



景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究

京都大学工学研究科都市社会工学専攻

岸田 潔

産: ジオスター(株), 日本ゼニスパイプ(株), 日本ヒューム(株), 日本コンクリート工業(株),
(株)地域地盤環境研究所, 復建調査(株)

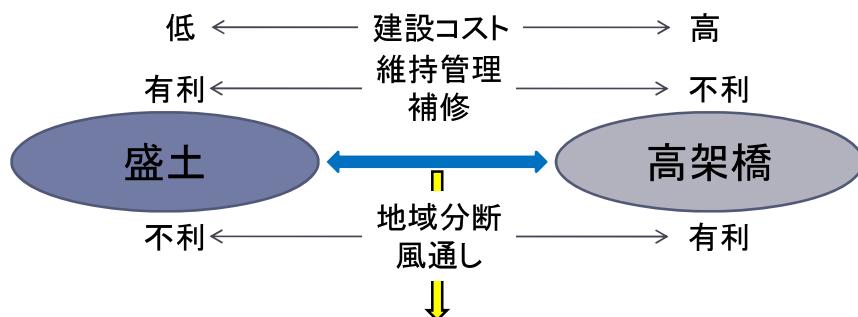
学: 京都大学大学院工学研究科, 京都大学産官学連携本部

官: 国土交通省近畿地方整備局(道路部, 滋賀国道事務所, 紀南河川国道事務所)

Contents

- ▶ **背景**
- ▶ **プロジェクトでの議論**
- ▶ **ガイドラインの作成**
- ▶ **Next Step: 耐震性, 原位置計測**
- ▶ **景観性に関する研究**

背景



- 連続的にアーチカルバートを插入
- 盛土と橋梁の中間的な構造物
- 圧迫感がなく景観性に優れている
- コスト: 高架橋 > 連続アーチカルバート盛土 > 盛土
- 施工性に優れている: プレキャスト部材



▶ 3

プロジェクト内容

- ▶ 構造物として安定性
耐震性, 軟弱地盤対策,
不具合事例収集
- ▶ 設計・施工規範の構築
- ▶ 実プロジェクトを想定したシミュレーション設計
- ▶ 景観設計の検討



- ▶ 耐震性の検討
- ▶ 繼手実験
- ▶ 計測の実施

▶ 4

設計・施工規範の構築

連続アーチカルバートを含む
盛土工法に関するガイドライン

【米原バイパスにおける2ヒンジ式アーチカルバート編】

平成22年3月

新都市社会技術融合創造研究会

(景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究プロジェクト)

▶ 5

景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究

(題審:アーチ盛土工法に関する研究)

施工方法に関するガイドラインの整備－2ヒンジ式アーチカルバート編－

<概要>

本ガイドラインは、連続的に2ヒンジ式プレキャストアーチカルバートを挿入した盛土構造(略称:アーチ盛土工法)について、調査・計画、設計、施工、維持管理の標準を示した。

また、これらの管理が合理的に実施できるように、その技術上の基本的考え方ならびに手順を示し、実務に便利な形に取りまとめた。



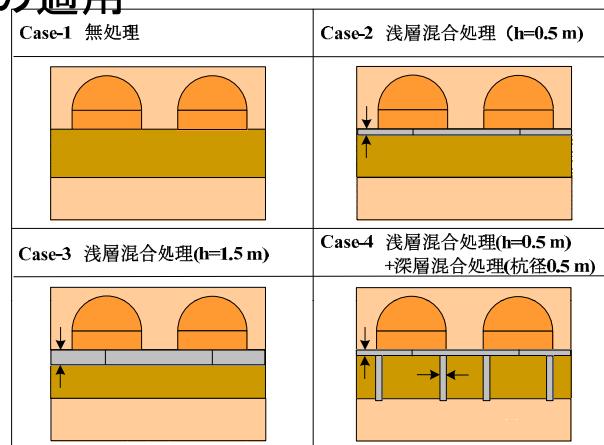
不具合事例などを踏まえて作成

- ▶ 基礎の不同沈下
- ▶ 盛土施工
- ▶ 高土被り
- ▶ 縦断荷重の作用
- ▶ 偏荷重の作用

▶ 6

基礎の不同沈下対策に関する検討

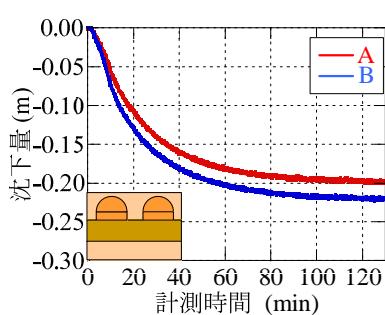
1. 地盤改良導入
2. 最適な改良範囲の決定 ← コスト縮減
3. 遠心模型実験と数値解析による検討
4. 実際規模の問題への適用



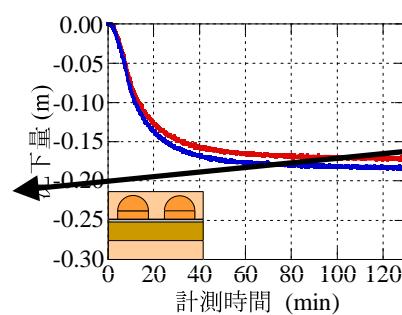
▶ 7

基礎の不同沈下対策に関する検討 模型実験による検討

盛土地表面の変位



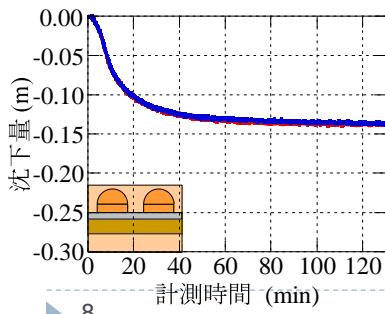
(a) Case-1



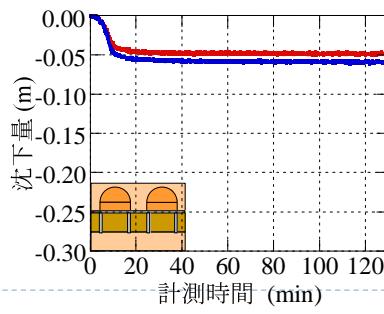
(b) Case-2

◆ そのまま盛土をつくると
不同沈下が発生(Case-1)

安定化のために
地盤改良が必要



(c) Case-3



(d) Case-4

◆ 改良効果

・浅層混合処理の
改良厚を大きくする
→ 不同沈下を抑制

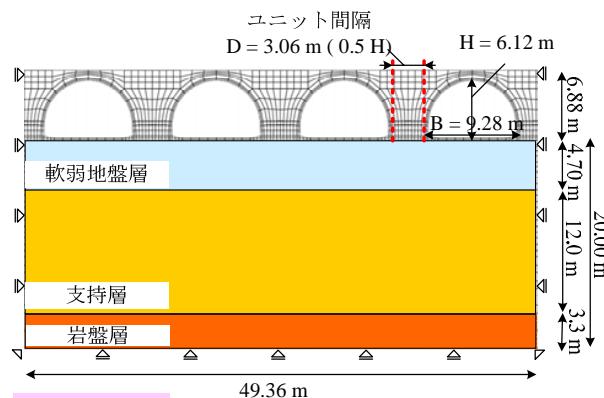
・深層混合処理を
組み合わせる

→ 全体の沈下を抑制

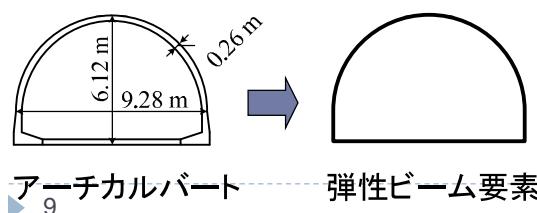
▶ 8

基礎の不同沈下対策に関する検討 数値解析による実問題への適用

解析メッシュ



モデル化



材料定数

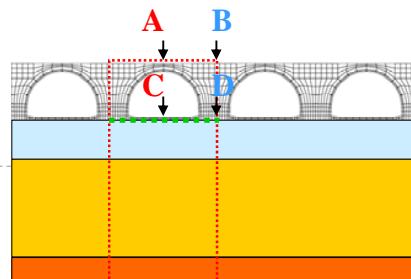
	軟弱地盤	支持地盤	盛土材料	ダミー要素
構成モデル	Subloading g tij	Subloading tij	Subloading tij	Elastic
単位体積重量 (kN/m^3)	20.00*	20.00*	19.00*	0.00*
ヤング率 E	-	-	-	1.0E02*
破壊自主応力比 Rf	3.21#	4.02#	-	-
ボアソン比 v	0.338#	0.333#	0.333#	0.490*
間隙比 e ₀	1.15	0.620	0.620	-
β	500#	500#	500#	-
a	1.5#	2.0#	2.0#	-
圧密指数 λ	2.68E-01*	7.00E-2*	7.00E-2*	-
膨潤指數 κ	3.22E-02*	4.50E-03*	4.50E-03*	-
透水係数 k (cm/s)	1.72E-09*	1.00E-06*	-	-

* : 仮定値 # : 参考文献より

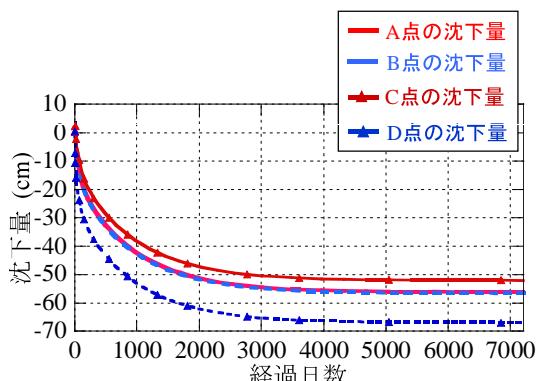
軸体の全部分を覆工厚0.26 mと設定

ヤング率 E = 1.5E07
断面二次モーメント I = 1.46E03

基礎の不同沈下対策に関する検討 数値解析による実問題への適用



盛土沈下量の時間推移



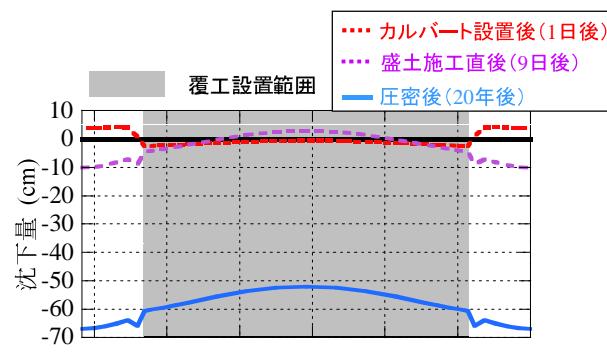
◆ 盛土の沈下量は 55 cm 程度、また、盛土表面上では不同沈下が見られない

◆ 盛土設置面(軟弱地盤上の地表面)では盛土施工段階から沈下差が生じる

◆ 施工過程、圧密過程でアーチカルバート下部がたわむ(不同沈下)

▶ 10

地盤上の地表面形状分布 (□区間…部)

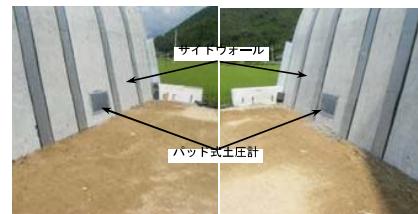


盛土施工 計測の実施



- 鉄筋応力の計測
- 内空変位の計測
- 側方土圧の計測

➡ トンネル工学シンポジウム



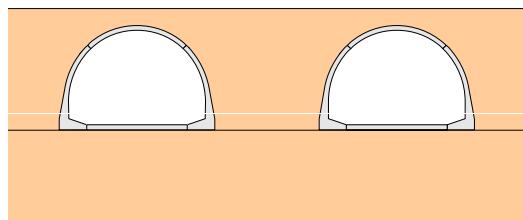
➡ 11

耐震性の検討

本構造の特徴

盛土 + 連続するアーチカルバート

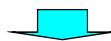
➡ 地震時における盛土地盤とアーチカルバートの相互作用



設置間隔を狭くすると…



地盤とアーチカルバートの相互作用
により、地震時の被害拡大？



安全な設置間隔は？

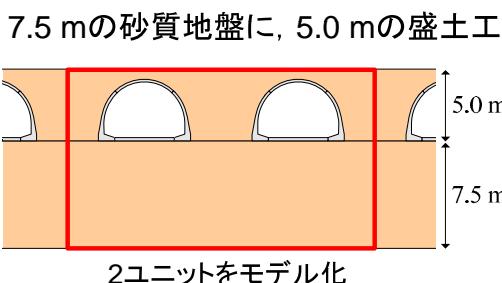
目的

アーチカルバートの設置間隔(ユニット間隔)が、地震時のアーチカルバートおよび周辺地盤に及ぼす影響を明らかにする。

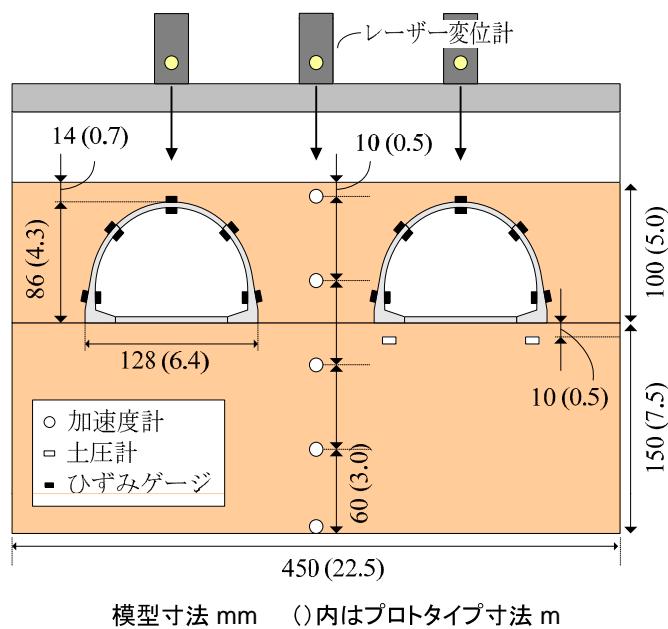
➡ 12

耐震性の検討 遠心模型実験の実施

実験対象



実験概略図



地盤材料

砂質地盤、盛土共に乾燥豊浦砂

土粒子密度 G_s	2.64
最大間隙比 e_{max}	0.975
最小間隙比 e_{min}	0.585
相対密度 D_r	0.85

▶ 13

Next

アーチカルバートを連続的に含む景観性に優れた盛土構造の耐震性能評価と災害復旧に関する検討

- ▶ 景観性の検討 ← 実プロジェクト、地域が受け入れ易い道路構造(コストを考慮した)
- ▶ 耐震性の検討 ← 模型実験、数値解析
- ▶ 繰手部の実験
- ▶ 現地計測

- ▶ 土木研究所との連携
- ▶ 新たな参加機関の募集



▶ 14

景観性に優れたアーチカルバートを用いた 盛土構造に関する研究

(米原バイパス9工区の景観検討)

京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻
景観設計学分野

教授 川崎 雅史
准教授 久保田善明
助教 山口敬太

1. 対象区間の景観とデザイン

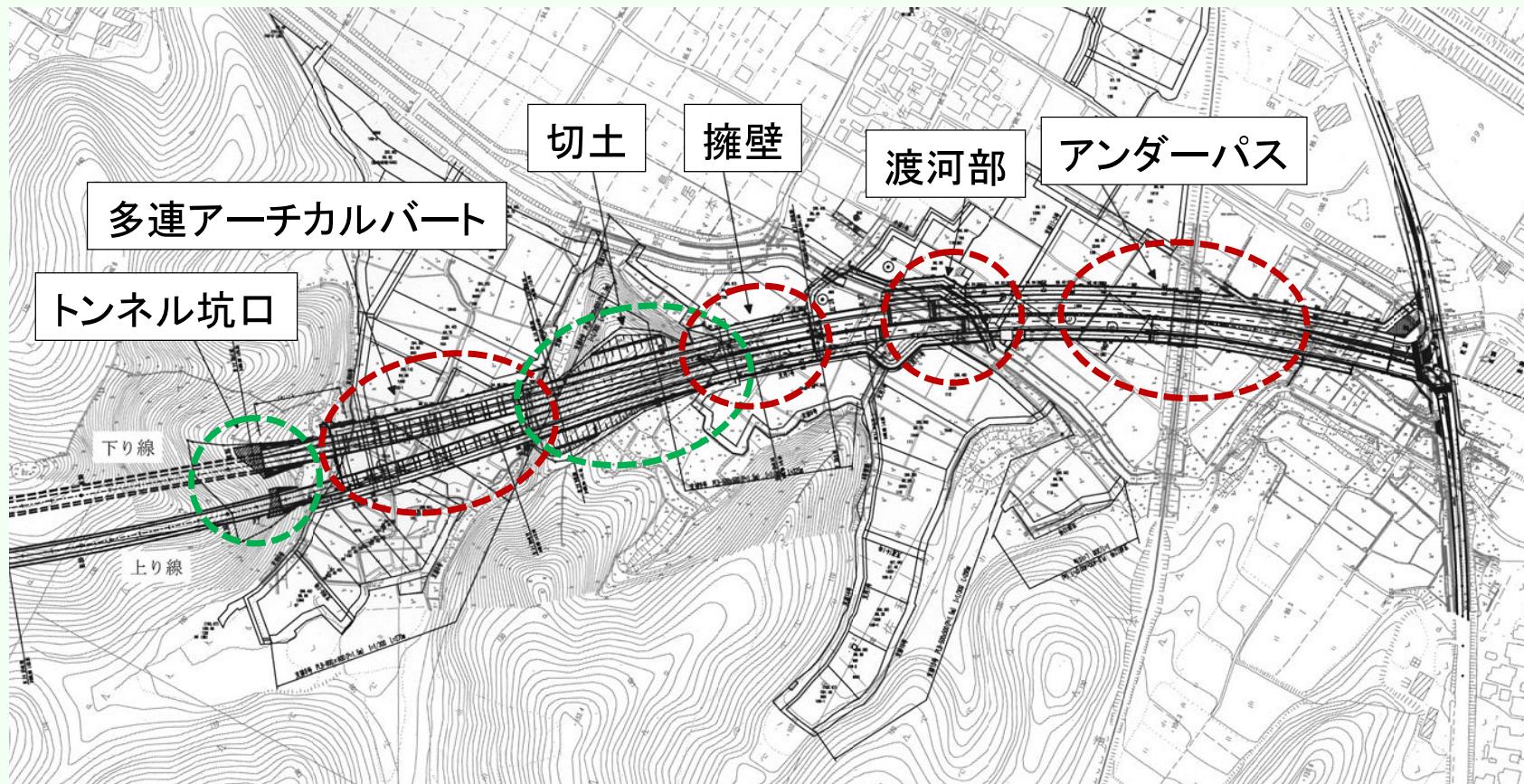
対象地周辺は、全体としてひとつの**まとまりある景観の領域**をなしている。

したがって、アーチカルバートのデザインだけではなく、その前後に存在する切土やトンネル坑口、渡河部、アンダーパスなど、**区間全体の景観デザイン**が重要であり、それによって、アーチカルバート自体もさらに魅力を増すものとなる。



1. 対象区間の景観とデザイン

多種類の構造物…調和をどのように図るか？



1. 対象区間の景観とデザイン



2. 前年度(H21年度)の成果

- 地域特性の把握(自然、気候、歴史、文化、宿場町、佐和山城、土墨等)
- 景観分析(視点場、視距離、圧迫感等)
- 彦根市景観計画との関連づけ
- 8号バイパス対象区間の景観設計方針



▶ 「地域の歴史と文化の中に築かれる、100年後の風景とも調和する道」を目指す

● カルバート区間の基本デザイン

- ・アーチ形状と内部空間（「扁平アーチ」と「半円アーチ」）
- ・アーチカルバートとBOXカルバートとの隣接部
- ・アーチカルバートの配置
- ・側壁の基本形状
- ・色彩計画
- ・暫定期と完成時

● カルバート以外の区間におけるデザインの基本的考え方

- ・切土、擁壁、トンネル坑口、アンダーパス等

【課題】

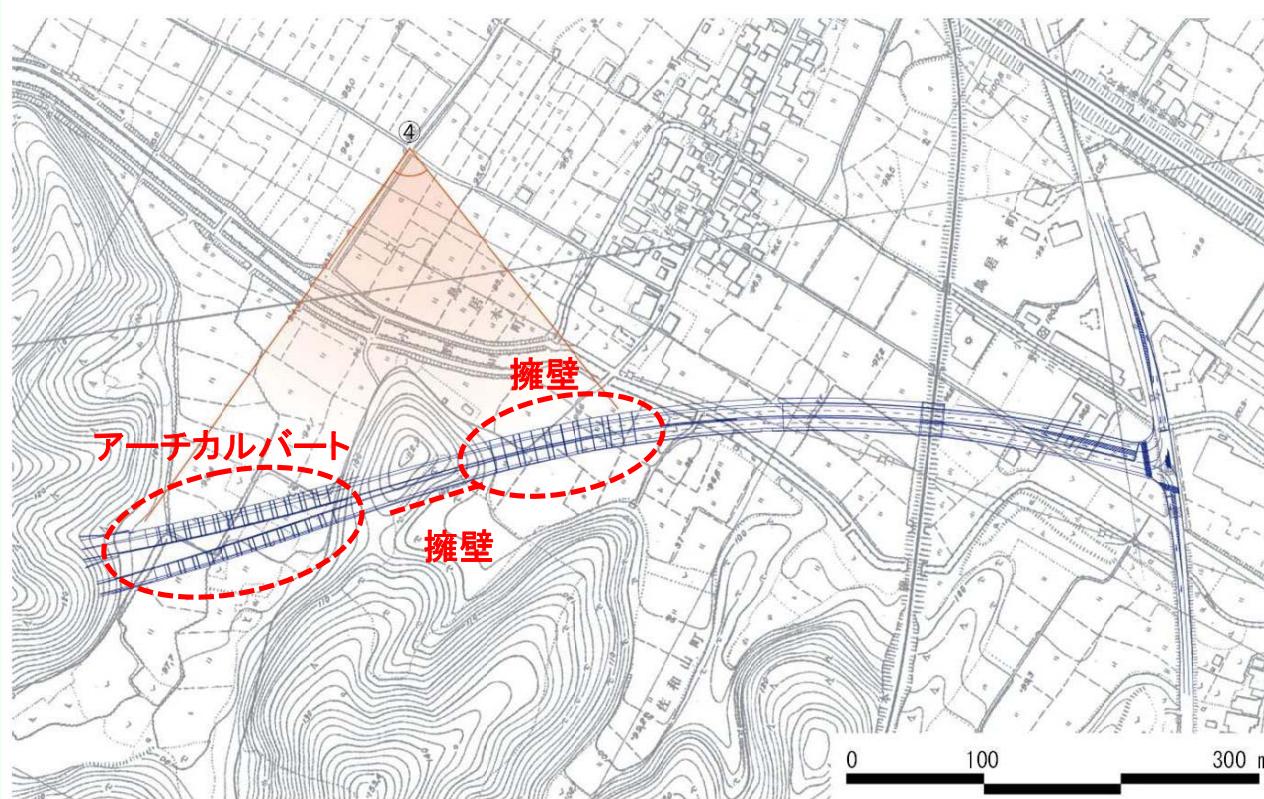
- ・カルバート区間と擁壁区間の調和のもたせ方
- ・アーチ形状(扁平、半円)の比較
- ・カルバート以外の区間のデザイン精度の向上

3. 今回(H22年度)の内容

- カルバート区間と擁壁区間の調和のもたせ方
- アーチ形状(扁平、半円)の比較
- カルバート以外の区間のデザイン精度の向上
 - ・トンネル坑口
面壁型と突出型(竹割りタイプ)の比較
 - ・渡河部周辺
構成要素が複雑に切り替わる部分の処理（メリハリ）
 - ・アンダーパス
圧迫感や異質感の軽減（コンクリート部の造形処理）
 - ・切土部
周囲の自然や生態系が蘇る工法（自然配植緑化）

4. カルバート区間と擁壁区間の調和のもたせ方

- ・アーチカルバートと擁壁が同時に見える視点場
(新幹線、田んぼ)
 - ・切土区間に片側には擁壁が存在
- } カルバート区間と擁壁区間の
視覚的調和を図る



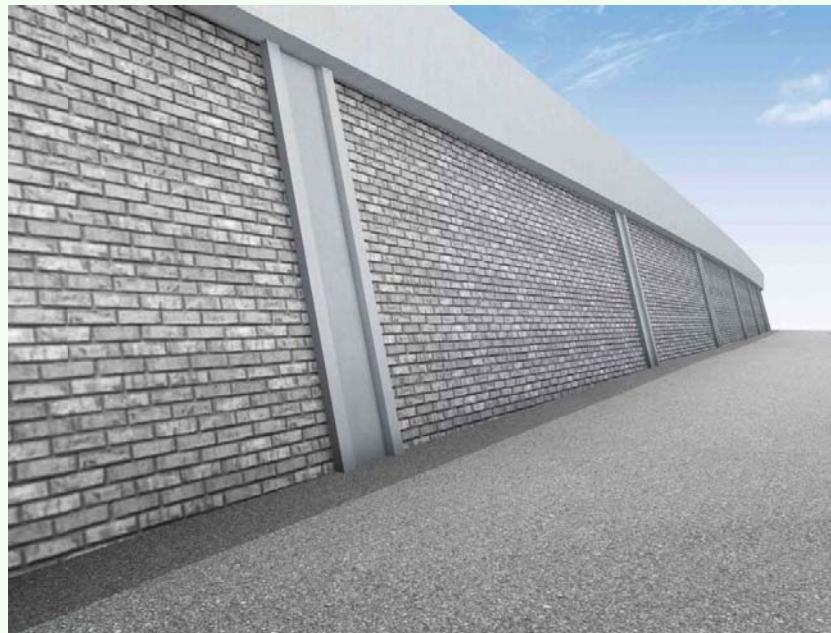
4. カルバート区間と擁壁区間の調和のもたせ方

擁 壁

- ・ 単調さ → 分節(リズム感の創出)
- ・ 圧迫感 → 壁面に傾斜
- ・ 連続性 → 壁高欄部を連続

アーチカルバート

- ・ 分節パターンを継承
- ・ 傾斜壁面を継承
- ・ 壁高欄の連続性を継承



5. アーチ形状(扁平、半円)の比較

- ・前年度で検討された好ましいアーチの形状・配置等に従う場合、いずれのタイプでも一定の水準は確保される。
- ・半円アーチは規格品が適用可能なサイズのため技術的問題は少ないと考えられる。
- ・扁平アーチはアーチスパンが大きく規格品が適用できない。別途、技術的妥当性の検証が必要。さらに、アーチ部材の厚さが600mm程度にもなると予想され、部材製作時の管理や輸送寸法、輸送重量などにも影響が生じるため、それらの問題についても検討が必要。しかし、視覚的には伸びやかで開口も広く、風通しの阻害もない。

【スタディー模型(扁平アーチ)】



【スタディー模型(半円アーチ)】



5. アーチ形状(扁平、半円)の比較

- ・扁平アーチの方がより洗練された印象を与え、
周囲の山並みや景観とも調和しやすく、
また、農作物への風通しの面についても好ましいと考えられる。

技術的・経済的に支障がなければ、景観的には扁平アーチの適用を推奨。

(ただし、扁平アーチ固有の問題が解決できない場合には、半円アーチの採用も許容される。)



6. トンネル坑口

面壁型と突出型(竹割りタイプ)の比較

【面壁型】

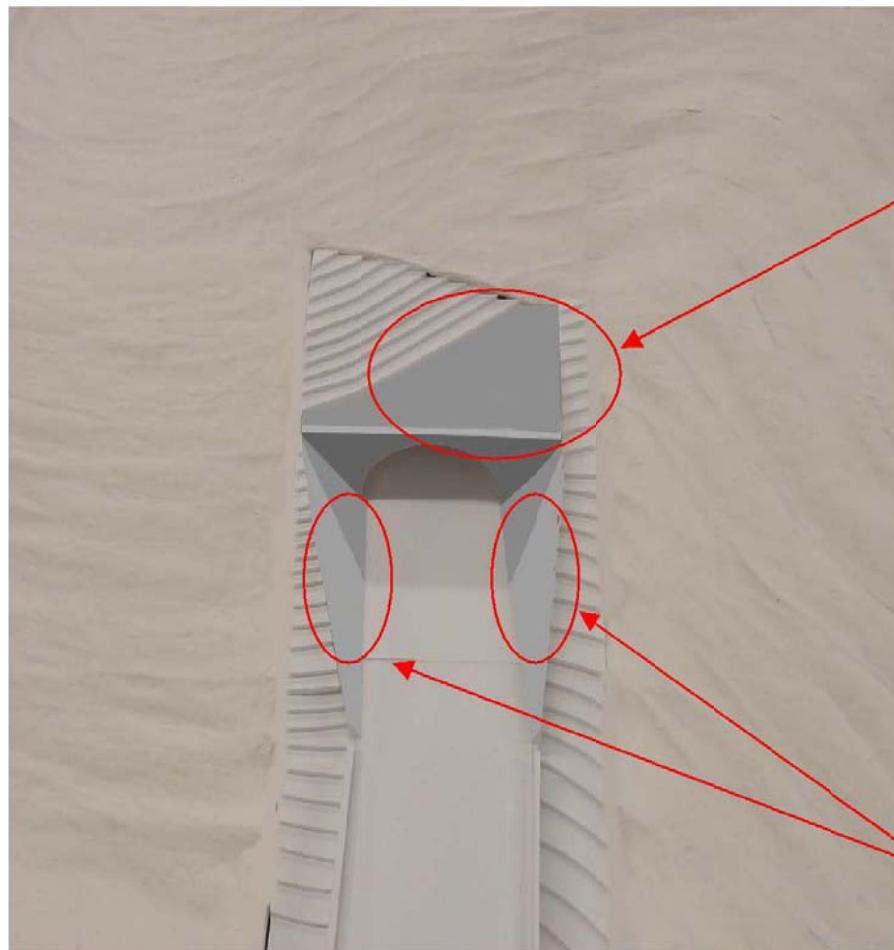


【突出型】



6. トンネル坑口

面壁型の問題点



突出するコンクリート部が地形
や森林景観になじみにくい

突出型(竹割りタイプ)とする

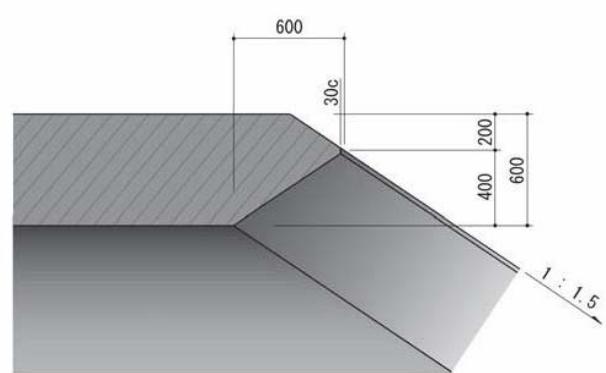
進入口正面だけでなく、両側
面にもコンクリート壁が現れる
ため、人工的な印象となる

6. トンネル坑口

【竹割りタイプ(植生回復前)】



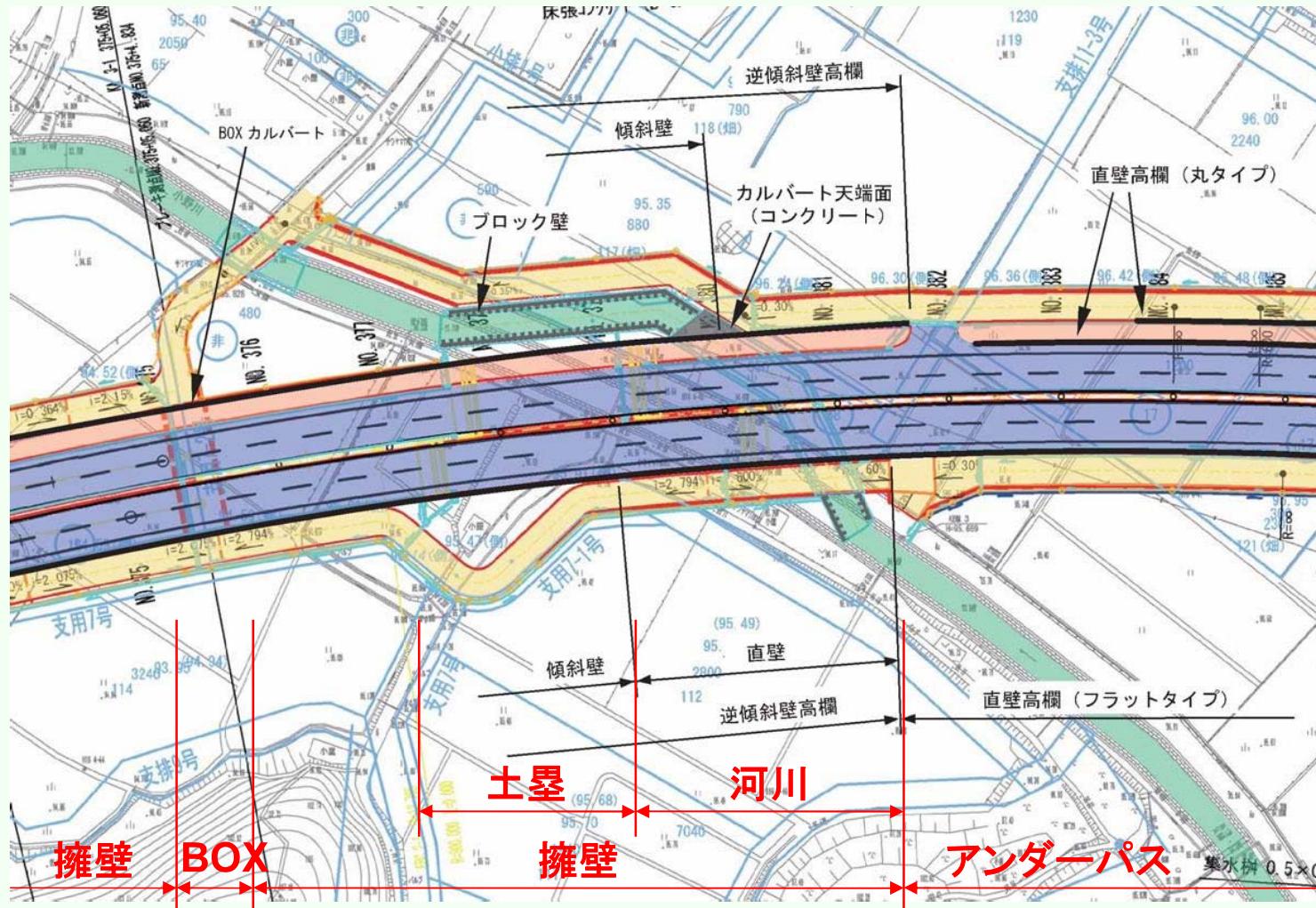
【竹割りタイプ(植生回復後)】



【坑口部材のディテール】

7. 渡河部周辺

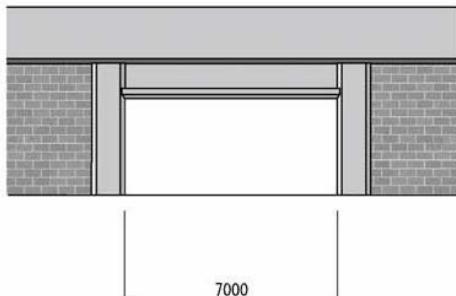
構成要素が複雑に切り替わる



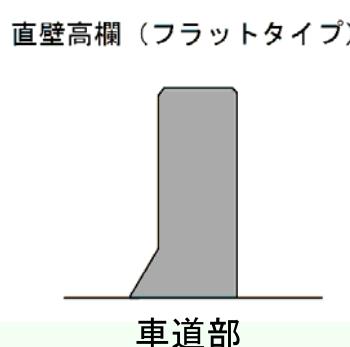
7. 渡河部周辺

渡河部周辺のデザインポイント

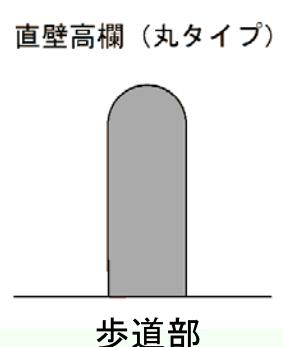
- ①佐和山町集落から続く道路との交差にあるBOXカルバートは、入口左右をボリューム感のある柱状の意匠とすることにより、隣接する擁壁部と「見切り」をつけてメリハリを与えることにより、擁壁の中途半端な断絶を避ける。
- ②付け替えられた河道は、無機質なコンクリート平面むき出しの状態にならないよう、ブロック張りなどを施す。
- ③アンダーパスへと向かう部分では、歩道部の高欄天端に丸みをつけるなどして、できる限りやわらかなデザインとする。



【BOXカルバート:①】



【壁高欄の形状:②】



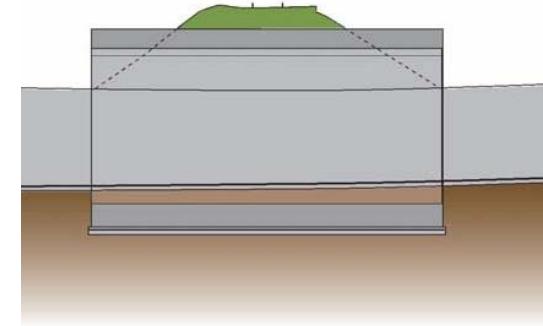
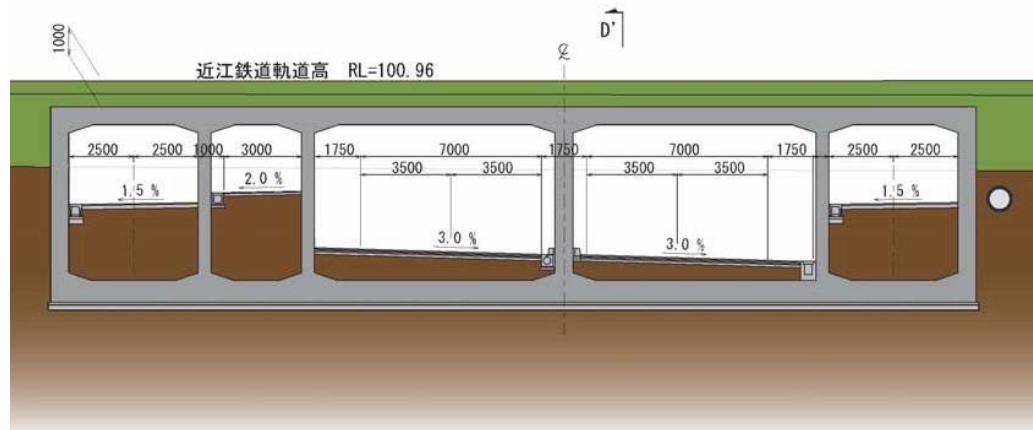
8. アンダーパス

アンダーパス部のデザインポイント

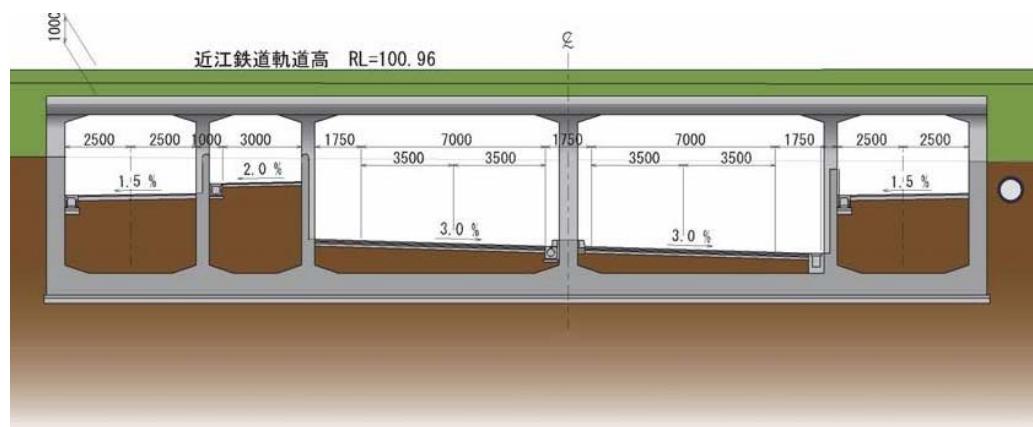
- ①ドライバーや通行者への閉塞感や圧迫感を極力軽減させる。
- ②鉄道の盛土の連続性の中におさめるデザイン。
- ③アンダーパス部の歩道部は、高欄天端に丸みをつけるなどして、できる限りやわらかなデザインとする(前頁参照)。

8. アンダーパス

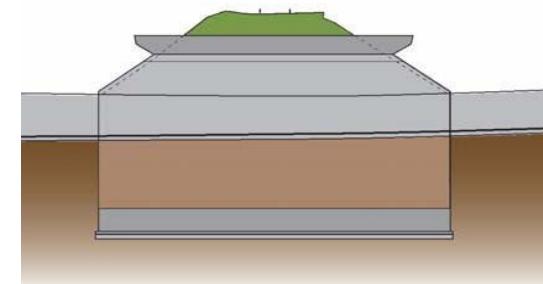
【BOXカルバート部の現状案】



【変更案】



- ・カット＆面取りによる圧迫感の軽減
- ・“ひさし”的なラインによる統一感



8. アンダーパス

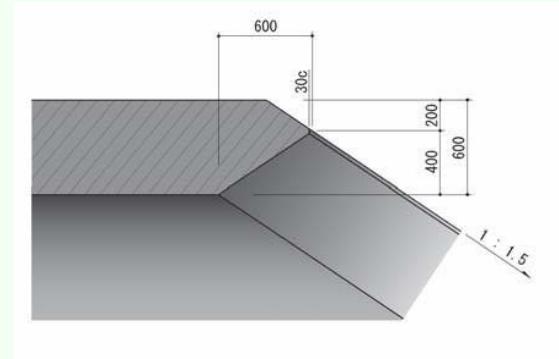
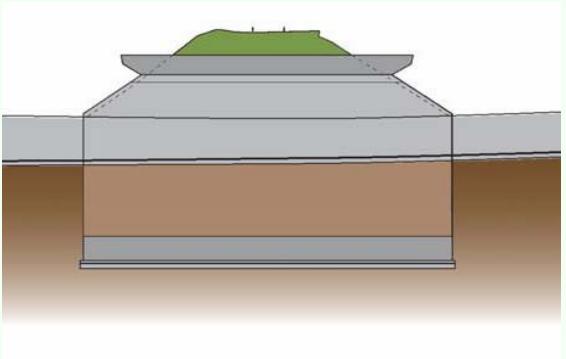


【鳥瞰図】

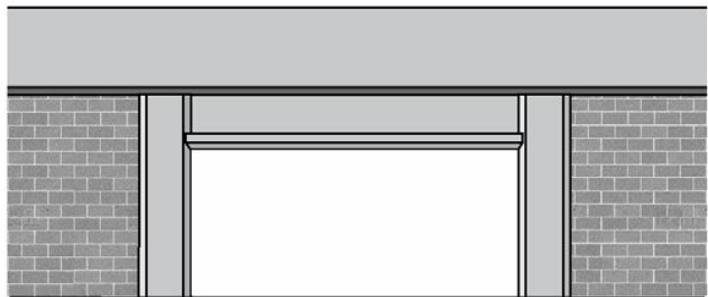


【走行景観】

9. 構造物デザインの共通要素(面取り)



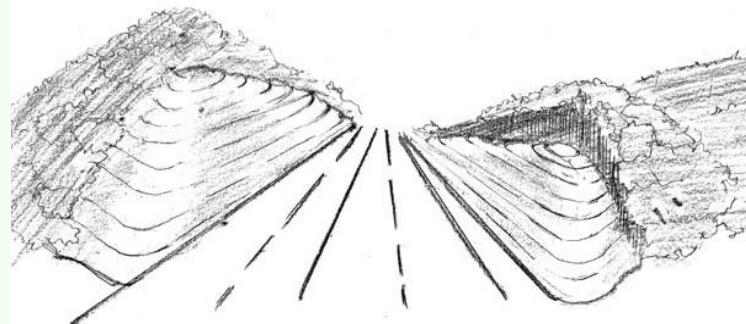
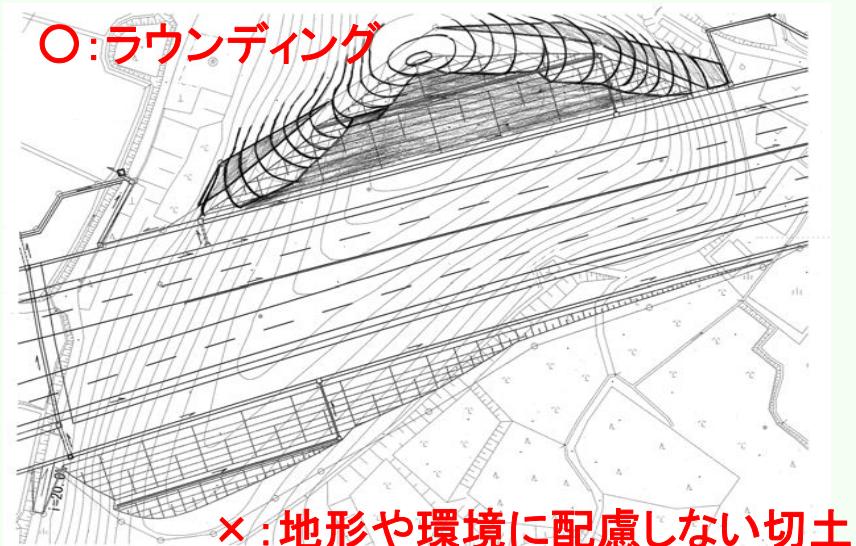
「面取り」による圧迫感の軽減



10. 切土部

切土部のデザインポイント

- ①“切られた山”から“自然な山と森の回復”へ
- ②ラウンディング
- ③植生の回復(自然配植緑化)



【ラウンディング】

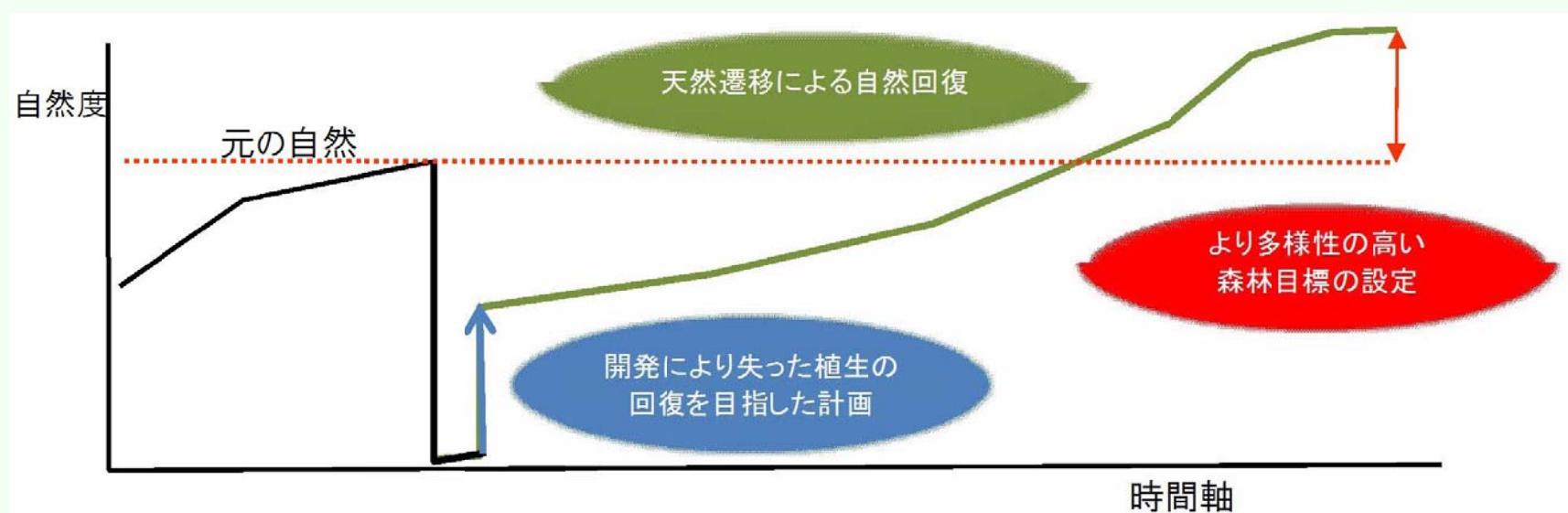
10. 切土部

自然配植緑化(自然回復による森づくり)



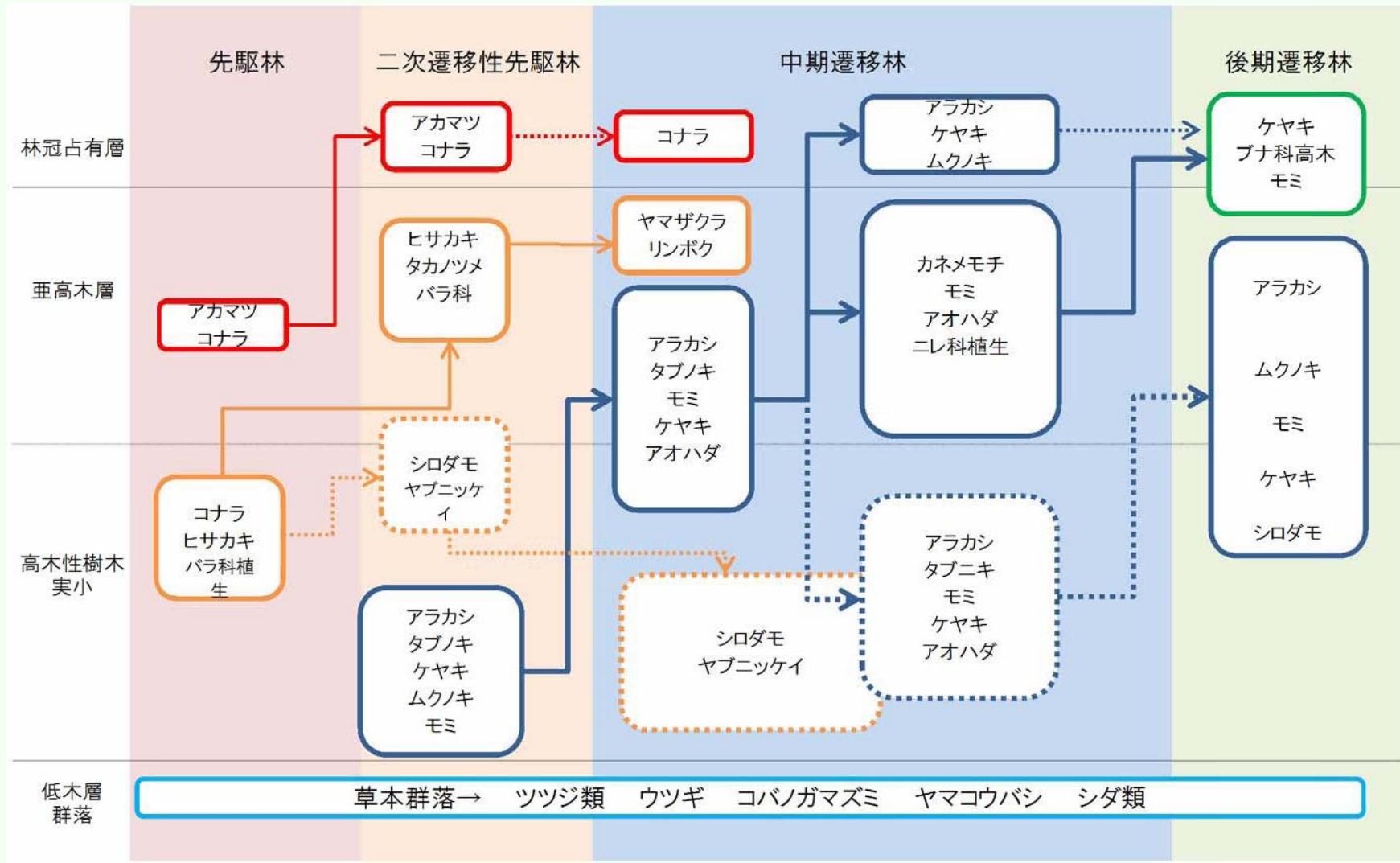
【現地付近の植生分布】

いかに回復させるか
自然の森は自然の力によって
完成する



10. 切土部

長い時間をかけて徐々に植生が遷移し、やがて森が完成する



10. 切土部

ケイ酸含有植物材による土づくりと森づくり

- ・切土で発生する露頭は一般に硬く、微生物環境に乏しい。
- ・しかし、ヨシなどのケイ酸含有植物材をのり面の基盤保護に利用すると、土壤コロイドが生成し、微生物層が発達。
- ・微生物の排泄物等により有機質が供給、基盤の土壤化に寄与。
- ・ヨシはのり面保護工として、表土の流出防止や雑草の抑制にも寄与。

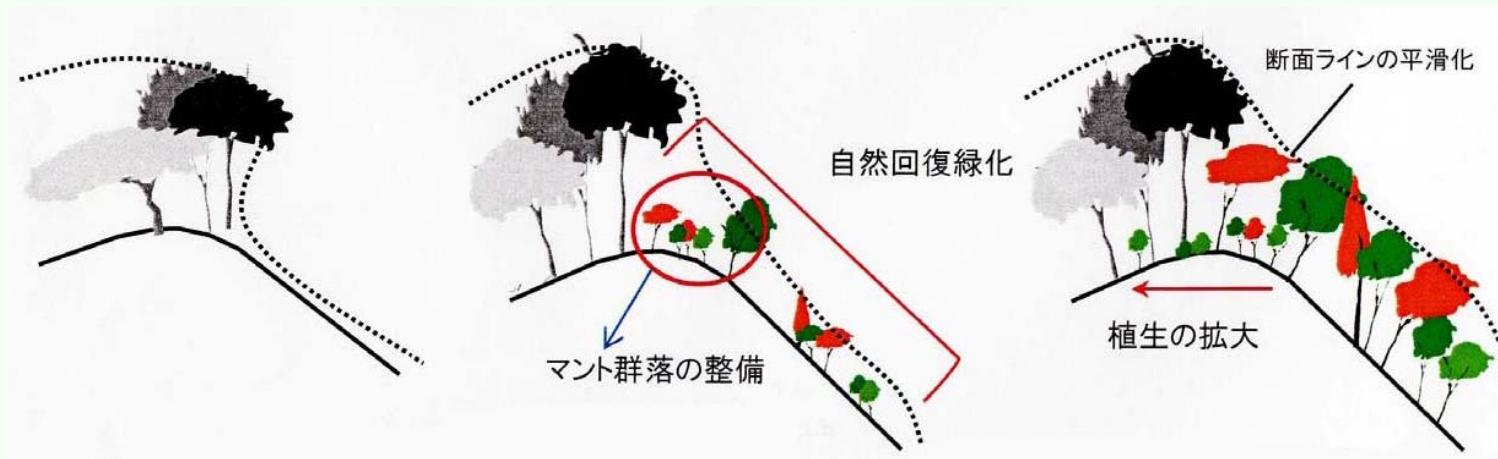


【琵琶湖産のヨシを用いたのり面保護工】

10. 切土部

マント群落と地形活用の森づくり

- ・切土面と残地森林との境界部分は、放置しておくと森林の断面形状が露出し、景観を損なうことがある。
- ・開口部分から過剰な環境圧を受けやすく、自然の回復にも影響を与える。
- ・境界面に樹木を配置してマント群落を形成させ、造成森林と残地森林の円滑な景観・植生の融合を図る。



10. 切土部

【植生回復前】



【植生回復後】



11. まとめ

- 新技術である多連アーチカルバートを米原バイパスに適用した場合について、カルバート区間のみならず、他の構造物もあわせた統合的な景観検討を行った。
 - 多連アーチカルバートは、従来の盛土構造に比べて空間の分断が少なく、うまくデザインすれば、景観とも調和しやすい構造といえる。
 - しかし、常に調和するということではなく、個々のケースに応じた適切な景観検討がなされなければならない。したがって、標準的なデザインを一律に適用することは慎まなければならない。
 - 良い景観とは、個別の対象物に対してというよりも、空間の全体に対して評価されるもの。アーチカルバート単体のデザインだけでなく、前後の道路や関連施設全体に対して適切な景観検討がなされなければならない。
 - そのような統合された景観の質によって、アーチカルバート単体のデザインの評価も与えられることとなる。
 - 今後、詳細設計や施工へと進むにあたっても、空間の統合性が損なわれることのないよう十分注意し、景観の質的向上に向けて努力することが必要不可欠である。
-