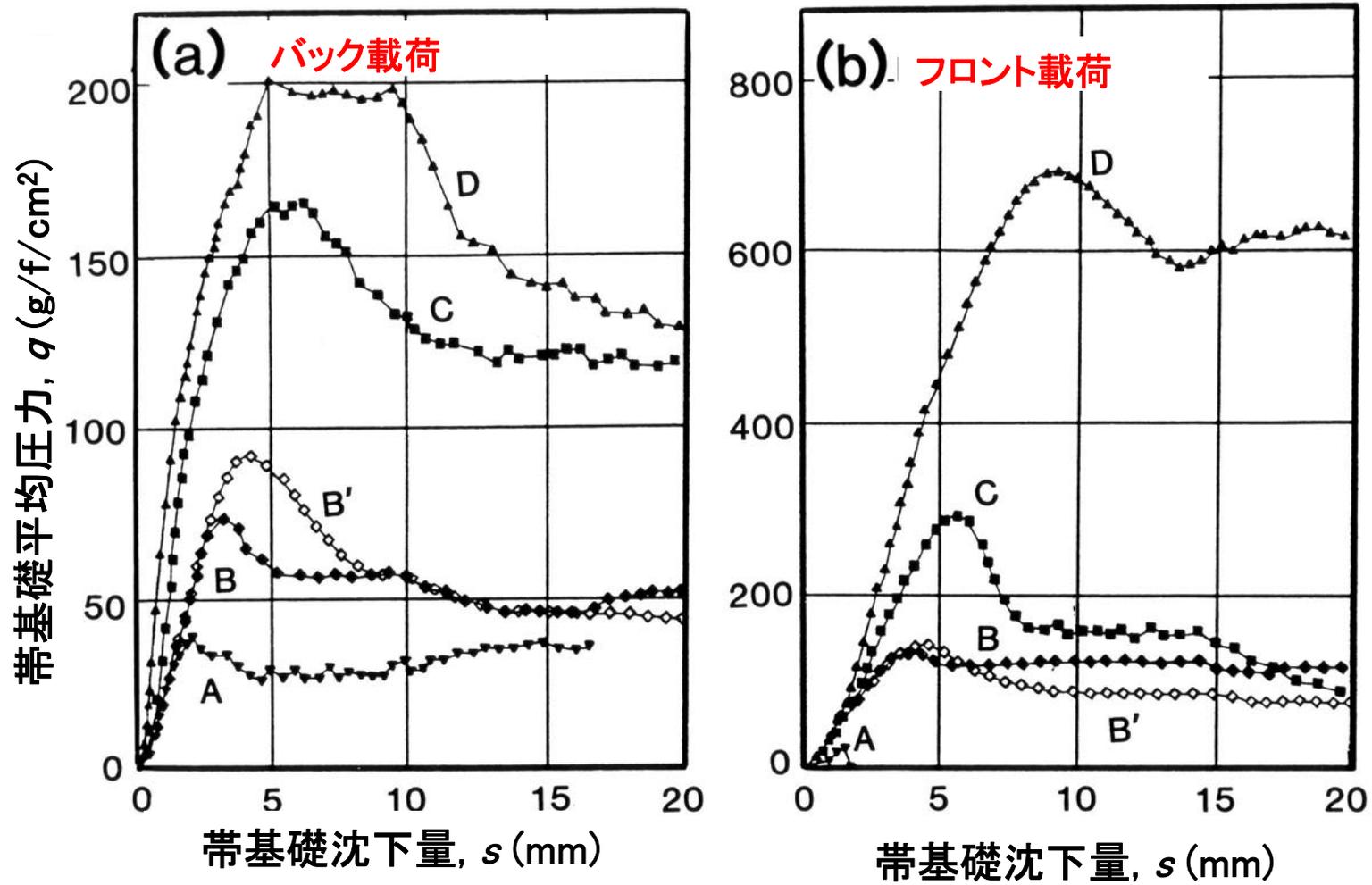
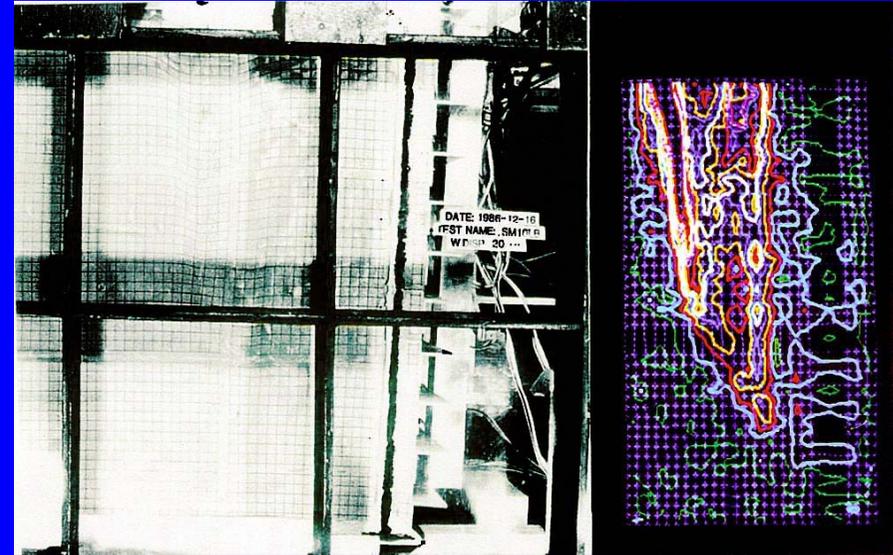
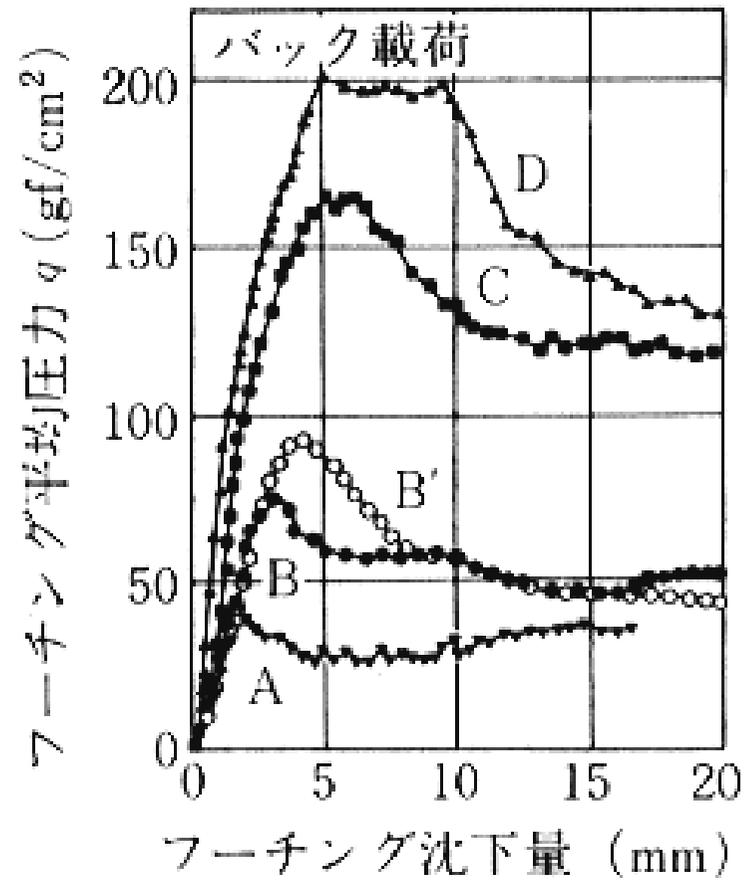


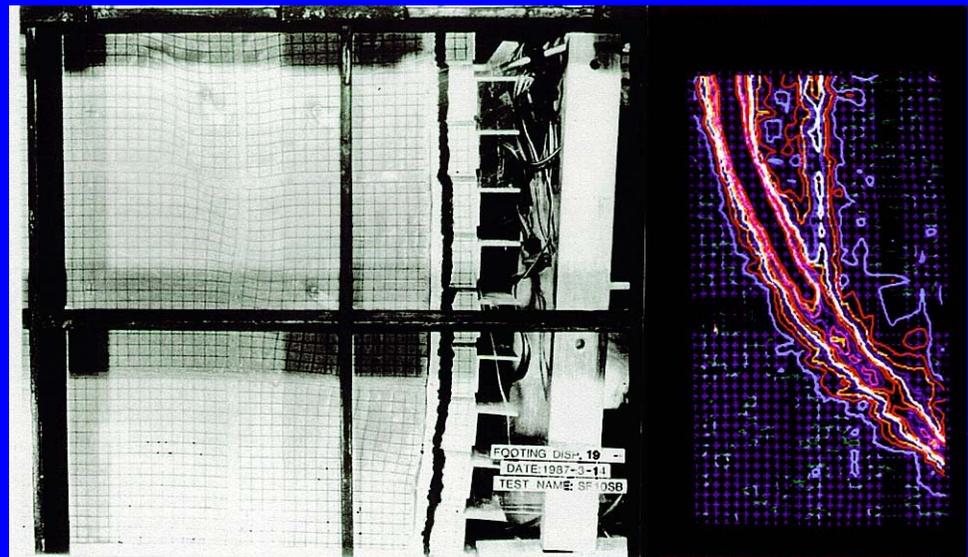
図2.3-4 異なる剛性の壁面工を持つ補強土擁壁模型の安定性¹²⁾

載荷実験状況(壁面剛性効果確認)



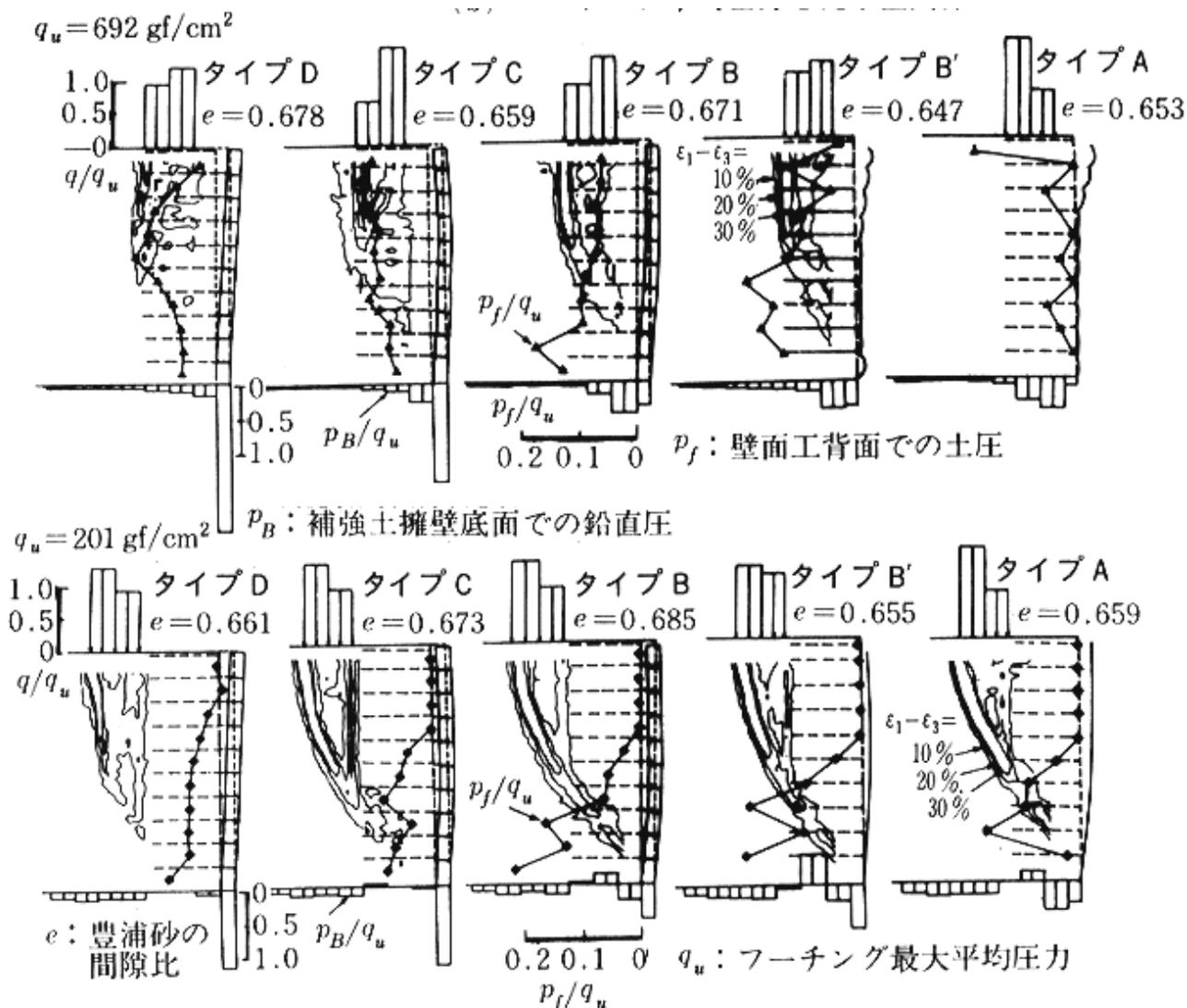
剛性の大きい壁面(D壁面)

載荷実験状況(壁面剛性効果確認)



剛性の小さい壁面(B壁面)

壁面工剛性が増加すると擁壁の安定性は著しく増加する！



(c) 補強領域上からのフロント載荷時の各種の測定値

- ① 補強土擁壁内のひずみ分布(ϵ_1 と ϵ_3 は最大最小主ひずみ), ② 「フーチング圧力」 q_1/q_2 の分布(q はフーチング1/2の平均圧力の最大値 q_u はフーチング全体の平均圧力の最大値), ③ 「壁面工背面の圧力」 p_f/q_u の分布, ④ 「補強土擁壁底面での圧力」 p_B/q_u の分布。

引張り補強の原理と実際

第2章 補強メカニズム

2.1 引張り補強メカニズム

2.1.1 補強土工法の目的

2.1.2 補強メカニズムによる補強土工法の分類

2.1.3 平面ひずみ圧縮試験による引張りメカニズムの考察

2.1.4 模型支持力実験による引張りメカニズムの考察

2.2 土圧と壁面工

2.2.1 従来形式擁壁の問題点

2.2.2 補強土擁壁の基本メカニズム

2.2.3 補強土壁の破壊メカニズムと壁面工の力学的役割

2.3 壁面工の剛性と役割

2.3.1 壁面工の分類

2.3.2 壁面剛性の効果

2.3.3 剛で一体の壁面工の構造上の特徴

第3章 補強土擁壁と地山補強の施工原理

3.1 本章の内容

3.2 補強土擁壁

3.2.1 補強土擁壁の段階施工

3.2.2 補強土擁壁による腹付け盛土

3.2.3 補強土擁壁の特長(まとめ)

3.2.4 補強土擁壁による橋台の建設

3.2.5 その他の代表的工事例

3.3 地山補強

3.3.1 地山補強土の特長

3.3.2 地山補強土工法における段階施工

剛な一体壁面工を持つ補強土擁壁：小支点間距離の多数支点で支持された連続梁なので、壁面に土圧が作用しても……

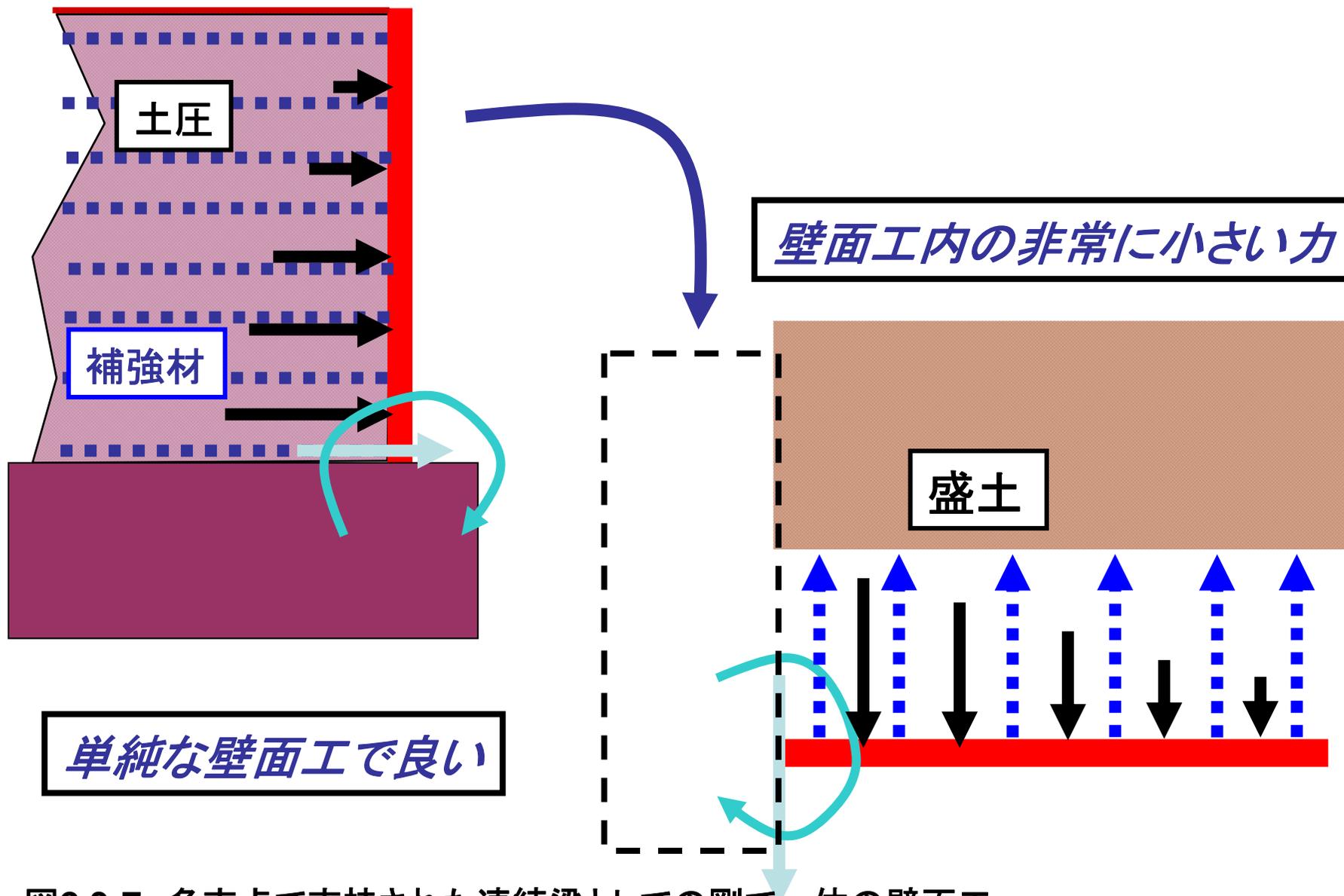
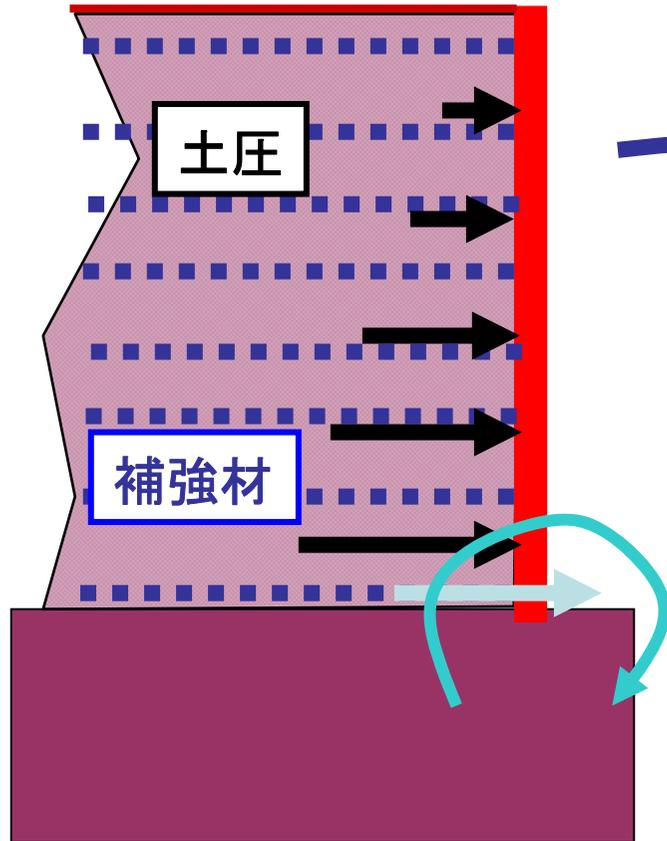


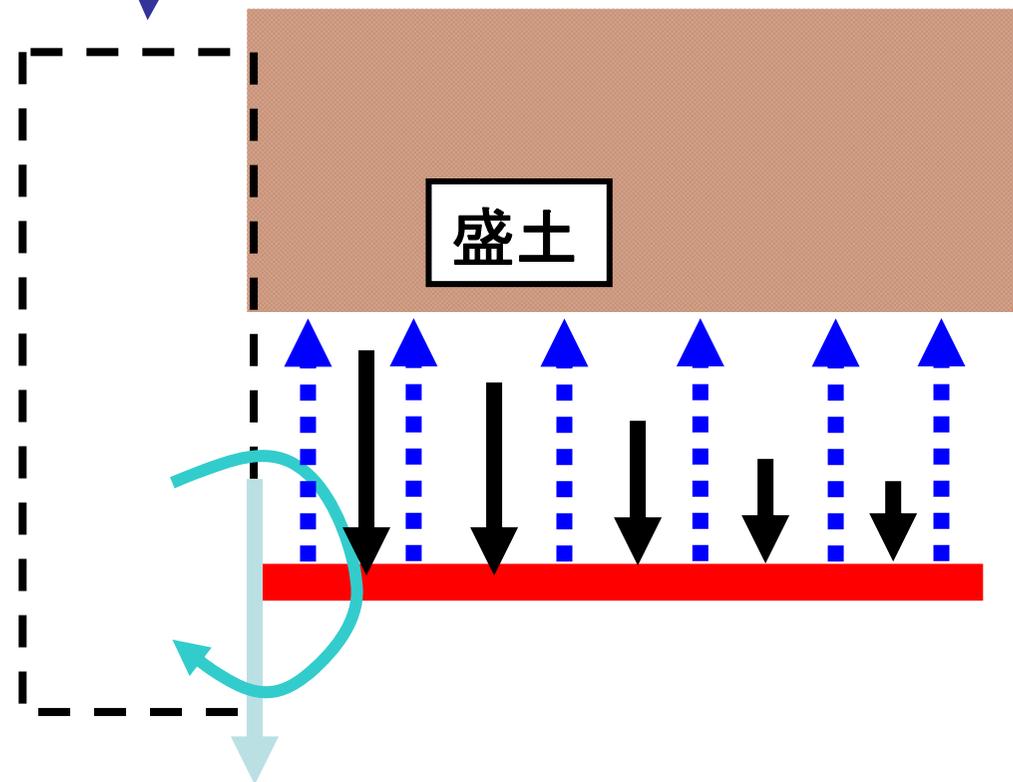
図2.3-7 多支点で支持された連続梁としての剛で一体の壁面工

剛な一体壁面工を持つ補強土擁壁: 小支点間距離の多数支点で支持された連続梁なので、壁面に土圧が作用しても……



杭が不要になる

壁面工下端での
非常に小さな水平滑動力と
転倒モーメント



剛で一体化壁面工の効用

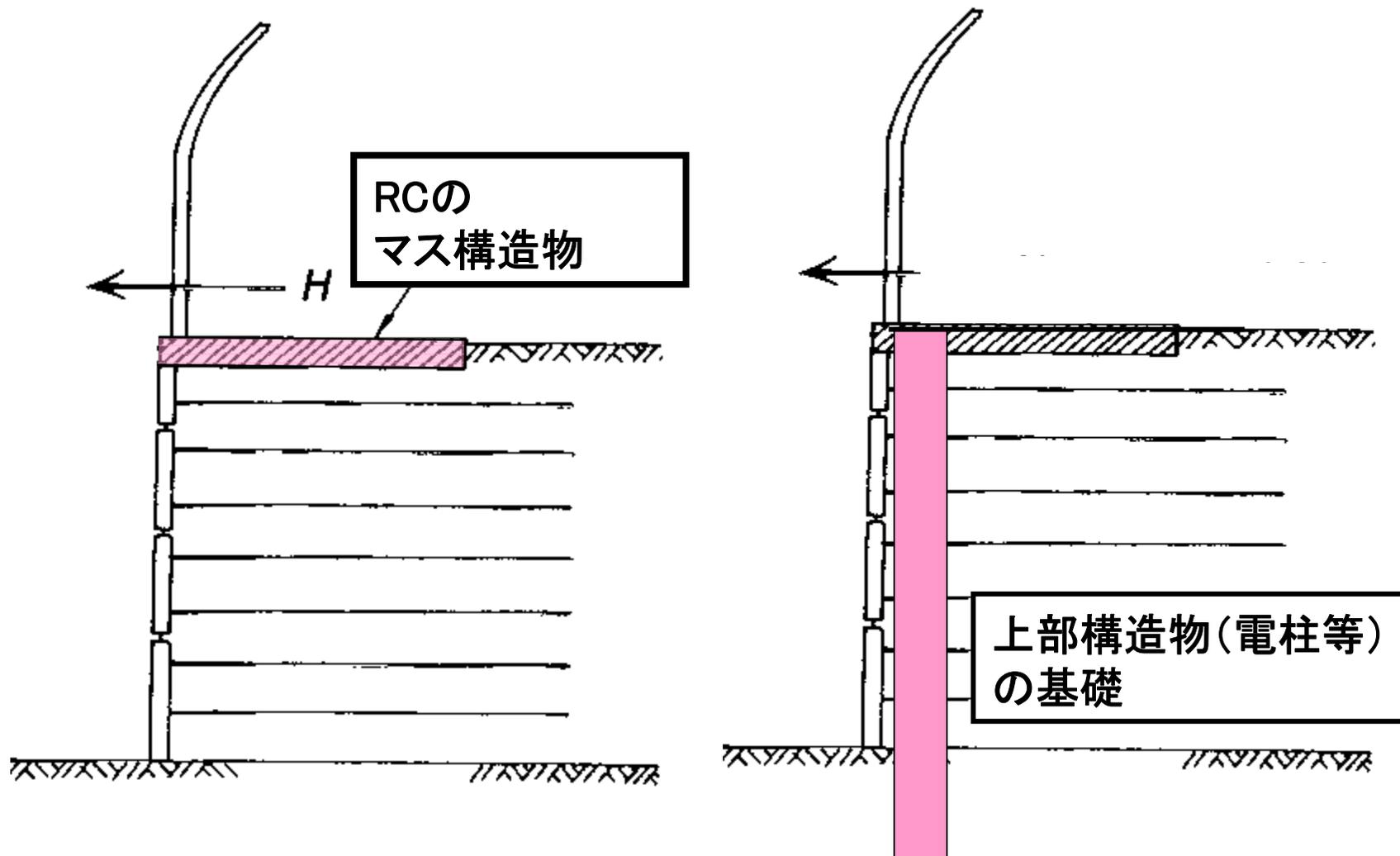
壁面工上端での集中荷重に対する抵抗力の増加

- a) 壁面工を基礎構造物として活用する
- b) 橋台としての利用

補強領域が一体化:

引き抜け抵抗が大きなジオテキスタイルを用いると、必要補強材長が小さくなる

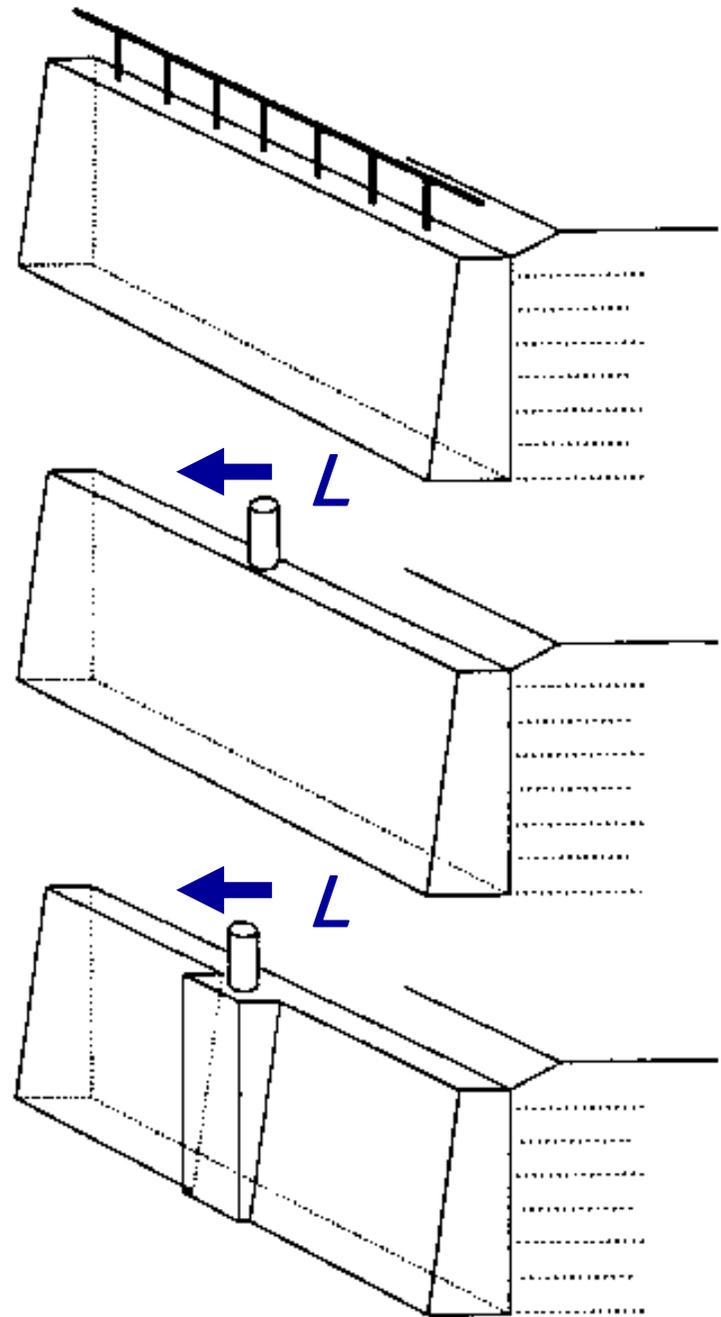
一方、ブロック式やパネル式壁面工では、壁面工の上端に作用する集中荷重に、「最上部のパネルとそれに結合した補強材層」しか抵抗しない。別途、基礎構造物が必要となる。



剛な一体壁面工はジオテキスタイル層に結合されているので、電柱・防音壁等の構造物の基礎となる。

三次元効果！

一区間のジオテキスタイル補強盛土と壁面工は、一体として集中荷重 L に抵抗する。



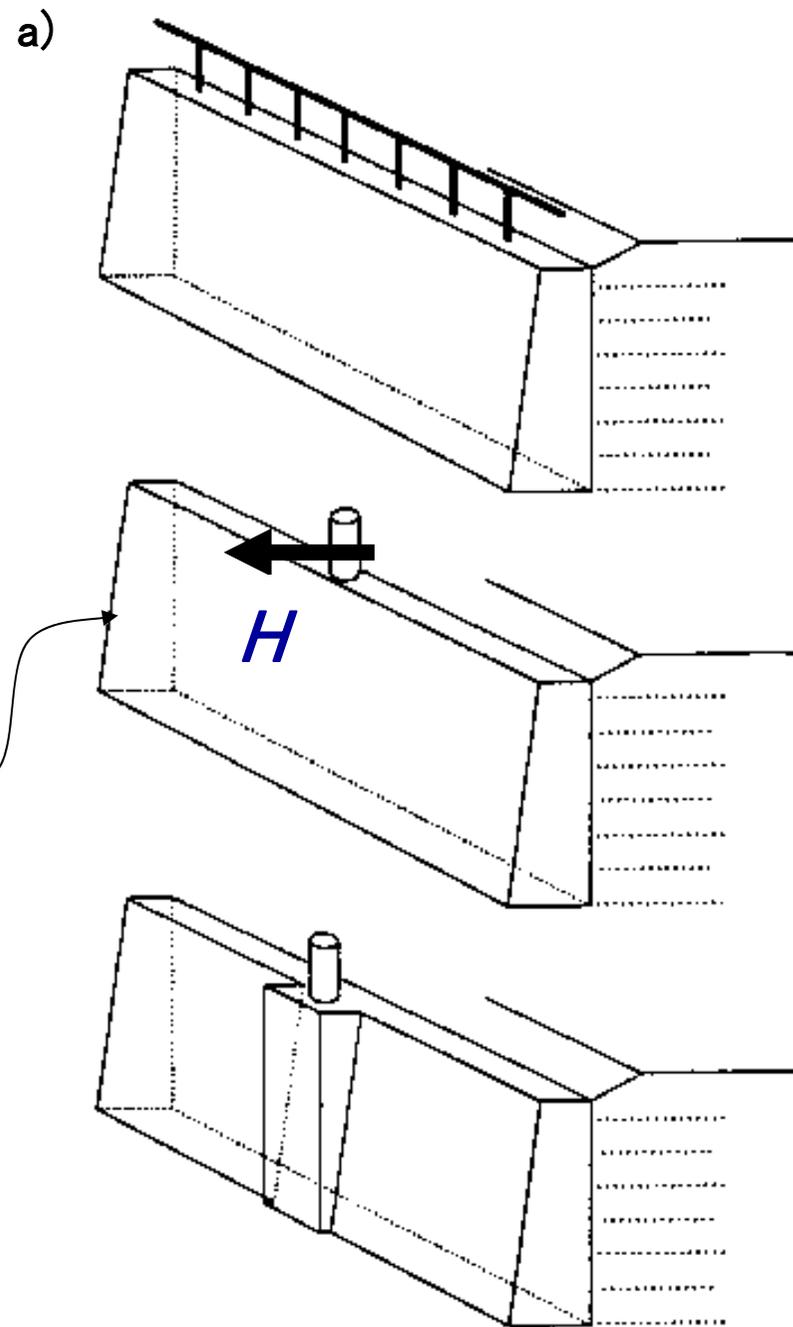
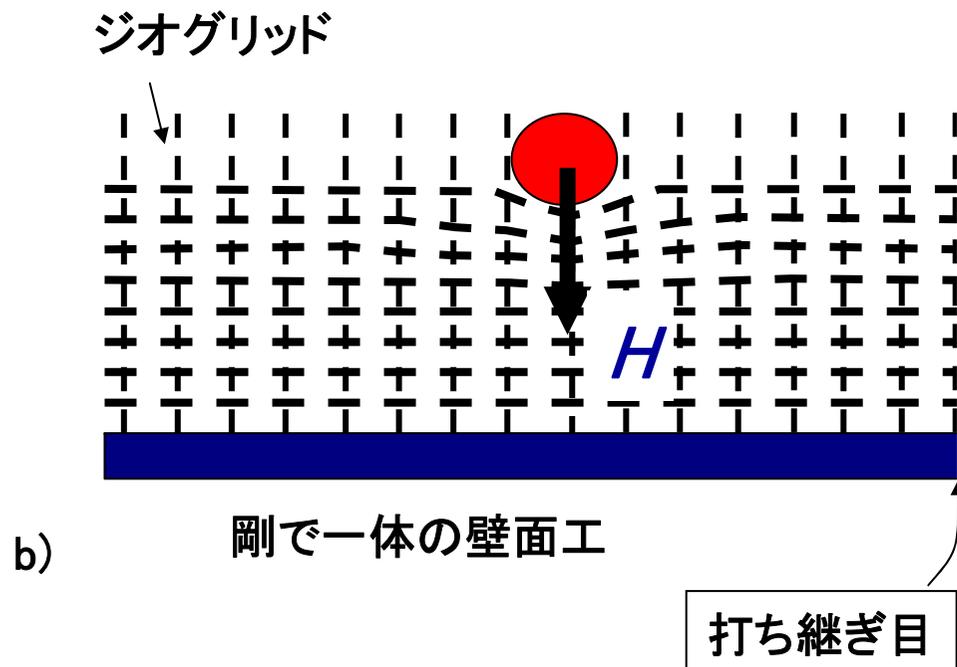
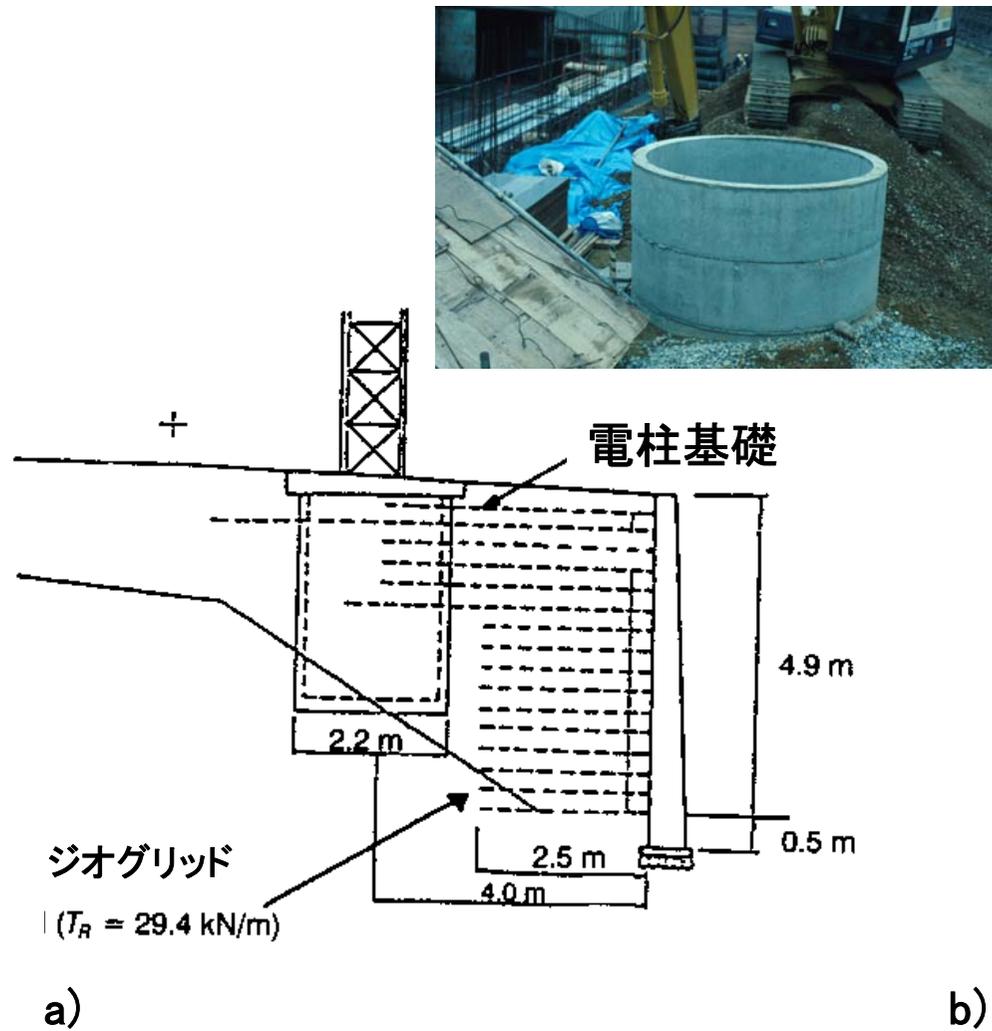
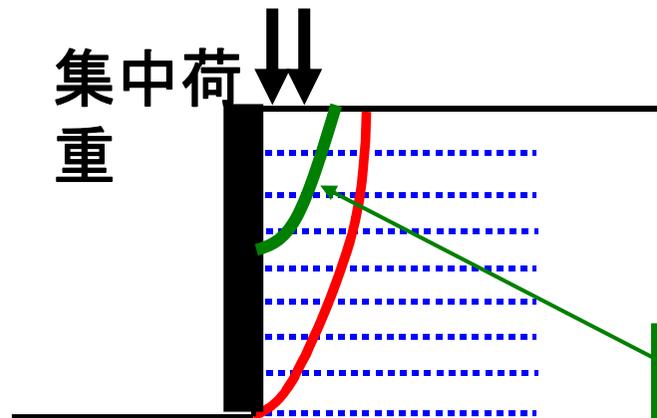


図2.3-9 電柱・防音壁等の構造物の基礎としての壁面工: a)集中荷重 H が壁面工の天端に作用する場合; b)集中荷重 H が壁面工背後に作用する場合(平面図)

図2.3-10 剛で一体の壁面工を持つ補強土擁壁の段階施工による腹付け盛土工事における電柱基礎(JR西日本神戸線、尼崎近辺)¹⁵⁾: a)断面図: b) 工事完成後(筆者撮影)





壁面工に全体剛性があれば、
このようなすべり面は生じない。

補強土擁壁における補強材を結合した壁面工の剛性の効果

a) 潜在すべり面に沿う破壊に対する安定

b) 壁面工背面での土圧の効果:

主働領域(盛土補強土工法)・滑動領域(地山補強土工法)の内部
の安定と剛性の確保に対して有効

図2.3-11 剛で一体の壁面工を持つ補強土擁壁の段階施工による腹付け盛土工事における壁面背後の集中荷重(JR西日本神戸線、尼崎近辺)(筆者撮影)



a)

