

高知県橋梁会研修会 2024年4月3日

今こそ技術者として気概を持ち、技術力を高めよう



2023年4月1日から 京都大学 名誉教授
京都大学 アフリカ地域研究資料センター 特任教授（無給）

5月からボンドエンジニアリング株式会社（大阪市）
に常勤として就職 専務取締役

技術顧問・アドバイザー、各種協会の理事、委員会や学会と
認定 特定非営利活動法人 道普請人の活動は継続しています

木村 亮 (まこと)

専門：「地盤工学・基礎工学・トンネル工学、**国際技術協力**」

自慢話：自転車で世界中を**5万キロ**走ったこと、

どんな国にも行け、かつ普通に帰ってくること

286回 - 93回 (23/56) - 87ヶ国

座右の銘：「**艱難汝を玉にす**」

趣味：世界の道直し、

車の運転、ゴルフ、リモートワーク、

日本映画の鑑賞 (4461本(12年))

最近4ヶ月の優秀作品

アナログ、KINGDAM 運命の炎、もっと超越したところへ。、

ヒノマルソウル、ヘルドッグス、花束みたいな恋をした、湯道、

さかなのこ、すばらしき世界、一秒先の彼、福田村事件



本日のキーワード

発想の転換による**技術開発**

できないことを、如何にできるようにするか

最近の建設業界

技術力の低下、技術者としての**気概**が欠如

大学の使命である**研究・教育・社会貢献**

学者でありながらNPO活動20年

土木の原点:

人々の暮らしを守り豊かにする



私が常に考えている研究者・技術者としての 3つの気概

- 1) 「**新しい発想の技術**」に惚れる心意気を持ち続ける
- 2) 「**面白いものは面白い**」という考え方を大切にする
- 3) 「**誰もやっていない事**」をやる開拓者魂を発揮する

**土木の技術・土木の世界の進化は遅い
何かが起こらないと・・・**

理にかなった技術は、必ず使われる

新しいことに、土木の業界がついて来てくれず、
「**3歩進んで2歩下がる**」など喜ばしいことで、
「**3歩進んで5歩下がる**」のが普通である。

「発想の転換」というキーワードを念頭に置き 常に施工性の向上ということを意識

- ① 鋼管矢板の継手構造の改良に対して、2本の鋼管をH鋼で連結した**連結鋼管矢板**。大きな曲げ剛性が期待でき、回転を防止鉛直施工性が格段に向上する材料である。
- ② 剛体ではなく、自らの変形を許し地盤反力を期待する**プレキャストアーチカルバート**。単体のみならず複数盛土内に設置した**アーチカルバート盛土**。
- ③ モーメントフリーで、その形状より地盤中では大きい支圧効果が期待できる、**リンクチェーンを引張材に用いた補強土壁**。

「発想の転換」というキーワードを念頭に置き 常に施工性の向上ということを意識

- ④ 超軟弱な地盤中の杭基礎として、周辺地盤に地盤改良を併用する**複合地盤杭基礎**。
- ⑤ 損傷を制御できるせん断パネルを導入した集成橋脚とフーチングレスの杭基礎で構成される**鋼管柱基礎**。
- ⑥ 紙粉を原料とする**セルドロン**を用いた地盤改良と施工性の向上と、発展途上国対応の新たな**植物由来の地盤改良材**の開発。

鋼管集成橋脚・鋼管中基礎の提案

阪神高速道路株式会社

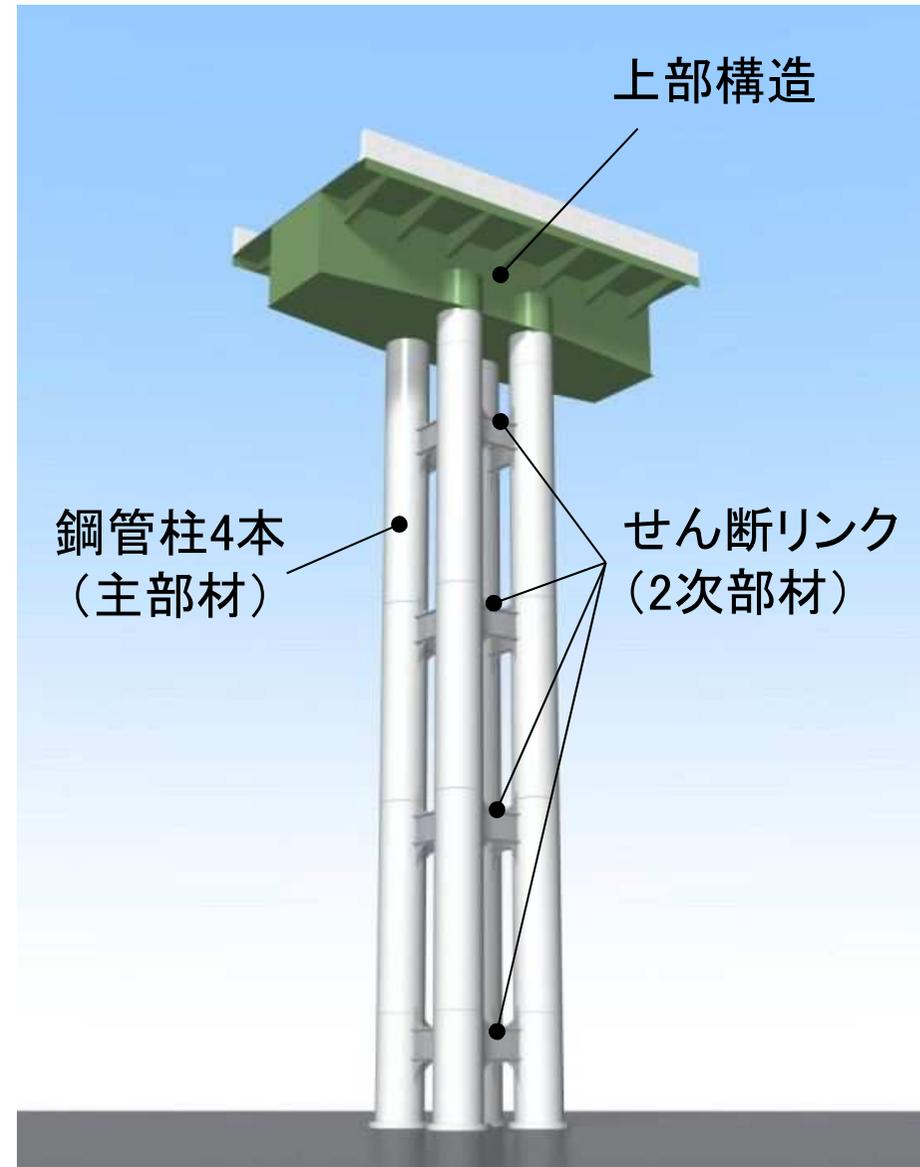
①構造上の特徴

- 鋼管4本組を基本単位
- 履歴減衰機能を有するせん断パネルを組み込んだせん断リンクにより接続

②機能上の特徴

- 上部構造の死荷重や活荷重などの鉛直荷重を主部材である鋼管柱で支持
- 地震時慣性力などの水平荷重を2次部材であるせん断リンクで抵抗する。

→損傷制御設計の適用



鋼管集成橋脚は、従来の橋脚と比較すると

- せん断パネルが塑性化することで柱基部に発生する断面力が低減
- 鋼管柱で荷重分配されており、柱数と同数の杭基礎であればフーチングによる荷重分配が不要

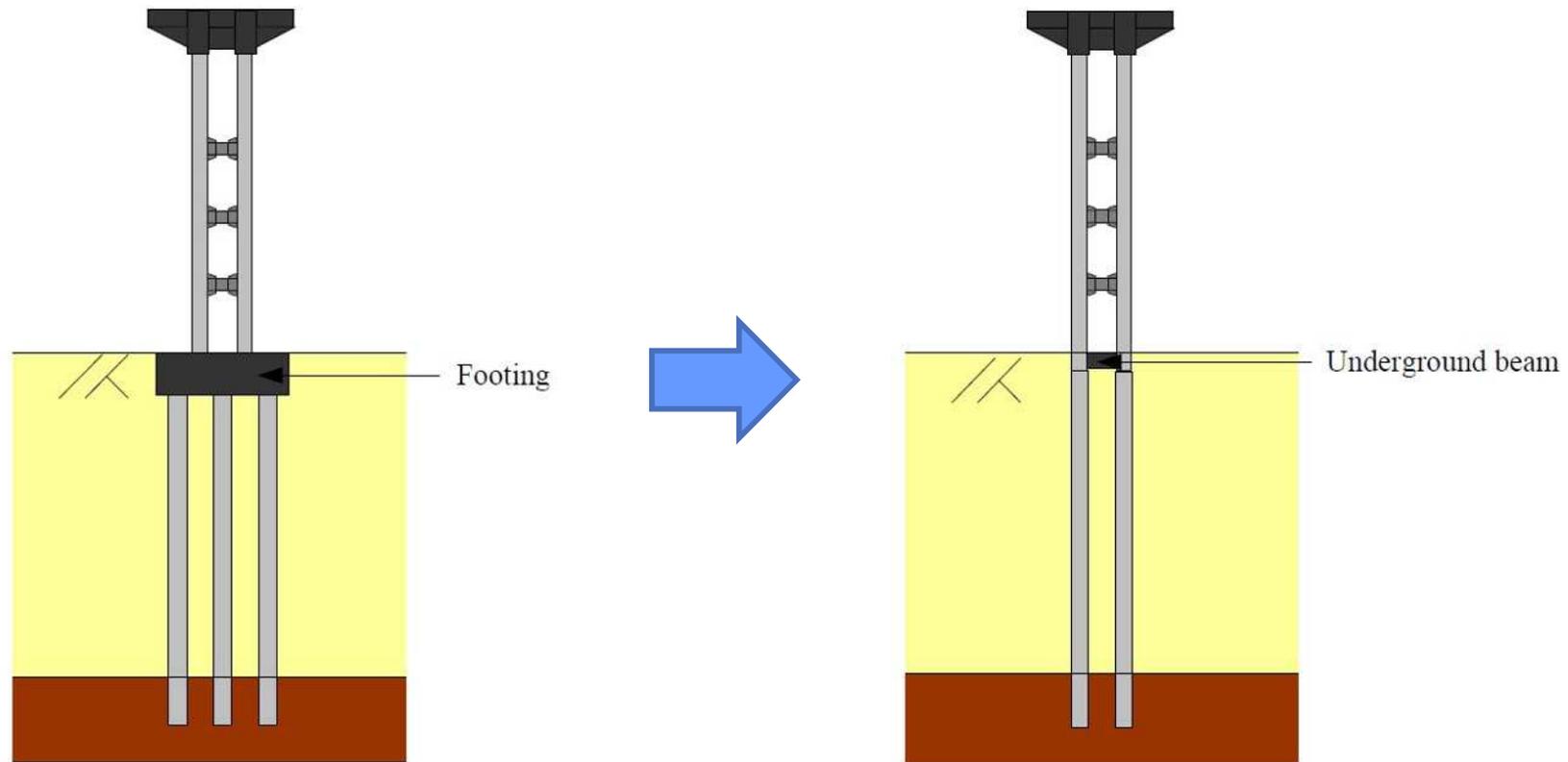


杭基礎一体型

鋼管集成橋脚を提案

鋼管柱基礎

杭基礎一体型鋼管集成橋脚を提案



- 地震時柱基部のひずみ値が緩和
- 杭基礎のフーチング重量負担の軽減(鋼管柱基礎)
- 地震時杭頭変位が大きくなるが簡便な地中梁を設けることで対応可能 **9本群杭から4本群杭へ**

D-F

加振方向
←→



4000

D-S

加振方向
←→



4000

砂：東北硅砂6号，
 相对密度：80%
テーパー付き正弦波（周波数2Hz）
によるステップ加振

実験結果(各加振による損傷過程)



加振No. (最大入力加速度)	フーチングを有する杭基礎 (D-F)					杭基礎一体型 (D-S)					
	せん断パネル			鋼管		せん断パネル			地中梁	鋼管	
	上段	中段	下段	柱	杭	上段	中段	下段		柱	杭
第1加振 (0.5 m/sec ²)											
第2加振 (1.0 m/sec ²)											
第3加振 (1.5 m/sec ²)											
第4加振 (2.0 m/sec ²)	せん断パネル			柱・杭 (鋼管)							
第5加振 (2.5 m/sec ²)		弾性		弾性							
第6加振 (3.0 m/sec ²)		塑性		塑性							
第7加振 (3.5 m/sec ²)											
第8加振 (5.0 m/sec ²)											



※D-Fは、第3加振により鋼管が橋脚基部で降伏したため実験終了

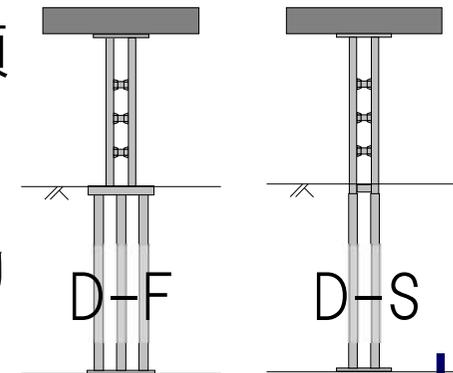
【D-F型】第2加振でせん断パネルが、第3加振で鋼管が降伏

【D-S型】第1加振でせん断パネルが、第8加振で鋼管が降伏

共にせん断パネル (二次部材) → 鋼管 (主部材) の順で損傷が進行



鋼管集成橋脚がせん断パネルの履歴減衰機能により損傷を制御できることを確認



連続高架橋の検討

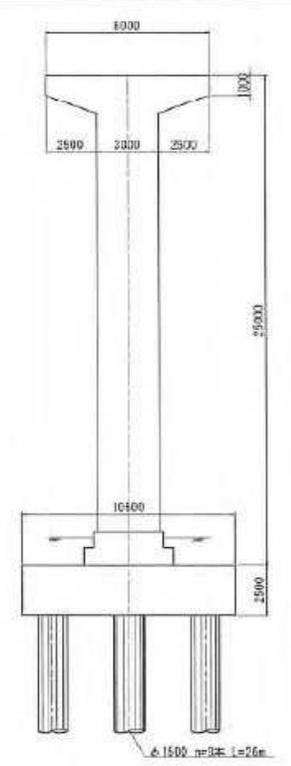
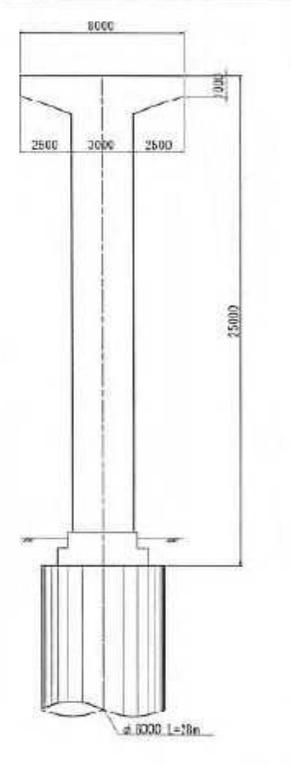
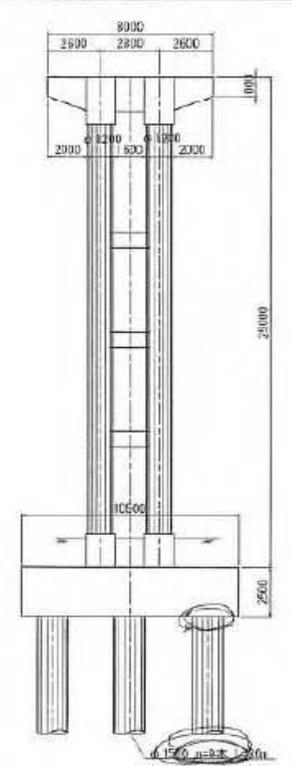
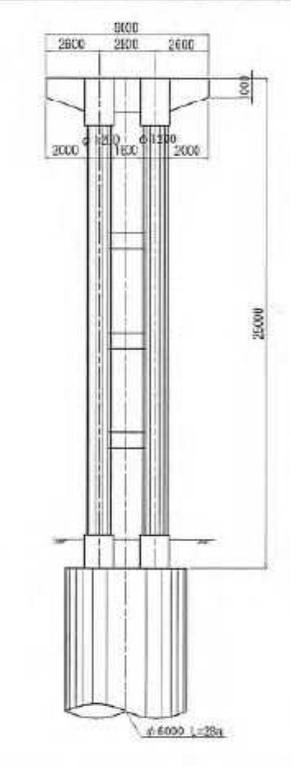
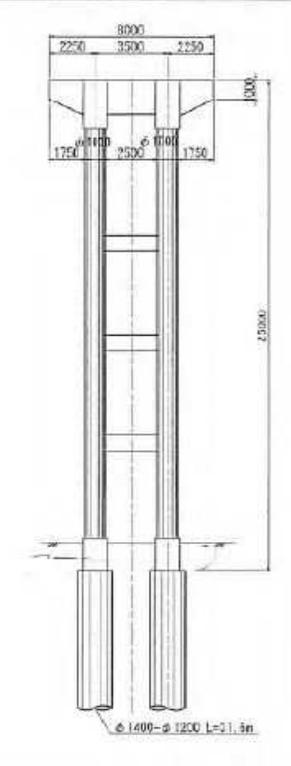


フーチングのない杭基礎
など聞いたことがない。

気でも狂ったか。

役割の終わった土研の弁

阪神高速・海老江地区で比較された構造形式

		鋼製橋脚 掘削打ち杭(φ1500×9本)	鋼製橋脚 ケーソン基礎(φ6000)	鋼管集成橋脚 掘削打ち杭(φ1500×9本)	鋼管集成橋脚 ケーソン基礎(φ6000)	鋼管集成橋脚 パイルベント基礎(φ1400-1200×4本)	
構 造 図							
	工事金額	橋脚 86,800 (千円) 基礎工 40,030 (千円) 合計 126,830 (千円)	橋脚 86,800 (千円) 基礎工 62,330 (千円) 合計 149,130 (千円)	<p style="text-align: center;">基礎の機能とフーチングの働き 本当にフーチングは必要なのか??</p>		橋脚 86,800 (千円) 基礎工 62,330 (千円) 合計 149,130 (千円)	
比率	1.00	1.18	0.82			1.00	0.65
比率	1.00	1.18	0.82			1.00	0.65
備考						柱-杭接合工賃は除く	

群杭基礎

鋼管柱基礎

川崎港臨港道路

東扇島水江町線主橋梁部の基礎

安原 晃* 作

ニューマチック
ケーソン基礎

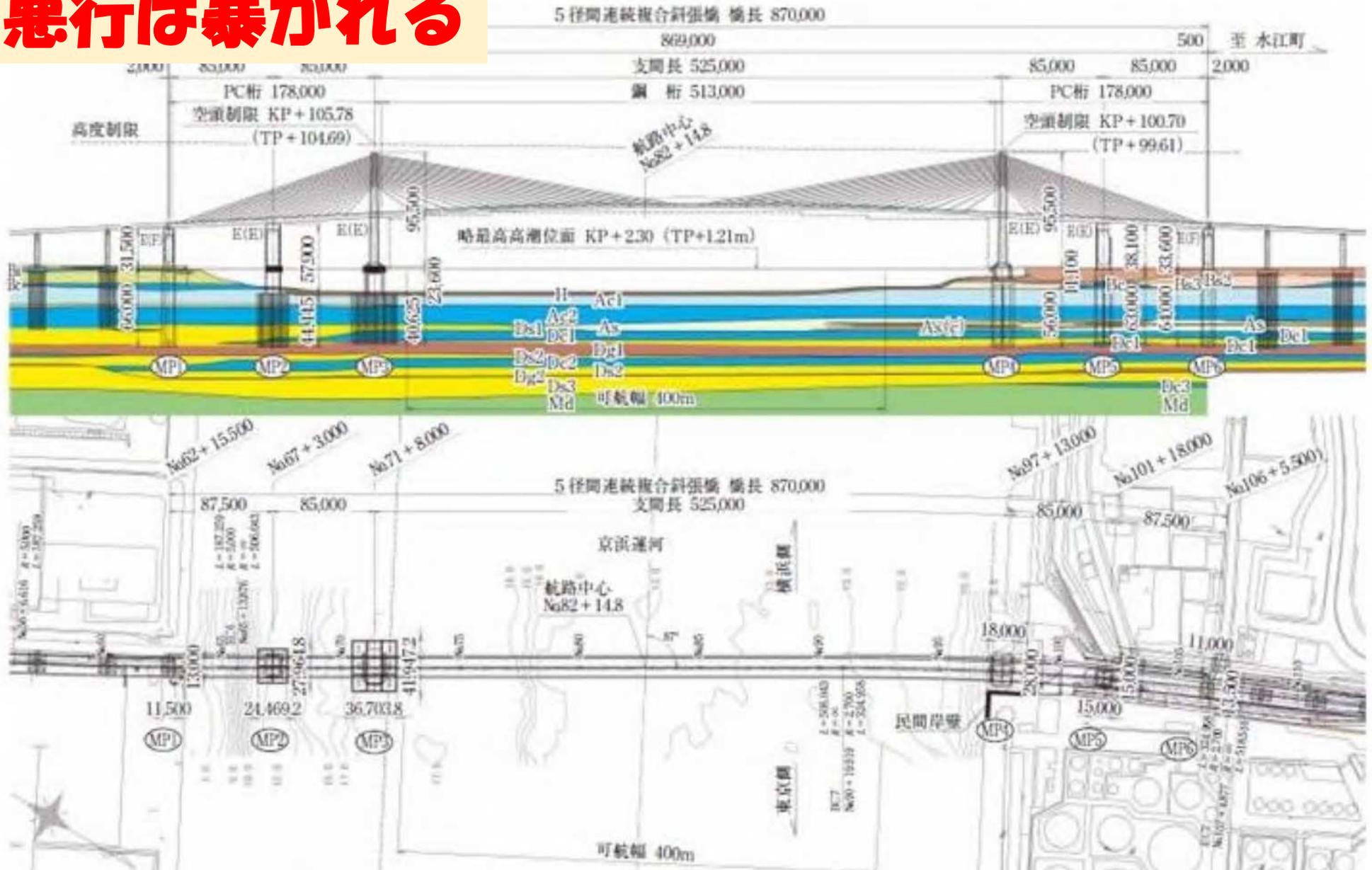
鋼管矢板基礎

<p>構造寸法図</p>		
<p>施工方法</p>	<p>棧台上から三点式杭打ち機（油圧ハンマ：S-280）にて杭を施工する。 補助工法：リバース工法 先端処理方式：コンクリート打設方式</p>	<p>水深20mのため、鋼殻を曳航沈設する。据付け地盤が軟弱であるため、刃口周辺地盤を地盤改良（SCP）する必要がある。</p>
<p>工事費率</p>	<p>1.00</p>	<p>1.17</p>

負の参考文献

載せなければ
よかった

基礎の景観設計 悪行は暴かれる



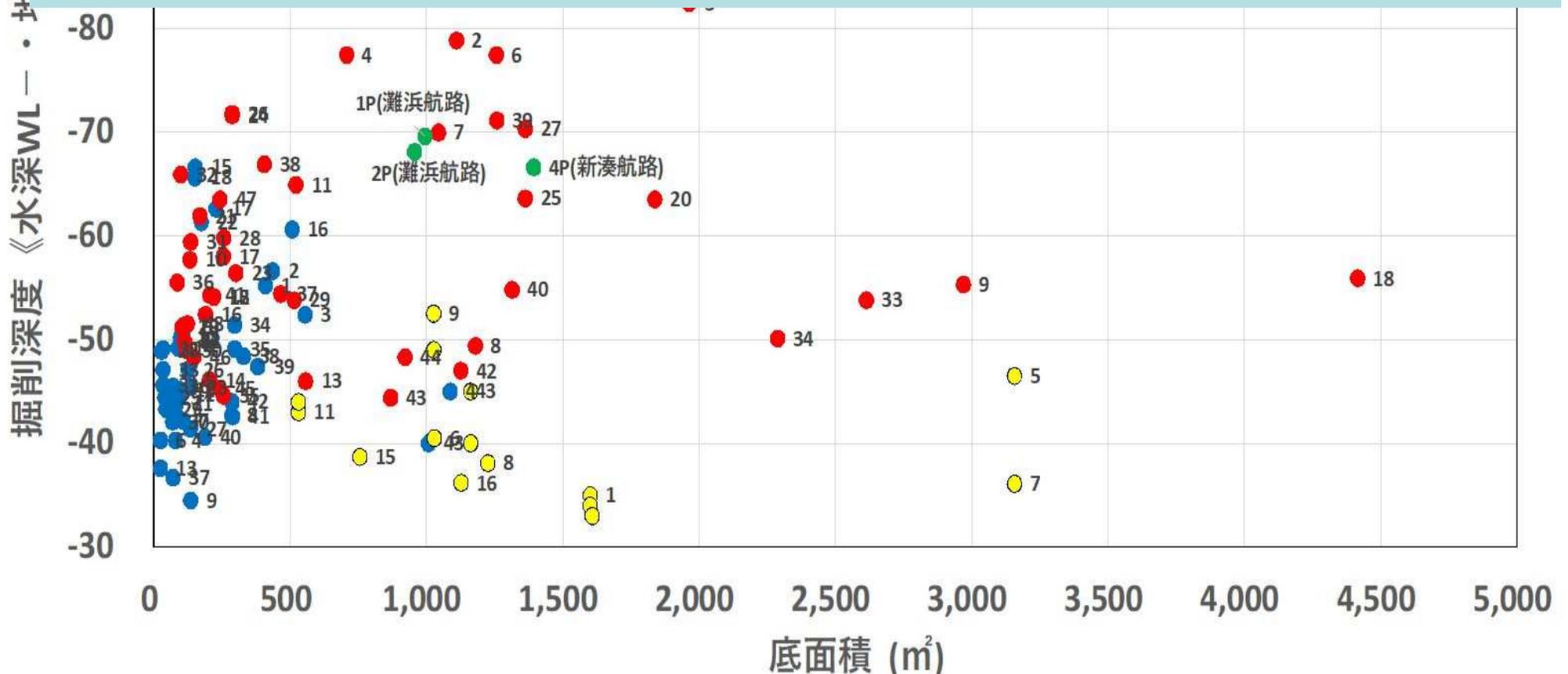
基礎の協会

日本基礎建設協会（場所打ち杭・連壁基礎）

コンクリートパイル・ポール協会（既成杭）

日本圧気技術協会（ニューマチックケーソン）

（鋼管杭・鋼矢板技術協会（鋼管矢板基礎））



地盤の課題と可能性に関する声明

土木学会 地盤の課題と可能性に関する総合検討会
(2002)

1 1) 新技術の積極的導入の実践

地盤関連の新技術に対し、コードライターやメーカーの理解・関心が低く、**既存の技術の上で満足している面が否定できない。**結果として若い技術者が挑戦しようとしにくい環境を醸成している可能性がある。

合理的で経済的な構造の技術を開発しても、実現場への適用には長い年月と忍耐が必要で、そのような技術開発分野に**若手技術者は興味を示しにくい。**

その行く末として**没落する技術分野となる懸念がある**ことを認識して、他の産業分野の技術を積極的に取り込み、**施工の高度化を進める**ことを躊躇してはいけない。

チェーンを引っ張り材に用いる チェーンウォールマイティ工法

- 工事名: 東九州道(清武～北郷間)猪八重トンネル北第三工事用道路工事
- 発注事務所: 国土交通省 九州整備局 宮崎河川国道事務所

補強材敷設



施工後: 植生状況



- 工事名: 椎葉林道松之坂支線災害復旧工事
- 発注事務所: 林野庁 九州森林管理局 宮崎北部森林管理署

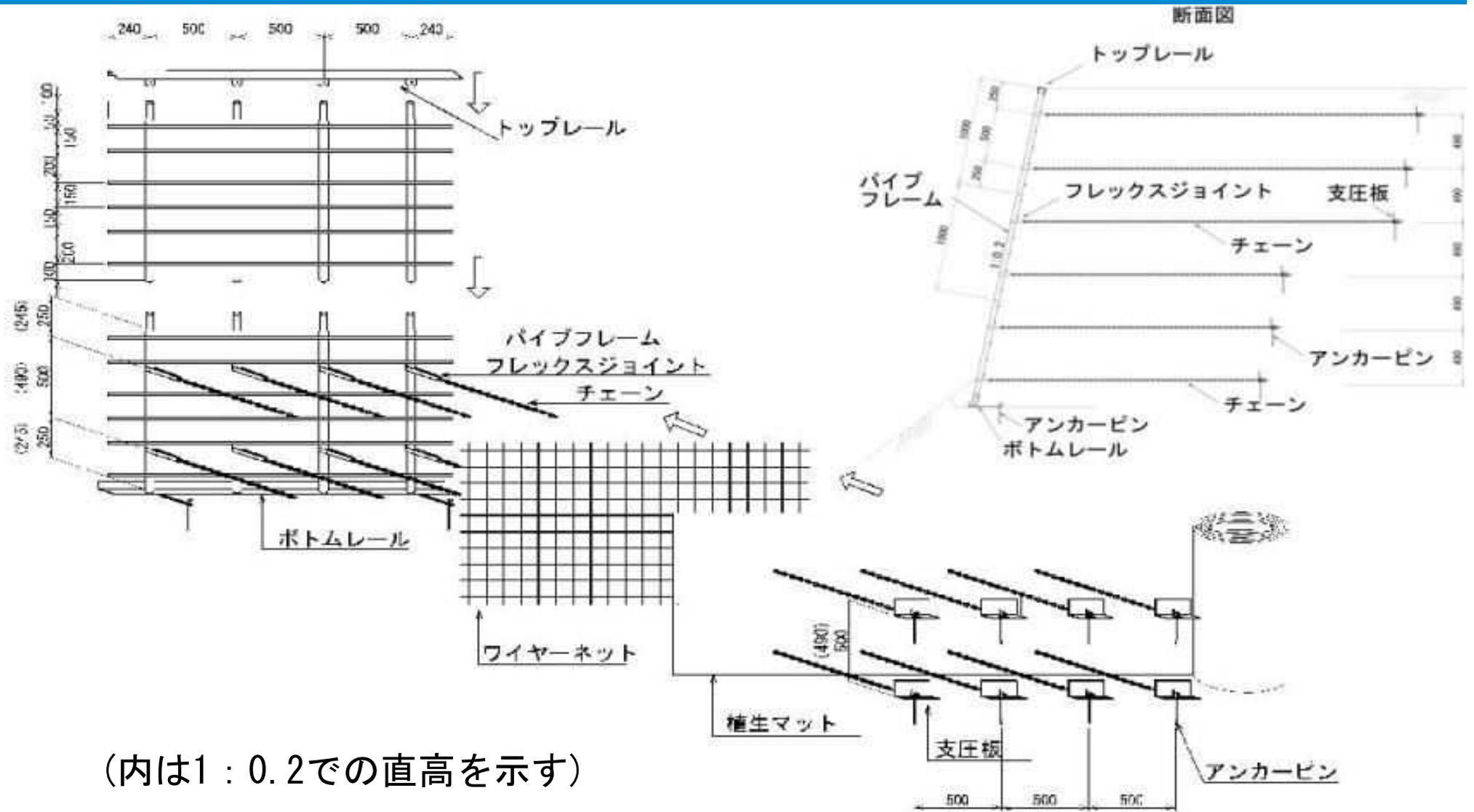
施工前



施工後



チェーンウォールマイティ工法の 部材構成



(内は1 : 0.2での直高を示す)

チェーンウォールマイティー工法の特徴

<p>(1) 強度の高い構造</p>	<ul style="list-style-type: none">・チェーンの大きな引抜き抵抗力・盛土の沈下に耐える構造・施工時の転圧荷重に耐える壁面材
<p>(2) 優れた施工性</p>	<ul style="list-style-type: none">・軽量・壁面のボルトレス継手・コンクリートを必要としない
<p>(3) コストパフォーマンスの良さ</p>	<ul style="list-style-type: none">・高剛性で低価格な壁面材・現場発生土の利用が可能・部材搬入用の仮設道路が不要

チェーンの優位点



補強材長が短い



狭小箇所でも有利

補強材が鎖



盛土適用範囲が広い



新参者は、まず5万 m² 施工してから相談に来なさい。



新規工法の工法比較表 技術者の魂

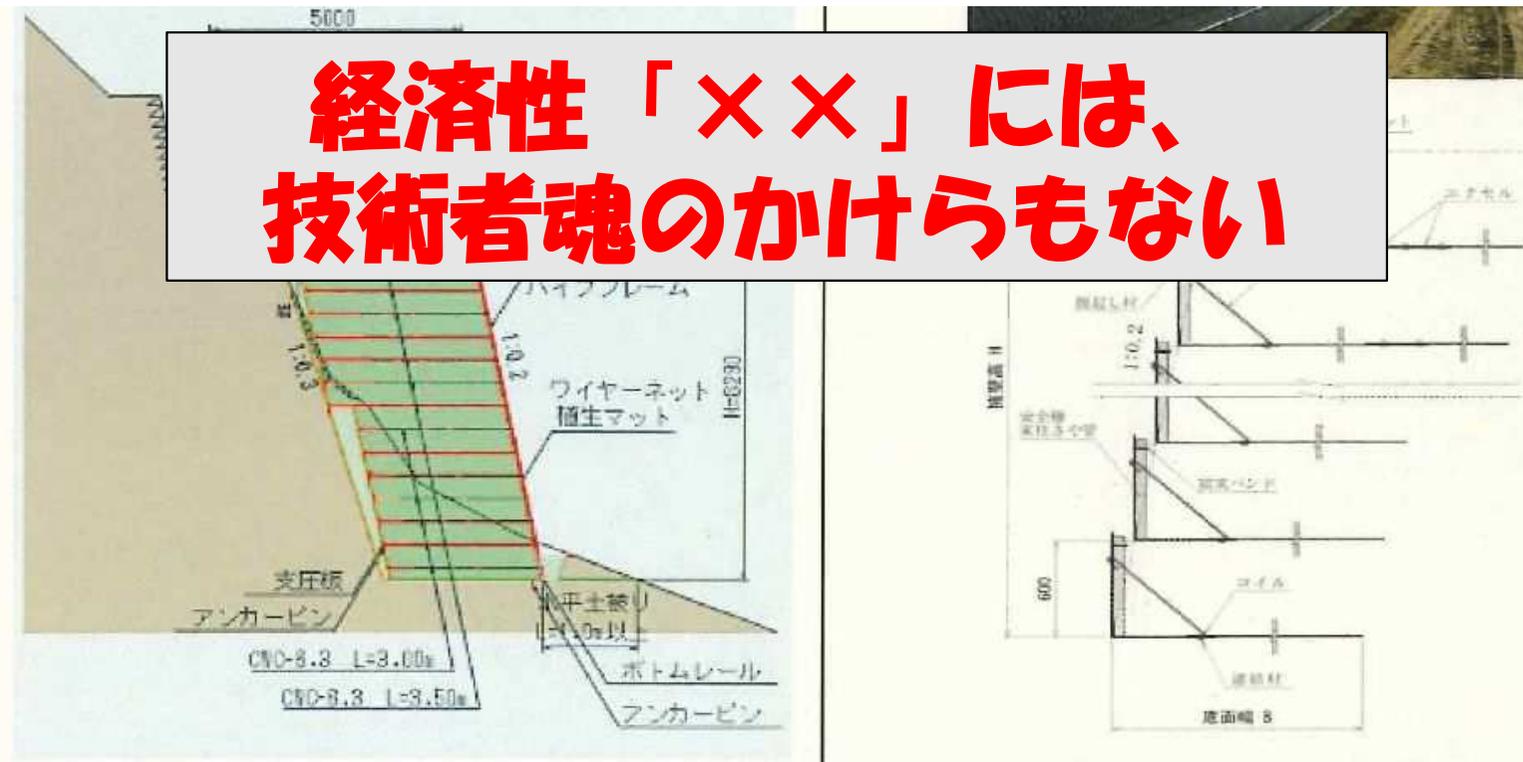
工法名	新規工法の工法比較表 技術者の魂																																																								
メーカー	NETIS																																																								
断面図																																																									
写真																																																									
工法概要	剛性の高い鋼製壁面材に作用する土圧力、チェーンと盛土材の摩擦力による引抜き抵抗力、支圧板の支圧抵抗力との釣合いにより安定性の高い盛土を構築する補強土壁工法である。	溶接金網、エキスパンドメタルの壁面に作用する土圧力と、盛土中に敷設した面状補強材（ジオテキスタイル）の摩擦抵抗による引抜き抵抗力との釣合いにより安定を保つ補強土壁工法である。	エキスパンドメタルの壁面に作用する土圧力と、盛土中に敷設したエキスパンドメタル補強材の引抜き抵抗力との釣合いにより安定を保つ補強土壁工法である。																																																						
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 チェーンの摩擦抵抗による引抜き抵抗力及び支圧板の支圧抵抗力との釣合いで土留め効果を発揮させる。 補強材が鋼材であるため盛土材に岩石材料を使用する場合、損傷する恐れがない。チェーンは岩砕、砂礫だとより補強効果を期待できる。 粘性土等細粒径が多い盛土材だと大きな補強効果が期待できず、補強材が長くなる傾向がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、チェーンの間にガードレールが設置可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 格子構造からなるシート状高分子材料であるジオテキスタイルの摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる。 ジオテキスタイルは、盛土材に岩石材料を使用する場合に補強材が損傷する恐れがあり、高強度のジオテキスタイルを使用する等別途対策を行なう必要がある。 面状の補強材であり粘性土であっても摩擦効果が発揮しやすい特性がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、支柱の埋設部はジオテキスタイルを切断する必要がある。切断寸法に応じた設計を別途行なう必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 エキスパンドメタルの摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる。 補強材が鋼材であるため盛土材に岩石材料を使用する場合、損傷する恐れがない。エキスパンドメタルは岩砕、砂礫だとより補強効果を期待できる。 粘性土等細粒径が多い盛土材だと大きな補強効果が期待できず、補強材が長くなる傾向がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、支柱の埋設部はエキスパンドメタルを切断する必要がある。切断寸法に応じた設計を別途行なう必要がある。 																																																						
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり、重機は不要である。 壁面が大型(高さ1.5m×幅2.4m) であり14kgと他2案に比べ重い。 チェーンは長尺でも丸めて搬入されるため、場所を取らず取り扱っても容易である。 壁面材周辺の作業では先行設置した壁面材(高さ1.5m)が転落防止柵の代替になる。 補強材が線状の鋼材であるため、敷設時における緊張を行う必要がない。また、定尺ものであるため現場加工が必要としない。 壁面に剛性のある鋼製フレームであるため、壁面の勾配管理は他2案に比べ容易である。 補強材長がL=6.5mとなり、3案中、現地の切土影響が一番小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり重機は不要である。 壁面が高さ0.6mの溶接金網、エキスパンドメタル製であるため軽量である。 補強材であるジオテキスタイルは丸めて搬入されるため、場所を取らない。 壁面材周辺の作業では転落防止柵など、別途安全対策が必要である。 補強材であるジオテキスタイルは、敷設時における緊張を確実に行う必要がある。また施工幅に合わせて現場切断が必要となる。 壁面に剛性がないため、壁面周辺の転圧、壁面の勾配管理は注意を要する。 補強材長がL=6.9mとなり、現地の切土影響が1案に比べ大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり重機は不要である。 壁面が高さ0.6mのエキスパンドメタル製であるため軽量である。 補強材は折りたためないが重ね置きが可能である。比較的広い資材置き場が必要である。 壁面材周辺の作業では転落防止柵など、別途安全対策が必要である。 補強材が面状の鋼材であるため、敷設時における緊張を行う必要がない。また、定尺ものであるため現場加工が必要としない。 壁面に剛性がないため、壁面周辺の転圧、壁面の勾配管理は注意を要する。 補強材長がL=6.9mとなり、現地の切土影響が1案に比べ大きい。 																																																						
盛土量	61.8m ³ /m	65.6m ³ /m	65.6m ³ /m																																																						
切土量	19.7m ³ /m	24.8m ³ /m	24.8m ³ /m																																																						
施工面積 [※]	20m ² /日	14m ² /日	14m ² /日																																																						
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から3分、最大壁高さは15m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒分含有量40%以下)。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から5分、最大壁高さは20m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒分含有量50%以下)。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は1分から5分、最大壁高さは20m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒分含有量50%以下)。 																																																						
経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>31,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>7,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>2,100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>40,100</td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.00) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²			工種	1.0m ² 当り単価	摘要	部材費	31,000		施工費(補強土)	7,000		施工費(掘削)	2,100		直接工事費	40,100	排水工含まず	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>28,200</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>12,500</td> <td>砕石費含む</td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>2,700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>43,400</td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.08) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²			工種	1.0m ² 当り単価	摘要	部材費	28,200		施工費(補強土)	12,500	砕石費含む	施工費(掘削)	2,700		直接工事費	43,400	排水工含まず	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>32,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>8,700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>2,700</td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>43,400</td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.08) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²			工種	1.0m ² 当り単価	摘要	部材費	32,000		施工費(補強土)	8,700		施工費(掘削)	2,700		直接工事費	43,400	排水工含まず
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																							
部材費	31,000																																																								
施工費(補強土)	7,000																																																								
施工費(掘削)	2,100																																																								
直接工事費	40,100	排水工含まず																																																							
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																							
部材費	28,200																																																								
施工費(補強土)	12,500	砕石費含む																																																							
施工費(掘削)	2,700																																																								
直接工事費	43,400	排水工含まず																																																							
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																							
部材費	32,000																																																								
施工費(補強土)	8,700																																																								
施工費(掘削)	2,700																																																								
直接工事費	43,400	排水工含まず																																																							
総合評価	経済性、施工性に優れている。 ○	経済性、施工性に劣る。 △	経済性、施工性に劣る。 △																																																						

補強土壁工法比較表 H=6.0m

工法名	第1案 チェーンウォール・マイティー	第2案 ショテキスタイル (アテム工法, テンザーFWM工法)	第3案 スーパーブロック・ノン																																																																								
メーカー	昭和機械商事 (株)	前田工織(株), 三井化学産資(株)	共生(株)																																																																								
NETIS	KK-170030-A	KK-980079-VG (掲載終了)	KK-120034-AG (掲載終了)																																																																								
断面図																																																																											
写真																																																																											
工法概要	剛性の高い鋼製壁面に作用する土圧力、チェーンと盛土材の摩擦力による引抜き抵抗力、支圧板の支圧抵抗力との釣合いにより安定性の高い盛土を構築する補強土壁工法である。	溶接金網、エキスパンドメタルの壁面に作用する土圧力と、盛土中に敷設した面状補強材(ショットキスタイル)の摩擦抵抗による引抜き抵抗力との釣合いにより安定を保つ補強土壁工法である。	エキスパンドメタルの壁面に作用する土圧力と、盛土中に敷設したエキスパンドメタル補強材の引抜き抵抗力との釣合いにより安定を保つ補強土壁工法である。																																																																								
構造特性	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 チェーンの摩擦抵抗による引抜き抵抗力及び支圧板の支圧抵抗力との釣合いで土留め効果を発揮させる。 補強材が鋼材であるため盛土材に岩石材料を使用する場合、損傷する恐れがない。チェーンは岩砕、砂礫だとより補強効果を期待できる。 粘性土等細粒径が多い盛土材だと大きな補強効果が期待できず、補強材が長くなる傾向がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、チェーンの間にガードレールが設置可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 格子構造からなるシート状高分子材料であるショットキスタイルの摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる。 ショットキスタイルは、盛土材に岩石材料を使用する場合に補強材が損傷する恐れがあり、高強度のショットキスタイルを使用する等別途対策を行なう必要がある。 面状の補強材であり粘性土であっても摩擦効果が発揮しやすい特性がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、支柱の埋設部はショットキスタイルを切断する必要がある。切断寸法に応じた設計を別途行なう必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟性の高い土構造物であるので、基礎の沈下、変形に対して追随性が高い。 エキスパンドメタルの摩擦抵抗による引抜き抵抗力で土留め効果を発揮させる。 補強材が鋼材であるため盛土材に岩石材料を使用する場合、損傷する恐れがない。エキスパンドメタルは岩砕、砂礫だとより補強効果を期待できる。 粘性土等細粒径が多い盛土材だと大きな補強効果が期待できず、補強材が長くなる傾向がある。 補強土壁法肩の背面にガードレールを設置する場合は、支柱の埋設部はエキスパンドメタルを切断する必要がある。切断寸法に応じた設計を別途行なう必要がある。 																																																																								
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり、重機は不要である。 壁面が大型(高さ1.5m×幅2.4m)であり1枠4.3kgと他2案に比べ重い。 チェーンは長尺でも丸めて搬入されるため、場所を取らず取り扱っても容易である。 壁面材周辺の作業では先行設置した壁面材(高さ1.5m)が転落防止柵の代替になる。 補強材が線状の鋼材であるため、敷設時における緊張を行う必要がない。また、定尺ものであるため現場加工が必要としない。 壁面が剛性のある鋼製フレームであるため、壁面の勾配管理は他2案に比べ容易である。 補強材長がL=3.0~4.0mとなり、3案中、現地の切土影響が一番小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり重機は不要である。 壁面が高さ0.6mの溶接金網、エキスパンドメタル製であるため軽量である。 補強材であるショットキスタイルは丸めて搬入されるため、場所を取らない。 壁面材周辺の作業では転落防止柵など、別途安全対策が必要である。 補強材であるショットキスタイルは、敷設時における緊張を確実に行う必要がある。また施工幅に合わせて現場切断が必要となる。 壁面に剛性がないため、壁面周辺の転圧、壁面の勾配管理は注意を要する。 補強材長がL=4.9mとなり、現地の切土影響が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材、補強材の施工はすべて人力施工可能であり重機は不要である。 壁面が高さ0.6mのエキスパンドメタル製であるため軽量である。 補強材は折りたたみがないが重ね置きが可能である。比較的広い資材置き場が必要である。 壁面材周辺の作業では転落防止柵など、別途安全対策が必要である。 補強材が面状の鋼材であるため、敷設時における緊張を行う必要がない。また、定尺ものであるため現場加工が必要としない。 壁面に剛性がないため、壁面周辺の転圧、壁面の勾配管理は注意を要する。 補強材長がL=5.4mとなり、現地の切土影響が3案中一番大きい。 																																																																								
盛土量	21.5m ³ /m	29.4m ³ /m	32.8m ³ /m																																																																								
切土量	5.1m ³ /m	10.8m ³ /m	12.8m ³ /m																																																																								
施工面積 [※]	29m ² /日	18m ² /日	18m ² /日																																																																								
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から3分、最大壁高さは15m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒径含有量40%以下)。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から5分、最大壁高さは20m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒径含有量50%以下)。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は1分から5分、最大壁高さは20m程度以下とする。 盛土材は、現場発生土の使用可能(ただし、細粒径含有量50%以下)。 																																																																								
経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> <th colspan="2">単位(円)</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th colspan="2">摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>23,100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>4,500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>900</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>28,500</td> <td></td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.00) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)		工種	1.0m ² 当り単価	摘要		部材費	23,100			施工費(補強土)	4,500			施工費(掘削)	900			直接工事費	28,500		排水工含まず	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> <th colspan="2">単位(円)</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th colspan="2">摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>20,500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>10,000</td> <td></td> <td>砕石費含む</td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>1,900</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>32,400</td> <td></td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.14) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)		工種	1.0m ² 当り単価	摘要		部材費	20,500			施工費(補強土)	10,000		砕石費含む	施工費(掘削)	1,900			直接工事費	32,400		排水工含まず	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ_t=19kN/m³, c=0kN/m²</th> <th colspan="2">単位(円)</th> </tr> <tr> <th>工種</th> <th>1.0m²当り単価</th> <th colspan="2">摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td>21,100</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td>6,800</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td>2,200</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td>30,100</td> <td></td> <td>排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p>(1.06) 労務単価: 平成31年度, 若手</p>	壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)		工種	1.0m ² 当り単価	摘要		部材費	21,100			施工費(補強土)	6,800			施工費(掘削)	2,200			直接工事費	30,100		排水工含まず
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)																																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																																									
部材費	23,100																																																																										
施工費(補強土)	4,500																																																																										
施工費(掘削)	900																																																																										
直接工事費	28,500		排水工含まず																																																																								
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)																																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																																									
部材費	20,500																																																																										
施工費(補強土)	10,000		砕石費含む																																																																								
施工費(掘削)	1,900																																																																										
直接工事費	32,400		排水工含まず																																																																								
壁面勾配: 2分, 壁高: 6.0m, 土質定数: φ=30°, γ _t =19kN/m ³ , c=0kN/m ²		単位(円)																																																																									
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																																																																									
部材費	21,100																																																																										
施工費(補強土)	6,800																																																																										
施工費(掘削)	2,200																																																																										
直接工事費	30,100		排水工含まず																																																																								
総合評価	経済性、施工性に優れている。 ○	経済性、施工性に劣る。 △	経済性、施工性に劣る。 △																																																																								

	が設置可能である。	を切断する必要がある。t																														
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材,補強材の施工はすべて人力施工可能であり,重機は不要である。 壁面が大型(高さ1.5m×幅2.4m) であり1枠43kgと他2案に比べ重い。 チェーンは長尺でも丸めて搬入されるため,場所を取らず取り扱いも容易である。 壁面材周辺の作業では先行設置した壁面材(高さ1.5m)が転落防止柵の代替になる。 補強材が線状の鋼材であるため、敷設時における緊張を行う必要がない。 また、定尺ものであるため現場加工を必要としない。 壁面が剛性のある鋼製フレームであるため,壁面の勾配管理は他2案に比べ容易である。 補強材長がL=3.0~4.0mとなり,3案中,現地の切土影響が一番小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面材,補強材の施工は 壁面が高さ0.6mの溶接 補強材であるジオテキスタ 壁面材周辺の作業では 補強材であるジオテキスタ また施工幅に合わせて現 壁面に剛性がないため,壁 補強材長がL=4.9mとな 																														
盛土量	21.5m³/m																															
切土量	5.1m³/m																															
施工面積※	29m²/日																															
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から3分,最大壁高さは15m程度以下とする。 盛土材は,現場発生土の使用可能(ただし,細粒分含有量40%以下)。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁面勾配は直壁から5分 盛土材は,現場発生土の 																														
経済性	<p>壁面勾配：2分,壁高：6.0m,土質定数：φ=30°,γ_t=19kN/m³,c=0kN/m²</p> <p style="text-align: right;">単位(円)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">工種</th> <th style="width: 40%;">1.0m²当り単価</th> <th style="width: 40%;">摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td style="text-align: center;">23,100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td style="text-align: center;">4,500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td style="text-align: center;">900</td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td style="text-align: center;">28,500</td> <td style="text-align: center;">排水工含まず</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(1.00) 労務単価：平成31年度,岩手</p>	工種	1.0m ² 当り単価	摘要	部材費	23,100		施工費(補強土)	4,500		施工費(掘削)	900		直接工事費	28,500	排水工含まず	<p>壁面勾配：2分,壁高</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">工種</th> <th style="width: 40%;">1.0m²当り単価</th> <th style="width: 40%;">摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>部材費</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(補強土)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工費(掘削)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>直接工事費</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	工種	1.0m ² 当り単価	摘要	部材費			施工費(補強土)			施工費(掘削)			直接工事費		
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																														
部材費	23,100																															
施工費(補強土)	4,500																															
施工費(掘削)	900																															
直接工事費	28,500	排水工含まず																														
工種	1.0m ² 当り単価	摘要																														
部材費																																
施工費(補強土)																																
施工費(掘削)																																
直接工事費																																
総合評価	<p>経済性,施工性に優れている。</p> <p style="font-size: 2em;">○</p>																															

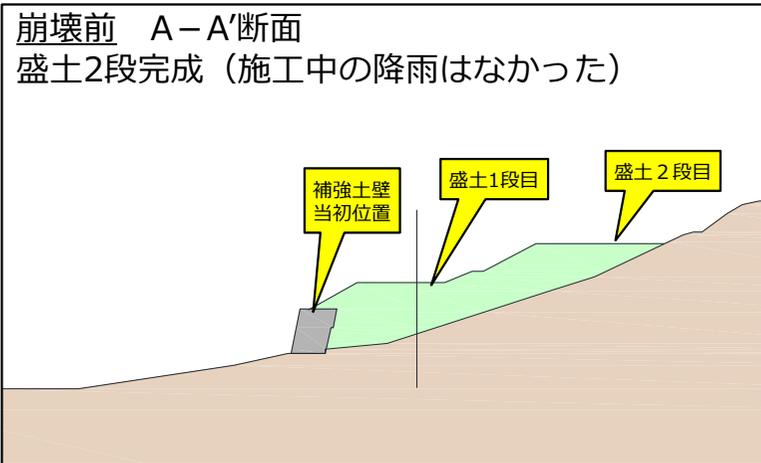
標準図



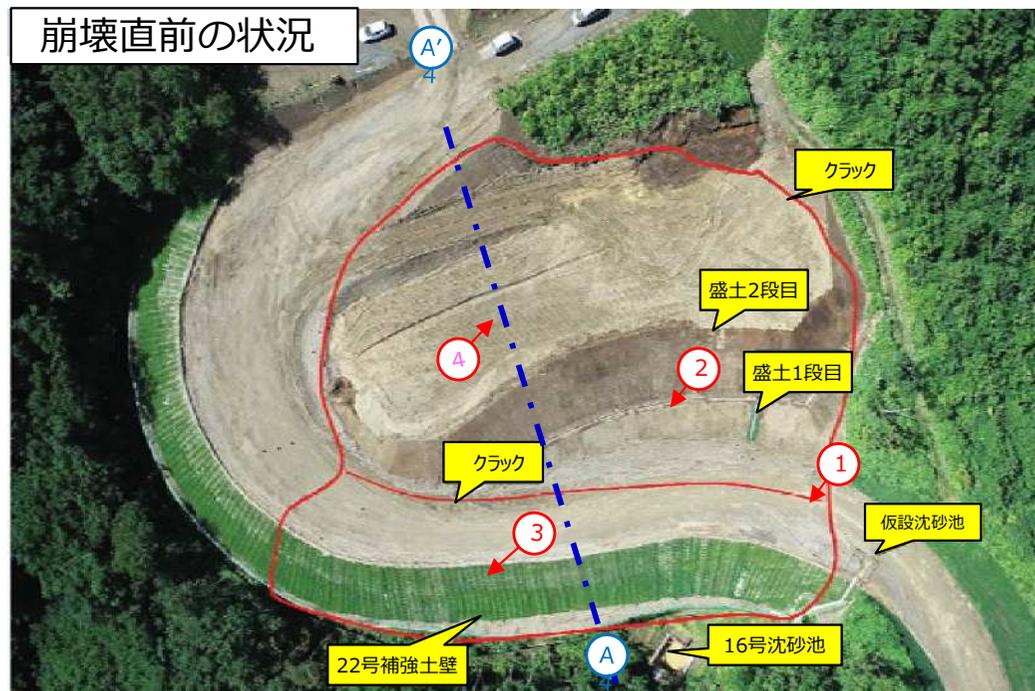
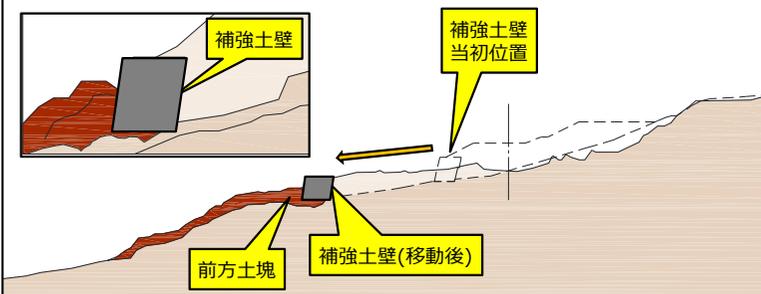
経済性「××」には、技術者魂のかけらもない

<p>特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・チェーンを用いた補強土壁工法 ・壁面材が大型(H1.5m×W2.4m) 	<ul style="list-style-type: none"> ・エキスパンドメタル(エクセル)を用いた補強土壁工法 ・エクセルは定尺、軽量で加工不要 ・階段状施工も勾配施工も可能
<p>施工性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工経験業者なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工経験業者あり ・階段状施工の場合、簡単に転落防止をすることができる
	×	○
<p>経済性</p>	××	○
<p>判定</p>	×	○

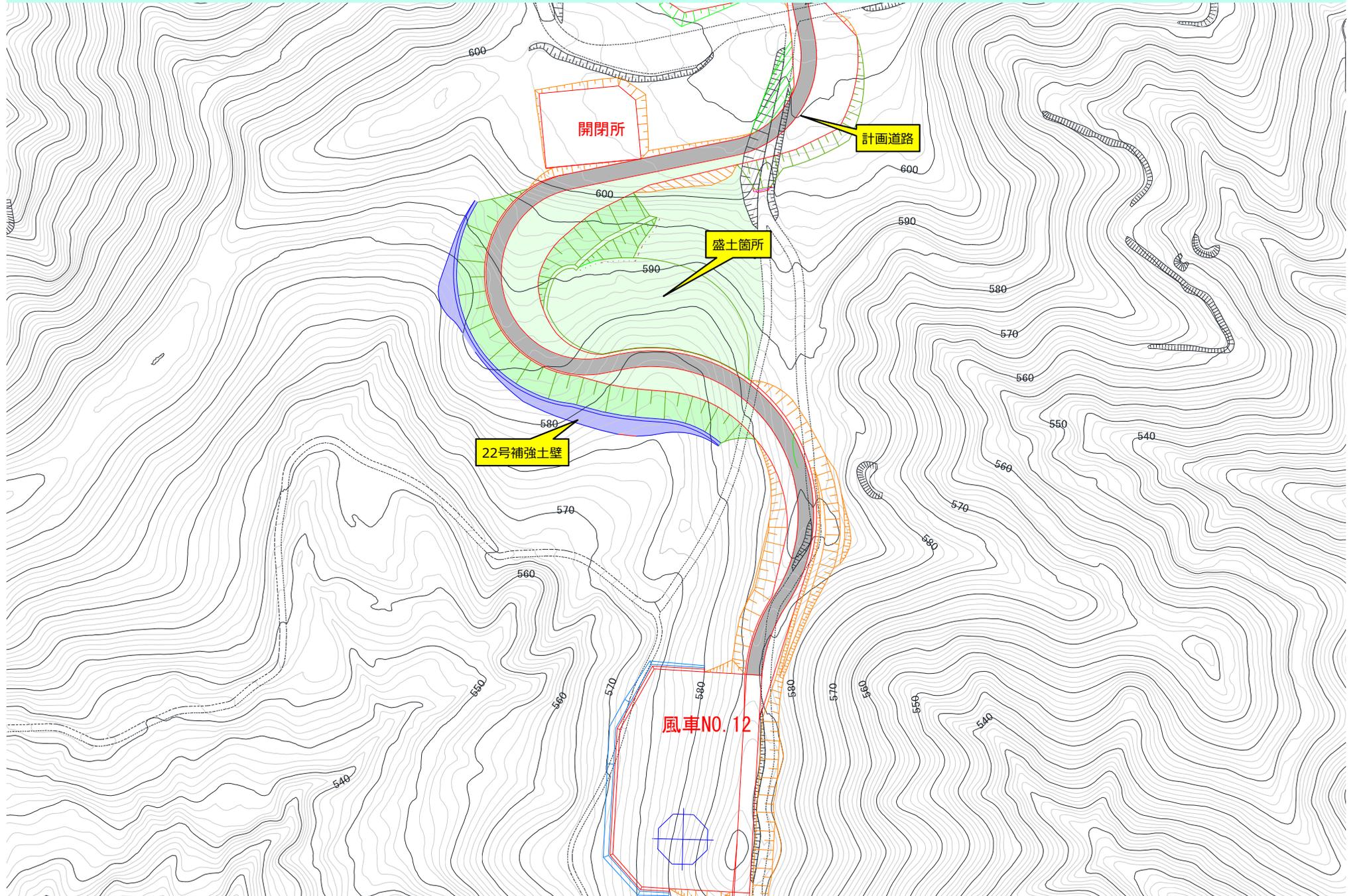
工事用道路の土留め構造物として補強土壁（チェーンウォール・マイティ）を設置し、その上に盛土したところ、盛土と補強土壁が崩落した。調査の結果をもとに崩壊メカニズムを以下のように推定した。



崩壊後 A-A'断面
地山軟弱部の存在により補強土壁を含む盛土ごと大きく崩壊した。しかし壁面と補強領域がチェーンの引抜き抵抗により一体化し、排土板のような役割を果たし、崩壊土砂の重量によって1~2m程度現地盤が削り取られて土塊となり、押し出されて収束した。



現況地形図に計画道路をグレー、今回被災した補強土壁を青、盛土を緑で着色しました。

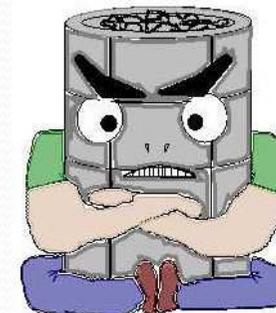




「国土交通省建設技術研究開発助成制度」開発工法

クレーンで吊れる大型円筒金網

かご丸くん[®]



昭和機械商事（株）・京都大学

2015年9月10日

1. 仮設材 大型土のうの問題点



大型土のう（商品名コンテナバック）
耐候性：2ヶ月程度



耐候性大型土のう（紫外線吸収剤使用）
耐用年数：3年程度



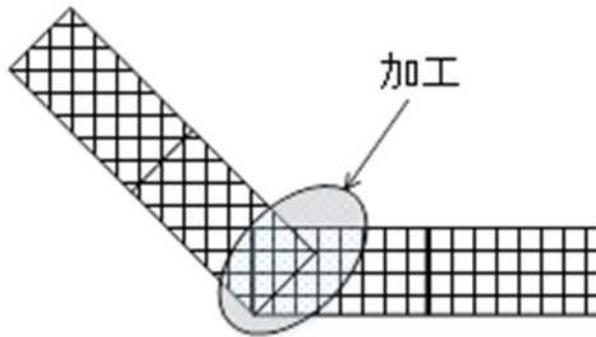
耐候に劣るため大型土のうを，放置すると2次災害の恐れがある

2. 従来工法 ふとんかごの問題点



1) 形状が直方体のため、はらみだしがある

かごの変形防止用の固定枠（単管，型枠等）の工事が必要



3) 曲がり部の施工性が悪い

現場加工またはメーカー工場加工（異形規格）により対応する



2) 栗石の中詰めは，熟練工による人力仕上げが必要になる

* 上の写真は日本じゃかご協会，「じゃかご工法の手引きと解説」より

工 法		工 期(m ² /日)	人 員
かご丸くん	バックホウ (クレーン仕様)	19.8	4
ふとんかご(多段積み)		3.5	4
大型ふとんかご		5.0	4
間知ブロック積み		5.0	5
耐候性 大型土のう積層工法	バックホウ (クレーン仕様)	36	4

4) 工期が比較的長い

人力施工の工程が多いため

工 法		工 期 (m ² /日)	人 員
かご丸くん	バックホウ (クレーン仕様)	19.8	4
ふとんかご (多段積み)		3.5	4
大型ふとんかご		5.0	4
間知ブロック積み		5.0	5
耐候性 大型土のう積層工法	バックホウ (クレーン仕様)	36	4

3.かご丸くんの特長

1 | 高耐久性アルミ合金めっき部材を使用した恒久的かご工

2 | クレーン等で吊っても型崩れしません！

3 | 栗石の中詰めもバックホウでらくらく！

4 | かご丸くんにチェーンを巻付け一体化



バックホウによる栗石中詰め



クレーン機能付きバックホウによる据付け



チェーンを巻付け緊張することで、
構造の一体化を図る

直径 1 m 高さ 1 m の円筒蛇籠 クレーンで釣れる
5 段までは無条件で積みめます



学生さんを育てる以外に楽しかった仕事

1g場、遠心場、模型・実大実験などを実施した。

若い時から多くの委員会に代理で参加し、勉強できた。

32歳の時、杭基礎の設計法を新たに阪神高速と作った。

**大和川線の常磐東開削工事、新名神の箕面トンネルなど、
とてつもなく難しい工事に関われた。**

**隅田川にかかる永代橋、清洲橋、勝鬨橋の耐震補強に関われ、
ライトアップの方法まで提案できた。**

東京駅の日本橋口の常磐橋の解体修理工事に携われた。

多くの施工現場を訪問できた（1982年竜飛の先進導坑切羽）

ご静聴ありがとうございます



京都 三条大橋

土木の原点は、人々の暮らしを守り豊かにする事



教授の理

京都大学大学院 工学研究科 教授

工学博士

木村 亮

まこと