

平成 2 7 年 4 月



鉄道・運輸機構

三陸鉄道（北・南リアス線）復旧工事、仙台市高速鉄道東西線建設工事に係るコスト縮減について

鉄道・運輸機構では、平成 25 年 3 月に策定した第 3 期中期計画に基づき、受託工事に係るコスト縮減の状況等について、外部有識者からなる「鉄道工事受託審議委員会」にて検証いただくとともに、その結果についてホームページで公表することとしております。

受託工事のうち、三陸鉄道（北・南リアス線）復旧工事については、南リアス線が平成 26 年 4 月 5 日、北リアス線が平成 26 年 4 月 6 日に全線運行再開を果たしました。また、仙台市高速鉄道東西線建設工事については、平成 26 年 12 月に工事を完了させるとともに、仙台市へ完成施設を引渡しました。平成 27 年 2 月 27 日に同委員会において両工事のコスト縮減の状況等について審議いただきましたので、その結果について、下記のとおりお知らせいたします。

記

- ・ 別添資料について、鉄道工事受託審議委員会において検証された。

三陸鉄道（北・南リアス線）復旧工事に係るコスト縮減の検証について

三陸鉄道（北・南リアス線）復旧工事

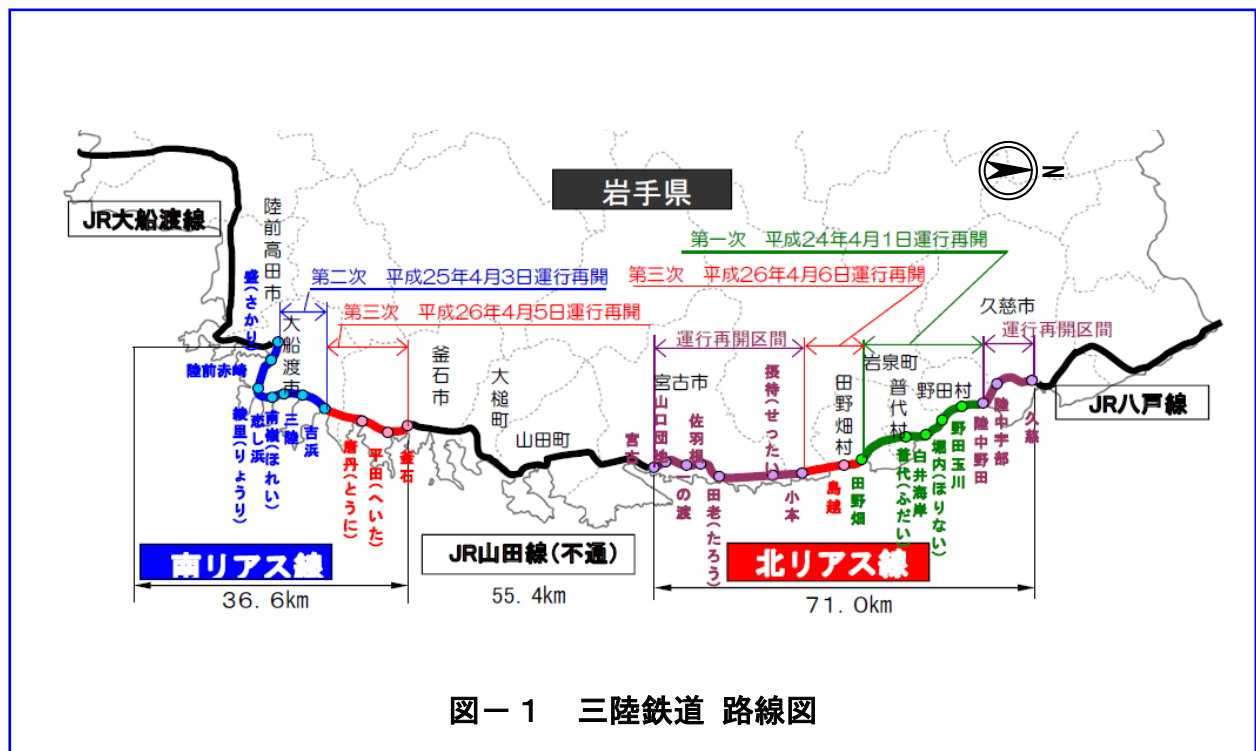
事業概要

三陸鉄道は、旧日本鉄道建設公団が昭和 40 年より久慈線、盛線として建設を進めましたが、昭和 55 年、国鉄再建法により工事中止に至りました。その後、昭和 56 年 11 月に第三セクター三陸鉄道株式会社が設立され、昭和 59 年 4 月 1 日、新たに北リアス線、南リアス線と名付けられ、第三セクター化第一号として開業しました。

北リアス線は、岩手県宮古市と久慈市を結ぶ延長 71.0 km の路線、南リアス線は岩手県大船渡市と釜石市を結ぶ延長 36.6 km の路線です（図－1）。三陸鉄道は、地域住民の足として、また陸中海岸国立公園の自然豊かで風光明媚な路線として全国からの観光客に親しまれてきました。しかし、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とその大きな津波により、三陸鉄道は壊滅的な被害を受けました。

平成 23 年 11 月 1 日に三陸鉄道株式会社からの要請により、機構は全面的な支援を行うことになりました。主な工事内容は、津波で流出した盛土、線路及び通信ケーブルの復旧や駅及び橋りょうの再構築、地震で損傷した橋りょうの修復などです。

機構は、三陸鉄道株式会社及び自治体、各関係機関の協力のもと、2 年半という短い工期の中で工事を進めました。その結果、平成 24 年 4 月 1 日には北リアス線田野畑・陸中野田間、平成 25 年 4 月 3 日には南リアス線盛・吉浜間、平成 26 年 4 月 5 日には南リアス線吉浜・釜石間、そして同年 4 月 6 日に北リアス線小本・田野畑間がそれぞれ運行を再開し、予定通りの全線運行再開となりました。



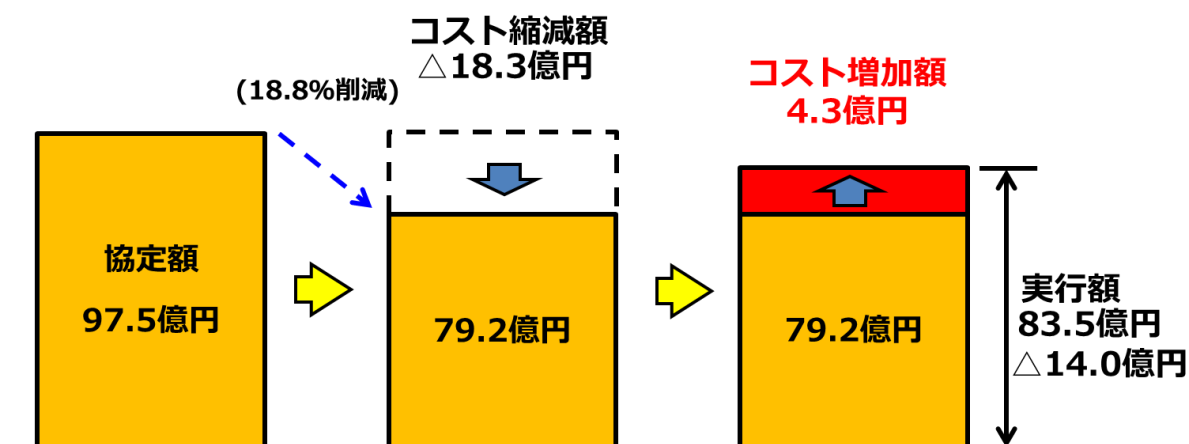
図－1 三陸鉄道 路線図

三陸鉄道復旧工事に係るコスト縮減

コスト縮減

【協定締結時】

【協定終了時】



当初協定額 97.5 億円に対し、コスト縮減に努めながら 79.2 億円で工事を行い、18.3 億円節減いたしました（18.8%削減）。

しかし、一方で震災復興工事の拡大に伴い労務費や材料費が上昇したことや、釜石駅付近で不発弾の調査費用が発生したことにより 4.3 億円のコスト増が生じました。

最終的な実行額は 83.5 億円となり、協定額 97.5 億円より 14.0 億円のコスト縮減を達成しました。コスト縮減及び増加の主な項目は、下記の通りです。

■ コスト縮減の主な項目

①島越地区の構造変更	$\Delta 7.0$ 億円
②盛土法面工を格子枠工から張コンクリートへ変更	$\Delta 2.7$ 億円
③岩座張り盛土法面へのRRS工法の適用	$\Delta 1.9$ 億円
④GRS一体型橋の採用、既設構造物の再利用	$\Delta 1.6$ 億円
⑤下路式鋼トラス桁をPCホロー桁に変更	$\Delta 1.1$ 億円
⑥発生材の再利用	$\Delta 1.2$ 億円
⑦その他	$\Delta 2.8$ 億円

コスト縮減額 $\Delta 18.3$ 億円

■ コスト増加の主な項目

①不発弾探査調査費	2.4 億円
②労務費・材料費の増加	1.9 億円

コスト増加額 4.3 億円

コスト削減の主な項目

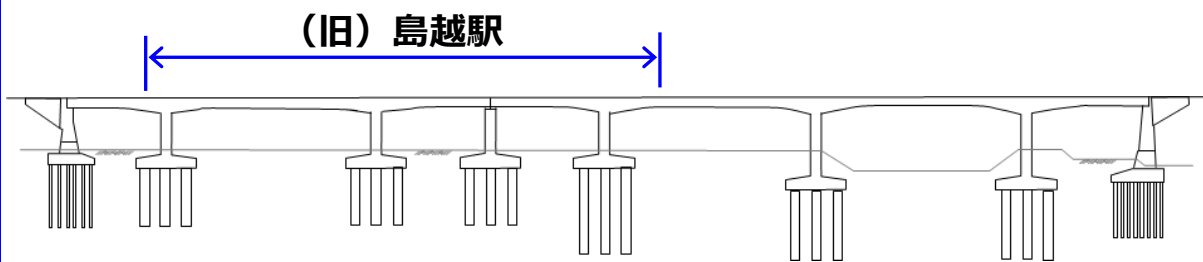
コスト削減

コスト削減項目①

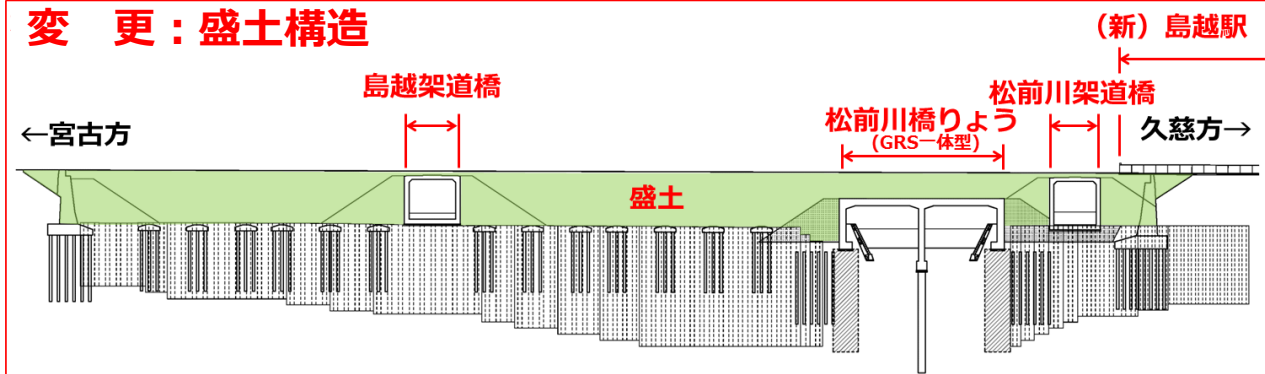
島越地区の構造変更

- ・変更点：PC ラーメン橋 ⇒ 盛土構造
- ・対象工区： 北リアス線 島越駅付近

当初案：PC ラーメン橋



変更：盛土構造



【解説】

島越駅付近の高架橋は、津波により高架橋や駅舎の倒壊、桁の流出など壊滅的な被害を受けました。被災前と同様の高架橋を再構築しても、今回と同規模の津波が発生すれば、再び構造物が倒壊や流出すると予想され連続 PC ラーメン橋を検討しました。

また、地元からは橋梁を盛土構造に変更し、二次的な防潮堤としての機能を持たせてほしい等の要望がありました。橋梁から盛土構造への変更は、耐津波性の向上だけでなくコストの削減も同時に図れることから、これを採用することと致しました。

コスト削減額 △7.0 億円

コスト縮減の主な項目

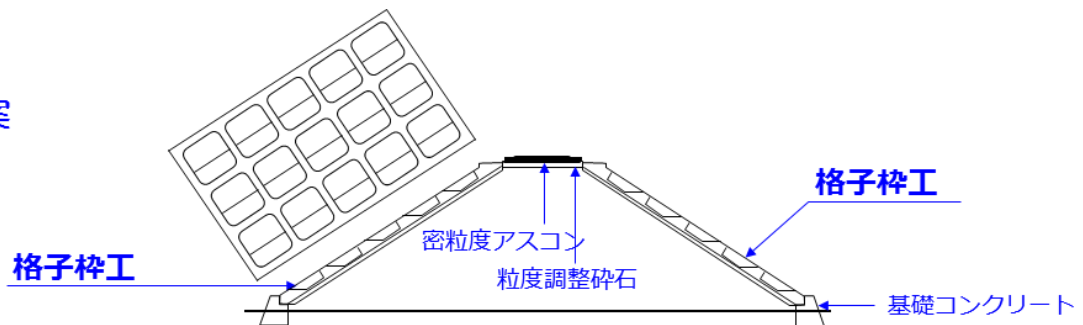
コスト縮減

コスト縮減項目②

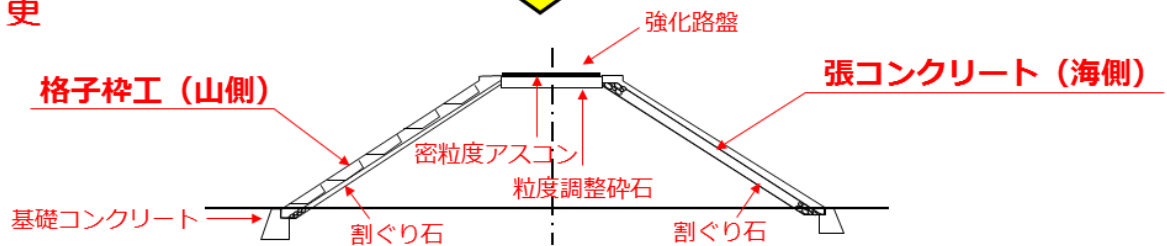
盛土法面工を格子枠工から張コンクリートへ変更

- ・変更点：格子枠工 ⇒ 張コンクリート工（海側のみ）
- ・対象工区：北リアス線及び南リアス線の盛土法面

当初案



変更



格子枠工（山側）



張コンクリート（海側）

南リアス線甫嶺地区における法面工

【解説】

盛土法面工の復旧は、現地の施工条件も考慮して格子枠工を基本としていました。工事実施時に再調査した結果、海側に面した法面に張コンクリートを、山側に格子枠工を施工した箇所では津波の越流による被害が少ないことが判明しました。

張コンクリートは格子枠工よりも経済的ですが、法面保護や耐津波性に対して十分な機能を確保できることから、張コンクリートを採用してコストの縮減を図りました。

コスト縮減額 △2.7 億円

コスト縮減の主な項目

コスト縮減

コスト縮減項目③

岩座張り盛土法面への RRS 工法の適用

- 変更点：緩んだ岩座張りの撤去+張コンクリート ⇒ 岩座張り残置+RRS 工法
- 対象工区：南リアス線 盛土法面

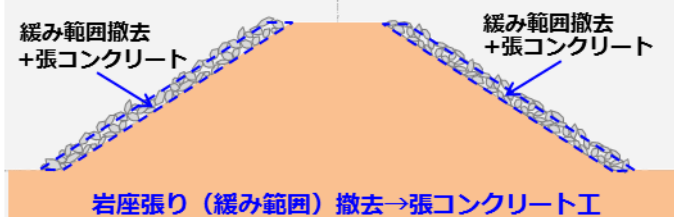
地震後の岩座張りの状況



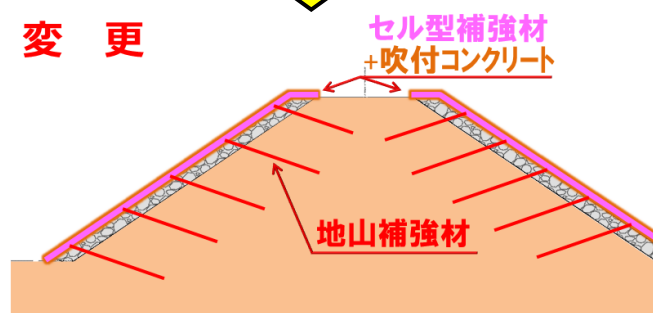
完 成



当初案



変 更



地山補強材頭部



RRS 工法の施工状況

【解説】

近年、岩座張りの経験がある石積み職人が少なく、その確保が困難であることから、岩座張りを撤去し、張コンクリートを施工することを計画しました。しかし、セル型補強材と地山補強材を併用する RRS 工法によれば、岩座張りを撤去しないで法面保護をすることが可能であると分かりました。RRS 工法により、工期短縮と岩塊の撤去費用や産廃処理等の処理費を低減することができ、コスト縮減を図ることができました。

コスト縮減額 △1.9 億円

コスト縮減の主な項目

コスト縮減

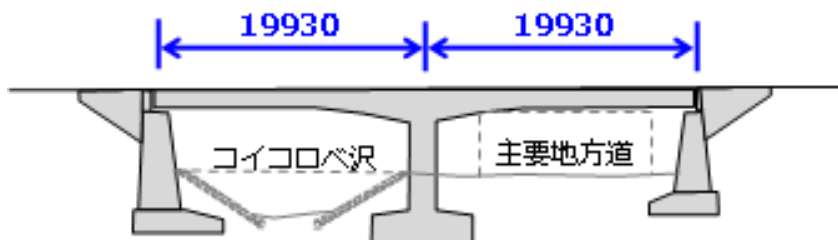
コスト縮減項目④

GRS 一体型橋の採用、既設構造物の再利用

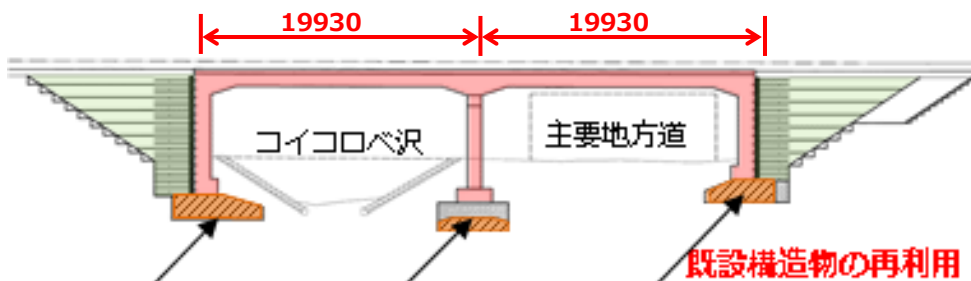
- ・変更点：PC ラーメン橋りょう ⇒ GRS 一体型橋
- ・再利用：被災した既設橋脚の一部を、新設橋脚として再利用。
- ・対象構造物：北リアス線 コイコロベ沢橋りょう、ハイベ沢橋りょう
南リアス線 荒川橋りょう

GRS 一体型橋（例：コイコロベ沢橋りょう）

当初案（連続 PC ホロー桁）



変更（GRS 一体型橋）



【解説】

当初は、被災前と同形式の中央の橋脚と桁を一体化した橋りょうを考えました。この形式は在来線で一般的に用いられている形式ですが、今回の震災においては、津波により橋台背面の盛土が流出したケースがありました。

新技術である GRS 一体型橋は、ラーメン構造の橋りょうと背面のセメント補強土が一体化した構造です。そのため津波に対して粘り強く抵抗するとともに、桁も流出しません。また、当初案に比べて経済的でありました。そこで GRS 一体型橋りょうを採用し、コスト縮減を図りました。さらに、震災により撤去が必要と思われる構造物についても調査を行い、再利用できるものは利用することとし、材料の確保とコストの縮減を考えました。

コスト縮減額 △1.6 億円

コスト縮減の主な項目

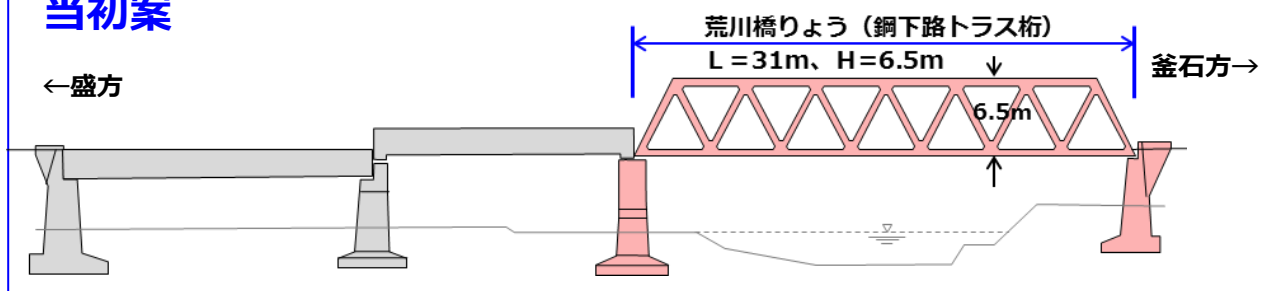
コスト縮減

コスト縮減項目⑤

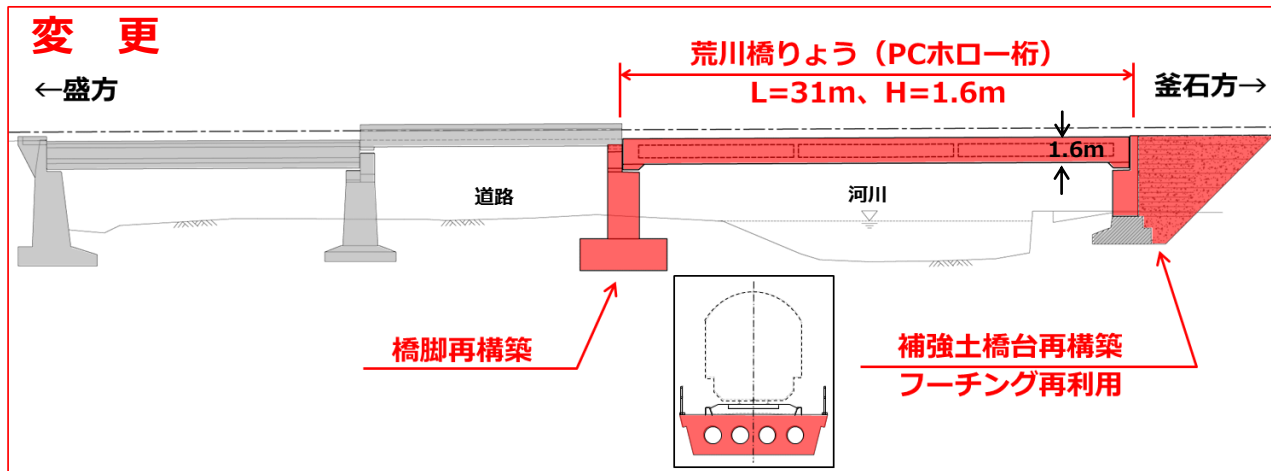
下路式鋼トラス桁を PC ホロー桁に変更

- ・変更点：下路式鋼トラス桁 ⇒ PC ホロー桁
- ・対象構造物：南リアス線 荒川橋りょう

当初案



変更



【解説】

荒川橋りょう（PC I 形 2 主桁）は、津波により桁が流出しました。これは、桁高が 2.7m と高く、津波の力を受ける面積が大きいことが理由として考えられました。

復旧に当たっては、耐津波性、架設方法、工期、経済性等を考慮し、下路式鋼トラス桁で検討しましたが、桁高を極力薄く（＝津波の受ける面積を小さく）できる PC ホロー桁を採用致しました。その結果、コスト縮減も図ることができました。

コスト縮減額 △1.1 億円

コスト縮減の主な項目

コスト縮減

コスト縮減項目⑥

発生材の再利用

- ・工 夫 点：津波により流出した法面の岩座張りを破砕し、盛土材料として再利用。
近傍の道路トンネル工事のトンネルずりを、盛土材料として再利用。
- ・対象構造物：北リアス線 島越駅付近の盛土区間
南リアス線 泊地区盛土区間

岩座張



トンネルずり



破 砕



盛土施工



【解説】

東北各地における復興工事の進展に伴い、工事用資材の逼迫や価格の高騰が懸念されました。そこで、被災した構造物についても調査を行い、加工し再利用できるものは利用することとし、材料の確保とコストの縮減を考えました。

また、近隣工事について情報収集を行い、現地発生材料を有効に利用できる場合は協議を行って再利用することとし、コスト縮減を図りました。

コスト縮減額 △1.2 億円

コスト縮減項目⑦

その他

コスト縮減額 △2.8 億円

コスト増加の主な項目

コスト増加

コスト増加項目①

不発弾探査調査費の増加

- ・増額内容：工事施工前の不発弾探査調査費の追加
- ・対象構造物：南リアス線 釜石駅付近の大渡川橋りょう



大渡川 B 仮設橋設置状況

太平洋戦争時の不発弾残置

- ・仮設橋、仮設ベントの設置
= シートパイル・仮設杭等の打設



工事施工中の不慮の事故を懸念

【不 発 弾 調 査】



陸上部での調査



河川上での調査（台船）



河川上での調査（橋）

- ・陸上部：金属探査機の使用
- ・河川部：河床部へ探査棒の挿入

⇒ レーダーの反射波解析による探査

探査孔数 = 270 孔

【解説】

釜石駅付近では、太平洋戦争中の空襲による不発弾が数多く地中に残っていると考えられています。復旧工事においては、仮設の橋やベントの設置に伴って、シートパイルや仮設杭等の打設、地盤の掘削作業などがあることから、不慮の事故が懸念されました。そのため、事前調査として不発弾の地下探査が必要となり、調査費が増加しました。

コスト増加額 2.4 億円

コスト増加の主な項目

コスト増加

コスト増加項目②

労務費・材料費の増加

間接費増加の背景

- ・ 東北各地での震災復興工事の進展
- ・ 工程厳守：約 2 年半での全線再開

労務費の増加 約 1.1 億円

- ・ 作業員数は 1 箇所でも最大時 200 名以上が必要
 - ・ 震災による作業員宿舎用建物の不足
 - ・ 全国の遠隔地から作業員を募集
 - ・ 作業員宿舎の複数確保が必要
 - ・ 作業員不足による労務単価の上昇
- 旅費・宿泊費等の増加

材料費の増加 約 0.8 億円

- ・ 資材不足による材料単価の上昇
- ・ 遠隔地からの資材搬入に伴う輸送費の増加

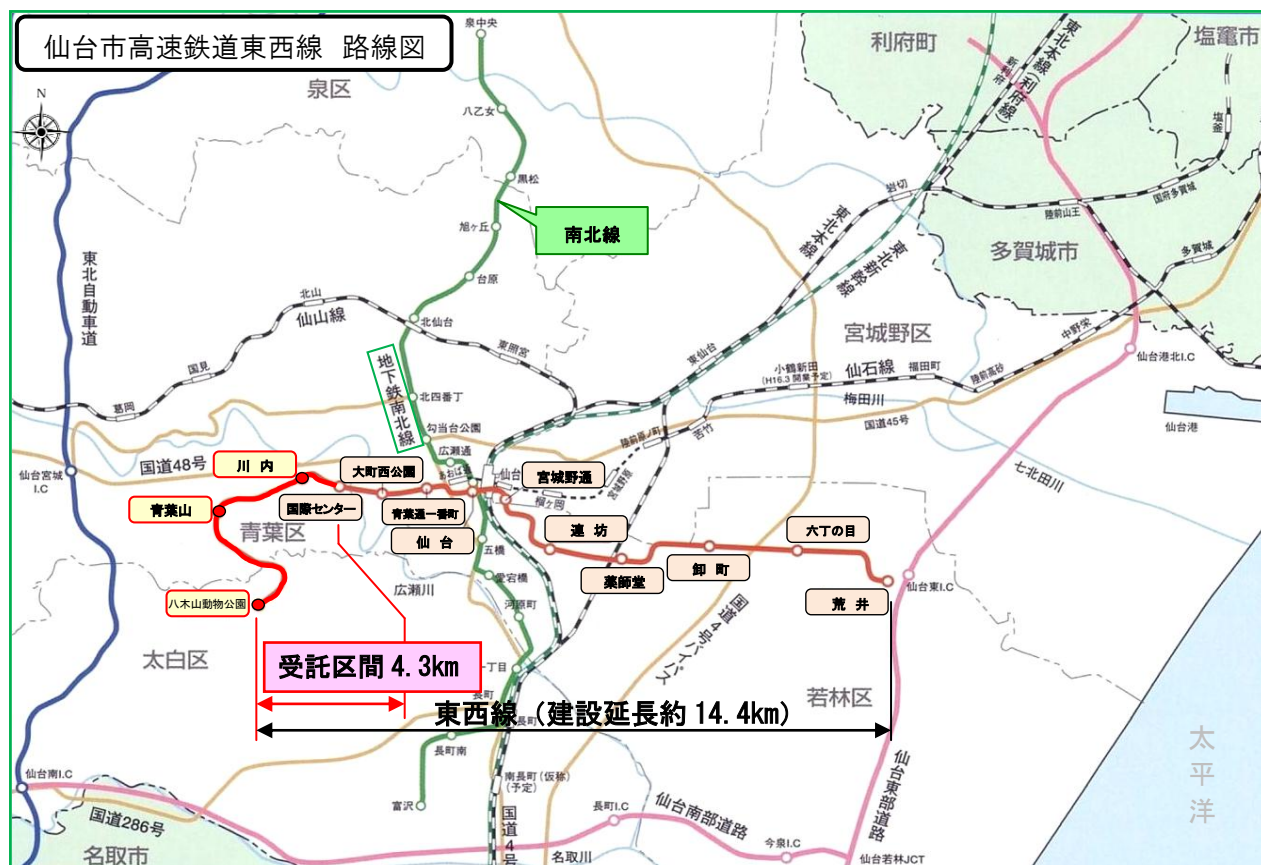
コスト増加額

- ・ 1.9 億円

仙台市高速鉄道東西線建設工事に係る コスト縮減の検証について

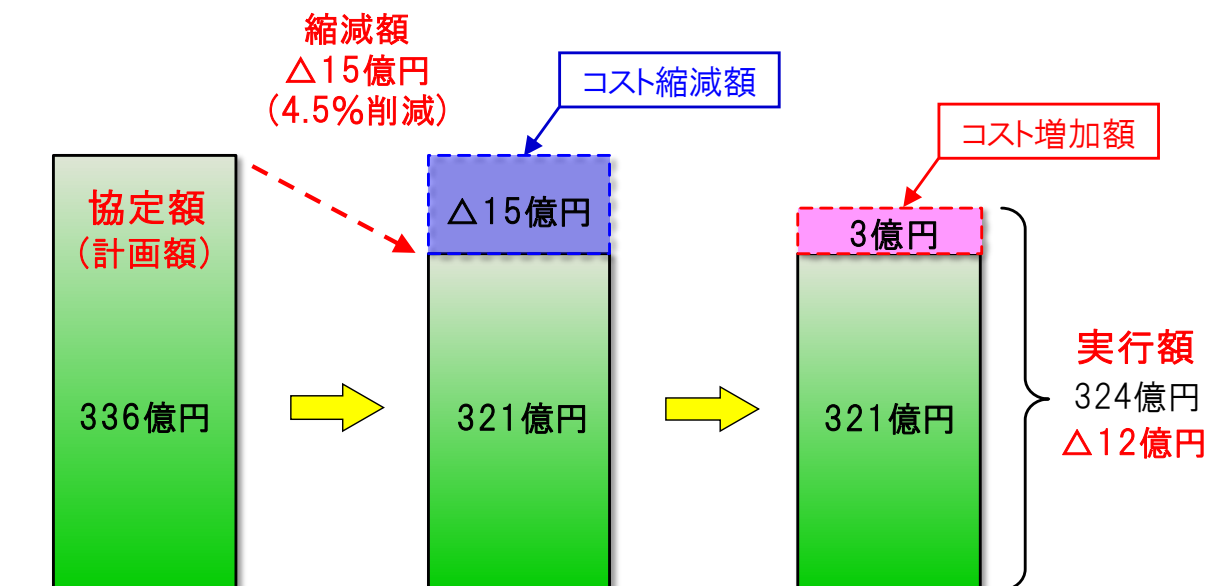
事業概要

受託工事の主な内容は、土木工事では NATM トンネル区間（約3.0km）、開削区間（3 地下駅及びトンネル：約1.2km）、橋りょう区間（約0.1km）とその区間の軌道敷設工事です。



仙台市高速鉄道東西線に係るコスト縮減

コスト縮減



当初、協定額は 336 億円でしたが、コストの縮減に努めた結果、15 億円のコスト縮減（縮減率：4.5%）を達成しました。

一方で、東日本大震災に伴う工事一時中止に要した費用によりコスト増加の費用が3億円となったため、最終的な建設費は 324 億円で、当初の協定額より 12 億円のコスト縮減となりました。

コスト縮減及び増加の主な項目

◆コスト縮減の主な項目

① NATMトンネル内空断面及び覆工厚の見直し・・・・・・・・	△9.0億円
② 駅部大断面区間トンネルを経済的な掘削工法に変更・・・	△0.7億円
③ 中間立坑部の平面形状と埋戻し方法の見直し・・・・・・	△1.1億円
④ 駅部躯体と電気機器室躯体の一体化・・・・・・・・・・	△1.2億円
⑤ 駅部柱列式地下連続壁の一部工法変更・・・・・・・・・・	△0.9億円
⑥ 長大橋りょうの側径間を桁式構造から土構造に変更・・	△1.3億円
⑦ 橋台・橋脚施工の仮栈橋の設置高さ変更・・・・・・・・	△0.8億円

コスト縮減額 合計 △15億円

◆コスト増加の主な項目

- ・ 東日本大震災に伴う増加・・・・・・・・・・・・・・・・ 3.0億円
（材料費及び労務費の高騰分、工事一時中止に伴う経費）

コスト縮減の主な項目

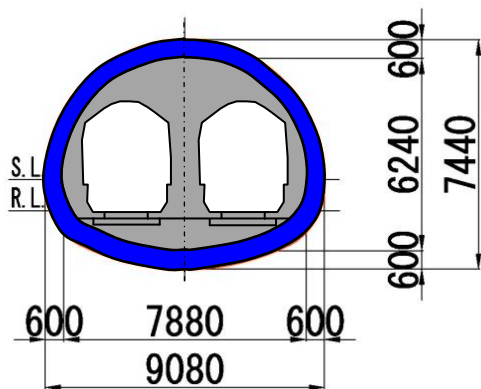
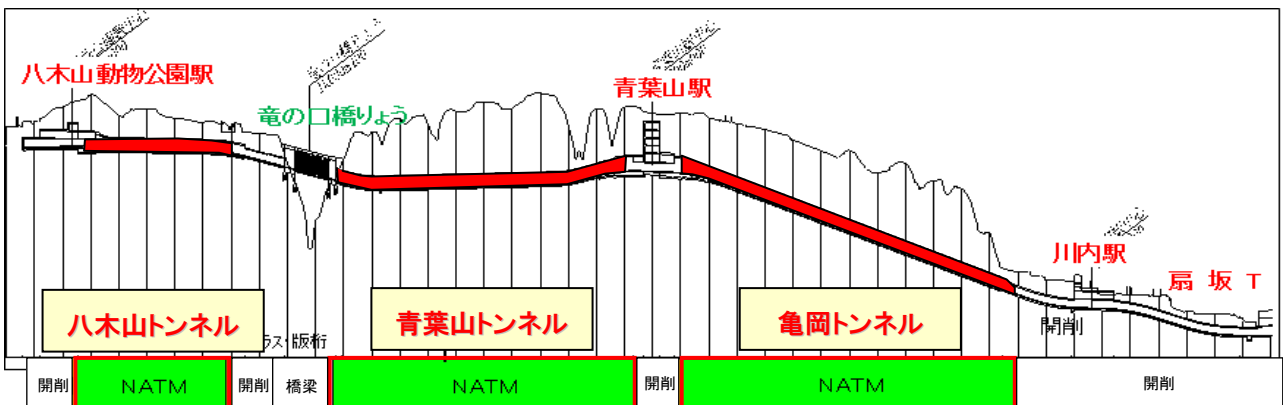
コスト縮減

NATM トンネル工事

コスト縮減項目①

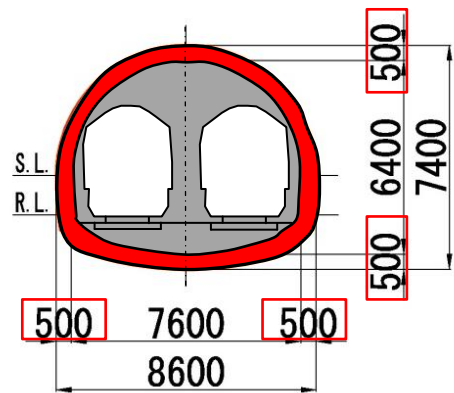
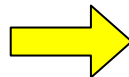
NATM トンネル内空断面及び覆工厚の見直し

- 掘削断面積 $66 \text{ m}^2 \Rightarrow 53 \text{ m}^2$ (約 20%)
- 覆工厚さ 60cm $\Rightarrow$ 50cm
- 対象工区 八木山トンネル、青葉山トンネル、亀岡トンネル



掘削断面積
 66 m^2

当初案



掘削断面積
 53 m^2

変更

(解説)

当初は、扁平であったトンネル断面を、鉄道車両の建築限界に近づけた省スペースな経済断面に見直した。これにより、NATM トンネルの掘削標準断面積を 66 m^2 から 53 m^2 (約 20%減) に縮小した。また、追加地質調査を行い、荷重等の設計条件を精査し、覆工巻厚を 60 cm から 50 cm に変更してコスト縮減を図った。

コスト縮減額 $\Delta 9.0$ 億円

コスト縮減の主な項目

コスト縮減

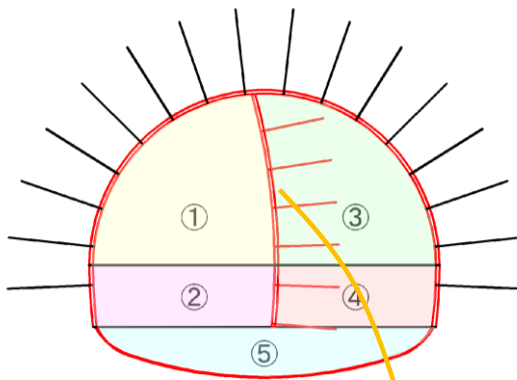
NATM トンネル工事

コスト縮減項目②

駅部大断面区間トンネルを経済的な掘削工法に変更

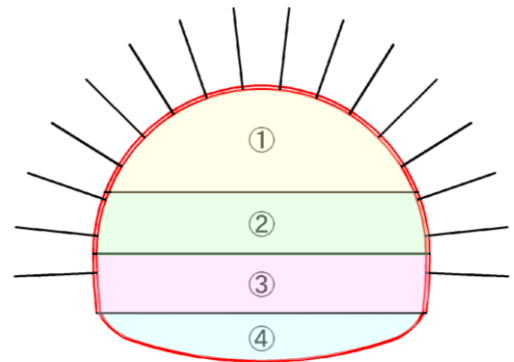
- 掘削工法を中壁分割工法から多段ベンチ工法に変更
- 対象工区 亀岡トンネル

中壁分割工法



当初案

多段ベンチ工法



変更

(解説)

当初は中壁分割工法で計画されていた掘削工法を、先行した同一地質の青葉山トンネルの掘削計測結果を活用して、経済性・施工性に優れた多段ベンチ工法に変更しコスト縮減を図った。

コスト縮減額 △0.7 億円

コスト削減の主な項目

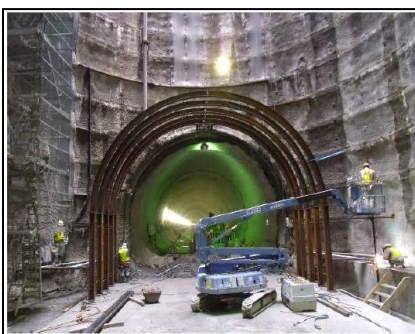
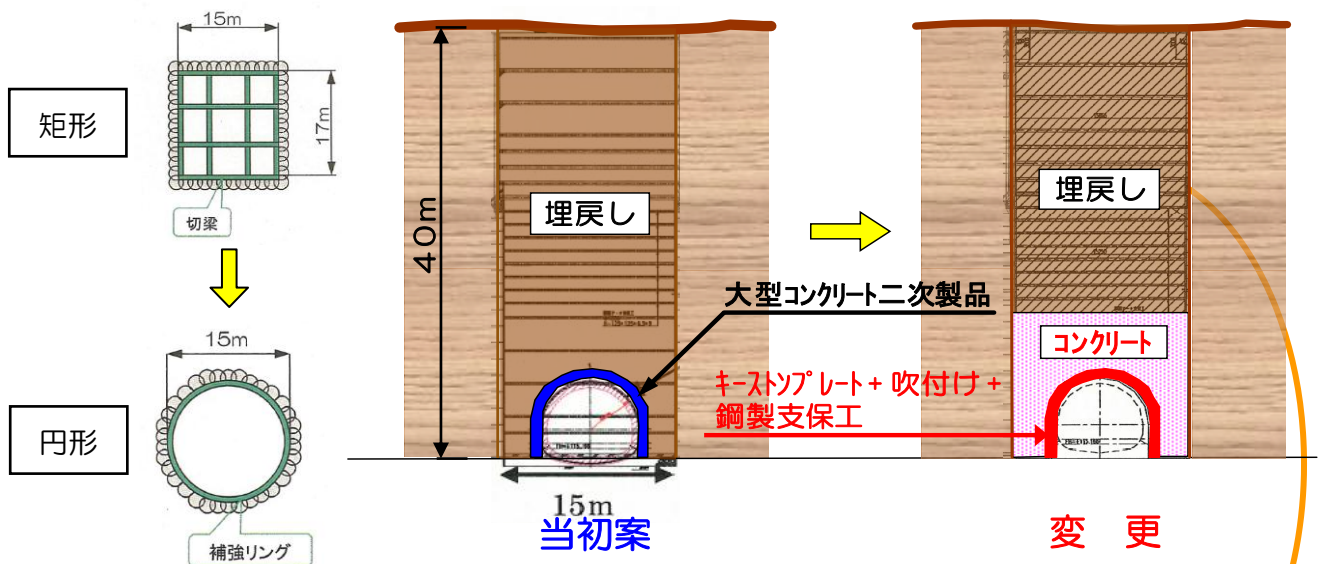
コスト削減

NATMトンネル工事

コスト削減項目③

中間立坑部の平面形状と埋戻し方法の見直し

- 一般的な矩形の立坑形状を円形に見直し、切梁コストを削減
- 中間立坑の埋戻し方法について、大型鉄筋コンクリート二次製品を用いた埋戻し方法から、現場打ちコンクリート併用した埋戻し方法に変更
- 対象工区 青葉山トンネル



鋼製支保工の建込み



キーストプレート+吹付け



円形立坑の埋戻し

(解説)

当初は、立坑部の平面形状が一般的な矩形であったが、施工性の向上と切梁コストを抑えるため、円形形状に見直した。また、立坑内本坑のアーチアクションの形成が課題であった埋戻し方法について、大型鉄筋コンクリート二次製品の使用を見直し、経済性及び施工性のよい鋼製支保工+キーストプレート+吹付コンクリート及びその上部に貧配合コンクリートを打設する方法に変更し、コスト削減を図った。

コスト削減額 △1.1億円

コスト縮減の主な項目

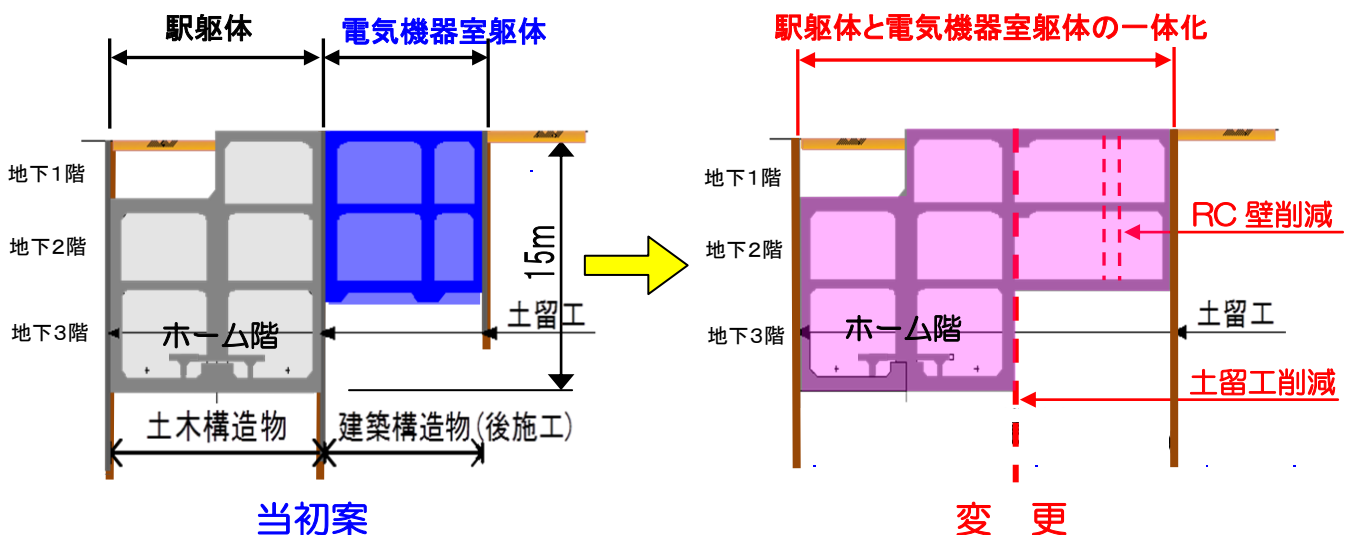
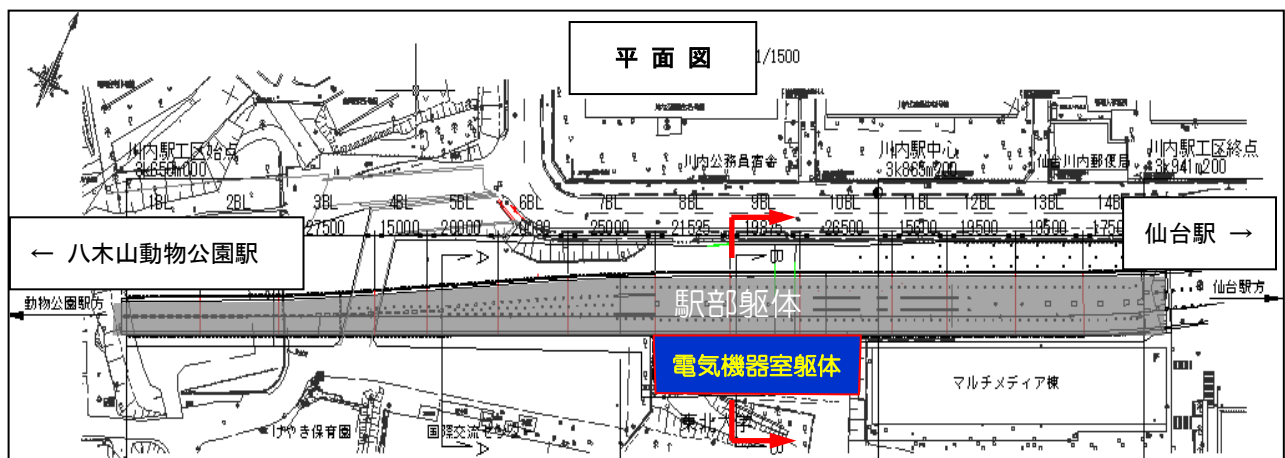
コスト縮減

駅部開削工事

コスト縮減項目④

駅部躯体と電気機器室躯体の一体化

- 電気機器室躯体施工時の土留め工が不用
- RC 壁を削減
- 対象工区 川内駅



(解説)

当初は、個別に計画していた駅躯体と電気機器室躯体の設計・施工を経済性および耐震性の向上を図るため、一体化する計画に見直した。これにより、掘削に伴う土留め工および RC 壁を不用とし、コスト縮減を図った。

コスト縮減額 △1.2 億円

コスト削減の主な項目

コスト削減

駅部開削工事

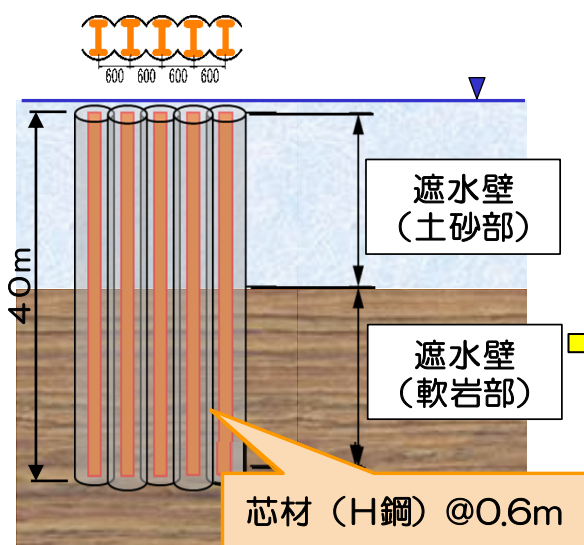
コスト削減項目⑤

駅部柱列式地下連続壁の一部工法変更

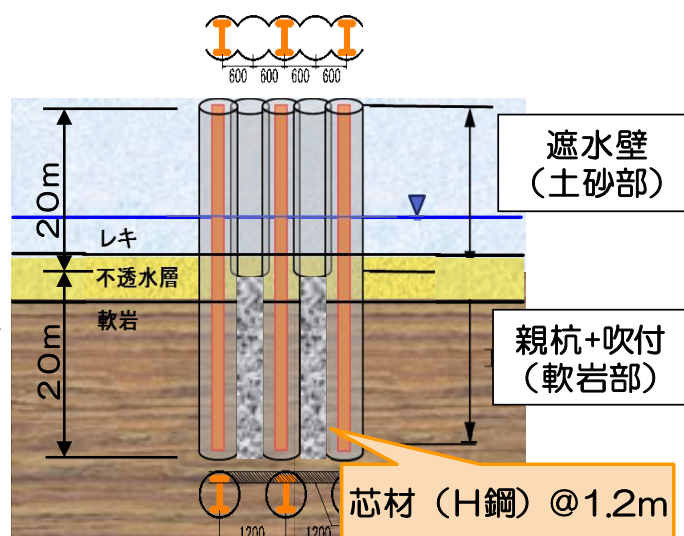
- 芯材（H鋼）を50%削減
- 不透水層以下の遮水壁を
親杭 + 吹付コンクリートに変更
- 対象工区 青葉山駅



親杭+吹付コンクリート



当初案



変更

(解説)

新たに地質調査を行った結果、掘削深中間付近に不透水層が確認され、その下層は、N値が高く地下水の滞留がないことが分かった。このため、鋼材の芯材間隔を当初の50%に見直し、かつ、全面遮水壁として計画していた柱列式地下連続壁方式を、不透水層以深については「親杭+吹付コンクリート方式」に変更して、コスト削減を図った。

コスト削減額 △0.9億円

コスト縮減の主な項目

コスト縮減

橋りょう工事

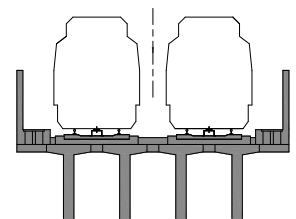
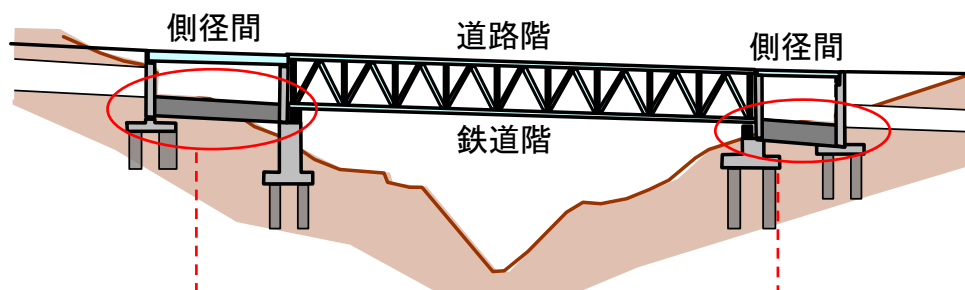
コスト縮減項目⑥

長大橋りょうの側径間を桁式構造から土構造に変更

- 鉄道階側径間を桁式構造（PC桁）から土構造に変更
- 橋台・橋脚の基礎杭及び桁支承が不用
- 対象工区 竜の口橋りょう

八木山トンネル側

青葉山トンネル側

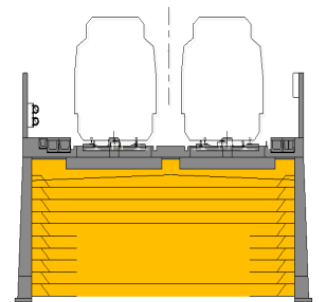
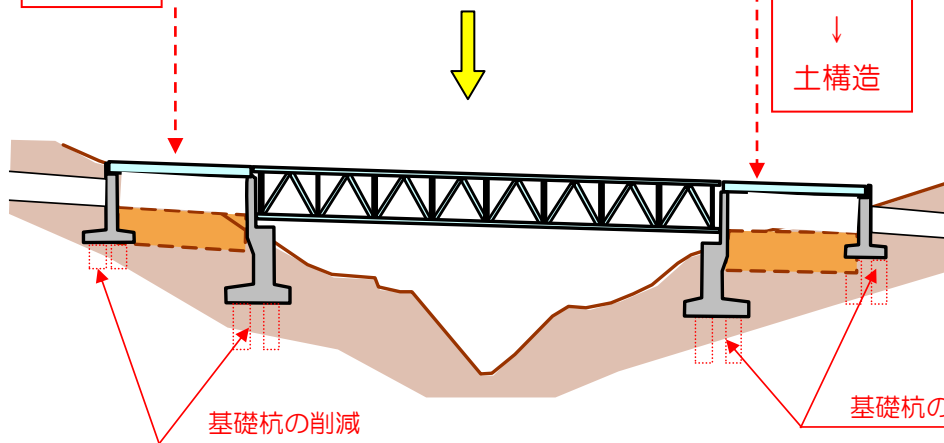


桁式構造断面図

PC桁
↓
土構造

当初案

PC桁
↓
土構造



土構造断面図

変更

（解説）

当初、竜の口橋りょうの側径間はPC桁式構造および基礎杭の構築で計画していた。しかし、施工に際し現地盤の追加地質調査を行い精査した結果、支持層が浅いことが確認されたため、桁式構造を土構造に見直した。これに伴い、橋台・橋脚のスリム化と基礎杭、桁の支承、支承部等の検査用通路を不用とし、コスト縮減を図った。

コスト縮減額 △1.3億円

コスト削減の主な項目

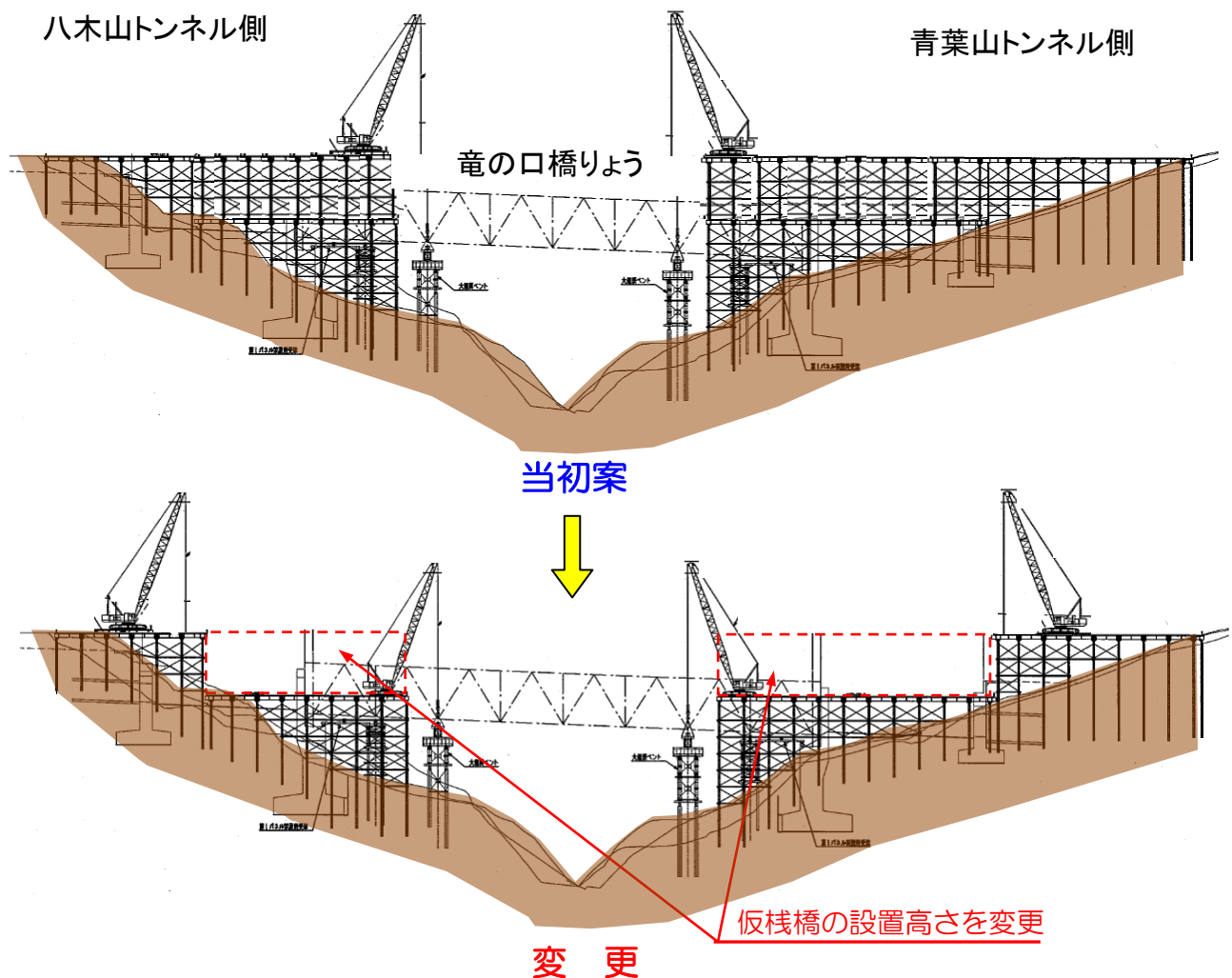
コスト削減

橋りょう工事

コスト削減項目⑦

橋台・橋脚施工の仮栈橋の設置高さ変更

- 現地の地形及び施工性を考慮し、仮栈橋の高さ変更
- 対象工区 竜の口橋りょう



(解説)

当初は、橋脚施工や桁架設における大型クレーンの動線を考慮し、仮栈橋形状を1段構造としていた。しかし、現地地形条件の精査と施工計画を再検討した結果、段差構造としても施工性が確保できると判断し、上段・下段の2段構造に変更した。これに伴い、鋼材仮設・撤去数量を削減し、コスト削減を図った。

コスト削減額 △0.8億円

鉄道工事受託審議委員会 委員名簿

(敬称略)

委員長	杉 山 武 彦	成城大学社会イノベーション学部教授
委 員	足 立 紀 尚	一般財団法人地域地盤環境研究所代表
	飯 島 英 胤	東レ株式会社特別顧問
	入 江 健 二	東京地下鉄株式会社常務取締役
	大 藪 卓 也	公認会計士・税理士
	松 橋 功	株式会社ジェイティービー相談役
	武 藤 泰 明	早稲田大学スポーツ科学学術院教授
	山 内 喜 明	弁護士