

2.3 導入空間変更等によるコスト縮減方策の検討

(1) 沖縄自動車道活用の検討

鉄軌道は専用的な空間の確保が必要となるが、特に、中南部都市圏においては都市集積が地方中枢都市並であり、新たな導入空間の確保は容易ではない。このため、他の公共空間の共同利用の視点から、既存ストックである沖縄自動車道の活用もひとつの方策と考えられる。

1) 沖縄自動車道の施設状況

沖縄自動車道の概要と主要諸元を以下に示す。

表 2-8 沖縄自動車道の概要と主要諸元

項目	概要・諸元	備考
路線名称	沖縄自動車道	
道路種別	第1種第2級	高速自動車国道
開通年月	1975年5月	石川IC～許田IC
区間(起点～終点)	那覇IC(那覇市)～許田IC(名護市)	
路線延長	57.3km	
車線数	片側2車線(往復4車線)	
最高速度	80km/h	
最小曲線半径	430m(本線)	
最急勾配	4.5%(本線)	
ジャンクション JCT	1箇所	西原 JCT
インターチェンジ IC	11箇所	喜舎場 SmartIC
サービスエリア SA	1箇所	伊芸 SA
パーキングエリア PA	1箇所	中城 PA
高速バス停 BS	11箇所	

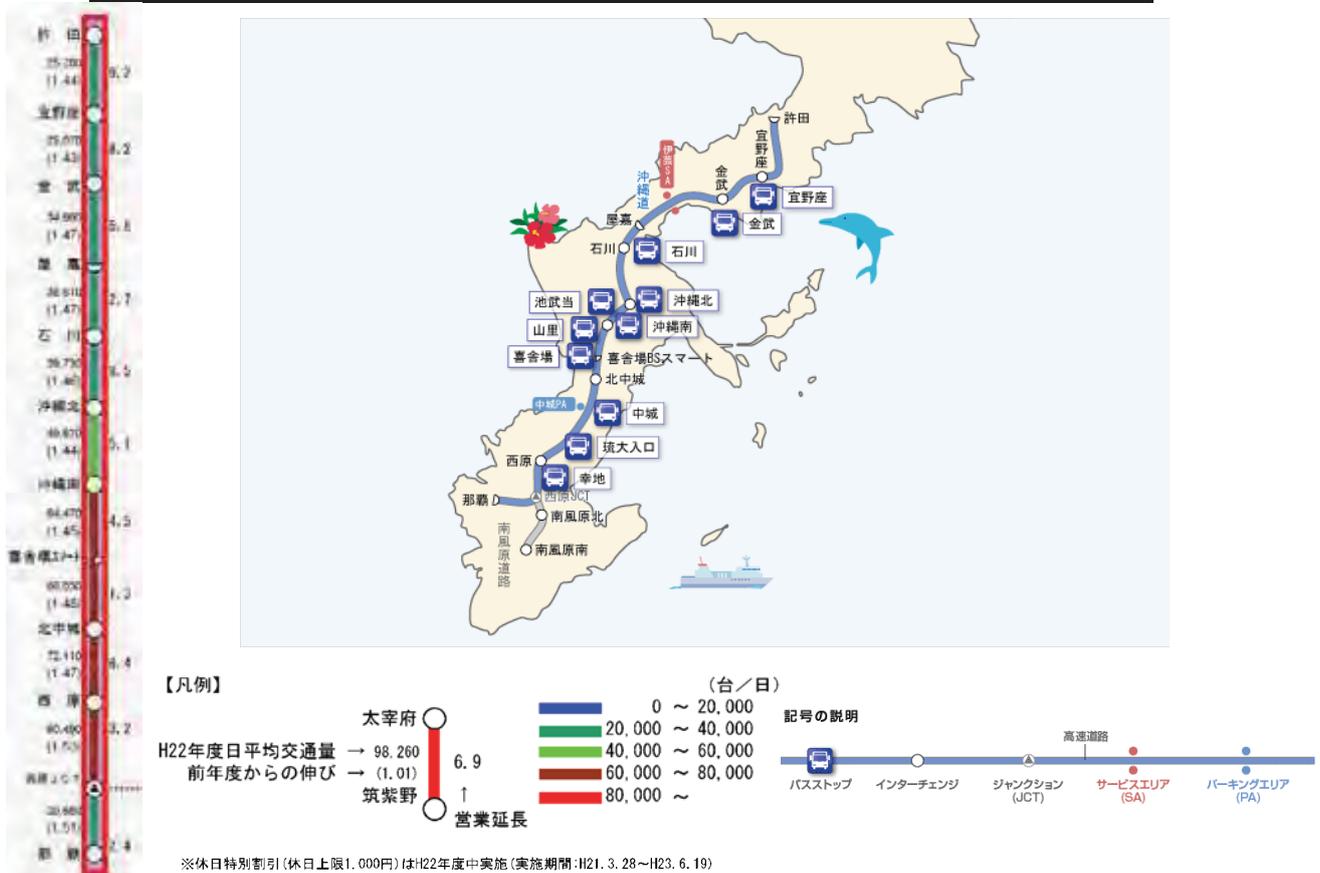


図 2-16 沖縄自動車道の路線図及び日平均交通量

出典：NEXCO 西日本HP

2) 路線計画及び導入空間等の検討方針

【鉄軌道導入区間】

糸満～名護 ※糸満～新都心及び許田～名護はケース 1R・1T(基本ルート)とする。

【沖縄自動車道活用区間】

那覇 IC～許田 IC

【単線・複線別】

全線複線

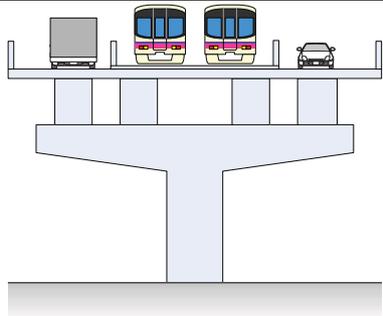
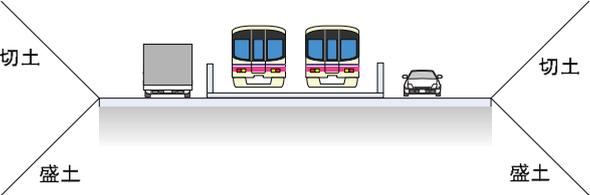
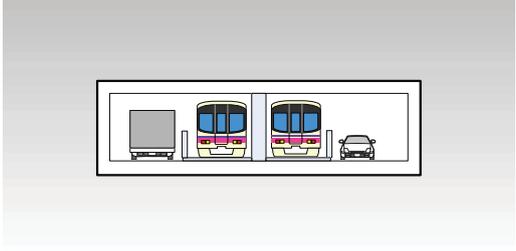
【導入空間】

- 現在の沖縄自動車道の路面空間を活用する(トンネル区間は除く)。
- 交通容量確保のための新たな道路拡幅(駅部や付加追い越し車線は除く)は考慮しない。
- 沖縄自動車道の現アクセスサービスは同水準とし、既存インターチェンジとの接続は確保する。
- インターチェンジ及びバスストップの接続箇所との自動車動線確保のため、鉄軌道の導入空間は自動車道中央部を基本とする。
- 施工期間中及び鉄軌道供用後は、上下片側 1 車線の通行とする。
※ (なお、上部空間への導入ケースは参考資料の「B.沖縄自動車道の上部空間に鉄軌道を導入した場合の検討」を参照)

【駅位置】

- 既存のインターチェンジ IC、高速バス停 BS、サービスエリア SA・パーキングエリア PA、幹線道路との交差部等を基本とする。
- マイカーやフィーダー交通との結節となる施設(P&R駐車場やバスターミナル等)の用地確保が容易な場所であること。
- 駅周辺に集落や商業施設等があり、一定程度の需要が見込める場所であること。
- コスト縮減につながる可能性があること。

表 2-9 沖縄自動車道への鉄軌道導入イメージ

高架・橋梁構造	
切土・盛土構造	
トンネル構造	

3) 鉄軌道と沖縄自動車道(道路構造令)の幾何構造の比較

鉄道及びトラムトレインと沖縄自動車道（道路構造令※）の幾何構造を比較すると、以下に示す通りとなる。曲線半径については、最高速度を抑制することにより対応することができるが、こう配については、駅（停留所）の設置に制約が生じる。

※ 道路構造令（昭和 45 年 10 月 29 日政令第 320 号）は、道路法第 30 条第 1 項及び第 2 項の規定に基づき、道路を新設し、または改築する場合における道路の構造の一般的技術的基準を定めた政令。

表 2-10 鉄軌道と沖縄自動車道（道路構造令）の幾何構造の比較

項目	鉄道	トラムトレイン	沖縄自動車道 道路構造令(第1種第2級)
最高速度	130km/h	【専用区間】100km/h 【併用区間】40km/h	100km/h(やむを得ない場合 80km/h)
最小曲線半径 (R)	【一般部】160m ※1 130km/h:1,000m 以上 100km/h:500m 以上 【駅 部】400m	【一般部】20m ※2 【停留場部】直線	430m(現況値) 【100km/h】460m(やむを得ない場合 380m) 【80km/h】280m(やむを得ない場合 230m)
最急こう配	【一般部】35‰ ※3 【駅 部】10‰	【一般部】40‰ ※4 (特殊な箇所では 67‰) ※4 【停留場部】10‰ ※4	4.5%(現況値) 【100km/h】3%(6%) 【80km/h】4%(7%)
縦曲線半径 (VCR)	平面曲線半径 800m 以上:3,000m (やむを得ない場合 2,000m) 平面曲線半径 800m 未満:4,000m (やむを得ない場合 3,000m)	【凸形曲線】800m 以上 ※5 【凹形曲線】2,200m 以上 ※5	【100km/h】凸形曲線:6,500m 以上 凹形曲線:3,000m 以上 【80km/h】凸形曲線:3,000m 以上 凹形曲線:2,000m 以上
緩和曲線	3次放物線・サイン半波長曲線 クロノイド曲線	3次放物線・クロノイド曲線	クロノイド曲線
建築限界 (高さ)	4.7m ※6	4.2m ※5	4.5m (4.7m ※オーバーレイ含む)

- ※1 『鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準（平成 16 年 3 月 8 日国鉄技第 157 号）』（鉄道事業者が実施基準を定める場合の目安）では 160m とされている。
- ※2 軌道建設規程（大正 12 年 12 月 29 日内務省・鉄道省令第 1 号）では 11m とされているが、低床車の仕様では概ね 12~18m が最小回転半径とされている。
- ※3 『鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準（平成 16 年 3 月 8 日国鉄技第 157 号）』（鉄道事業者が実施基準を定める場合の目安）では列車の走行区域における最急こう配は 35‰（リニアインダクションモーター推進方式による列車のみ運転する線路においては 60‰）とされている。
- ※4 軌道建設規程（大正 12 年 12 月 29 日内務省・鉄道省令第 1 号）に定められた値と同じ。
- ※5 富山地方鉄道の事例を参考とした。
- ※6 東京メトロ副都心線の縮小限界を参考とした。

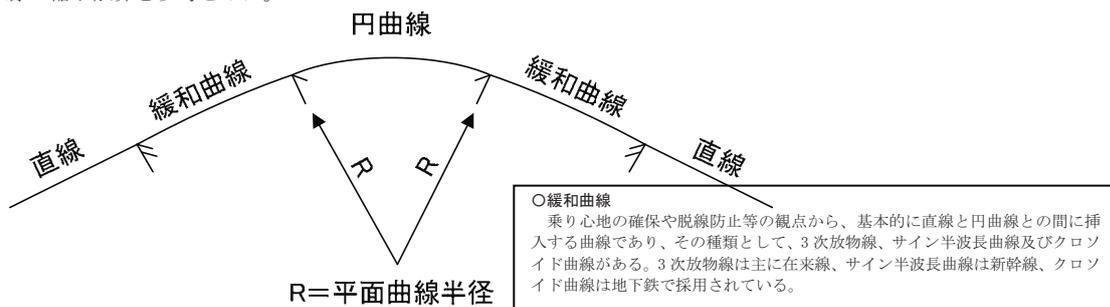


図 2-17 平面線形のイメージ

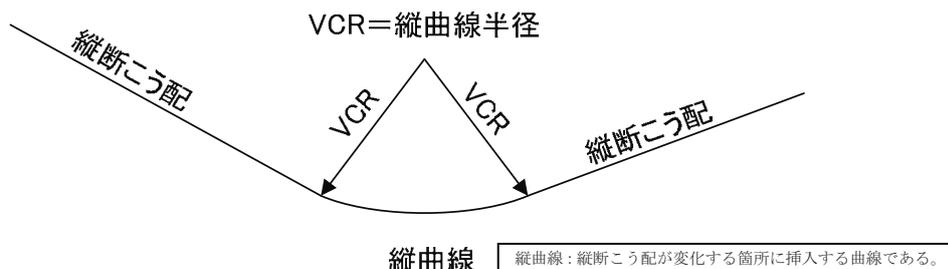


図 2-18 縦断線形のイメージ

4) 導入空間の検討

①. 検討における前提条件

【現行の沖縄自動車道の設計条件】

- 道路区分 第1種第2級(全線平均交通量 32,000 台/日 地形条件(山地部)より)
- 設計速度 100km/h
- 車線数 4



【鉄軌道導入時の沖縄自動車道の設計条件】

- 道路区分 第1種第3級(設計基準交通量 14,000 台/日未満に需要転換)
- 設計速度 80km/h
- 車線数 2

※道路区分は、地形の状況その他の特別の理由によりやむを得ない場合における1級下の級に区分する特例を採用

②. 標準横断幅員の設定

【車道幅員の設定】

車道幅員 6.0m = 車線幅員 3.5m + 左側路肩 1.75m + 右側路肩 0.75m

- 第1種第3級の規定幅員により設定する。

※左側路肩幅員は、大型車両が少ない(平均大型車混入率 9.8% H22 センサス値)ため特例値を採用

【安全施設の設置空間の確保】

- 鉄軌道敷と自動車走行空間を分離構造とし、幅員 0.5m の安全施設(防護壁)の設置空間を確保する。

【鉄軌道の保守・避難用通路】

- 鉄軌道の保守・避難用通路は、上下線の中央に設けるものとし、その空間は、幅 0.7m、高さ 2.0m とする。

③. 供用後のサービス水準確保

【付加追越車線の設置】

- 供用後のサービス水準確保の観点から、6~10km ごとに延長 1.0~1.5km (標準)の付加追越車線を設置する。付加追越車線の設置区間は、標準横断幅員に1車線分の幅員(3.5m)が必要となる。

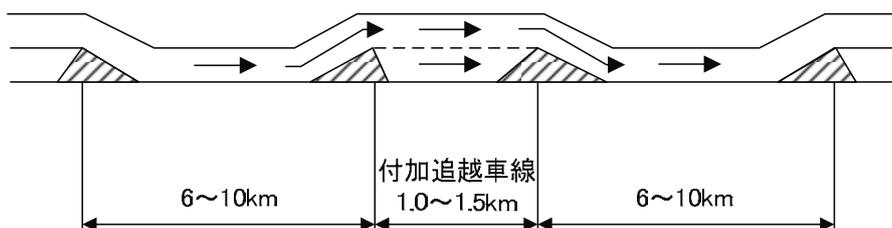
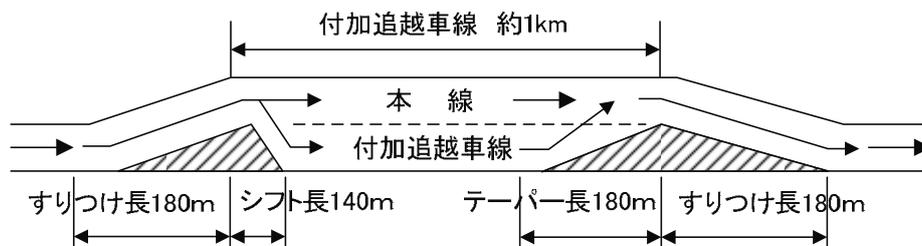


図 2-19 付加追越車線の設置間隔及び延長



○すりつけ長
付加追越車線を設置するために、車線の横方向の移動に必要なすりつけ長さ
▶設計速度 80km/h の場合 (すりつけ率 1/50) 横方向移動量 3.5m/すりつけ率 1/50=175m≒180m

○シフト長
本線から付加追越車線への横方向の移動に必要なシフト長さ
▶設計速度 80km/h の場合 (最小長 85m) 設計速度 80km/h×横方向移動量 3.5m/2=140m

○テーパ長 (付加追越車線のすりつけ)
付加追越車線から本線への横方向の移動 (合流機会) に必要な長さ
▶上記のすりつけ長と同じ
根拠資料：道路構造令の解説と運用 H16.2 日本道路協会
設計要領 第四集 幾何構造編 H19.8 高速道路株式会社

図 2-20 付加追越車線の概念図

【付加追越車線の設置候補箇所】

- 既存の IC 及び JCT に影響しない区間とする。
- 沿道用地を勘案し、住宅地が隣接していない区間とする。

④. 鉄道軌道を導入した場合の標準断面図

鉄軌道を導入した場合の標準断面図を図 2-23 及び図 2-24 に示す。鉄道、トラムトレインともに、山岳トンネル (喜舎場トンネル) を除いて、概ね必要幅員 (1.75m (左側路肩) +3.5m (車道) +0.75m (右側路肩)) を確保することができる。このため、山岳トンネル (喜舎場トンネル) においては、別ルートとする必要がある。

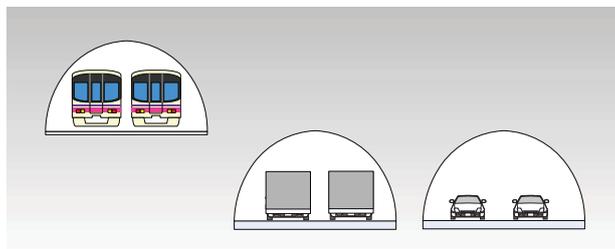


図 2-21 山岳トンネルの鉄軌道導入イメージ

また、ボックストンネル区間においては、建築限界を東京メトロ副都心線並の 4.7m とすることで導入可能となる。

⑤. 最急勾配の考え方

沖縄自動車道は、鉄道の一般的な最急勾配 35‰ (3.5%) を上回る 4.0~4.5% の勾配区間が数カ所あるが、本計画にあたっては、国内の特認事例を考慮して 45‰ (4.5%) まで許容する。

また、駅部の勾配についても 10‰ (1.0%) 以下が一般的な基準となっているが、同様に国内の特認事例を考慮して、20‰ (2.0%) まで許容する。

5) 運行計画

所要時間については、鉄道の場合、駅数が減るため約2分短縮となる。一方、トラムトレインについては、普天間飛行場付近及び沖縄市街地区間の地平区間（最高速度40km/h）がなくなることから、約14分短縮した。

表 2-11 運行計画の比較

システム	鉄 道		トラムトレイン	
	糸満～名護		糸満～名護	
区 間	糸満～名護		糸満～名護	
ケース	ケース 1R	ケース 6R	ケース 1T	ケース 6T
ルート	うるま・パイプ	沖縄自動車道	うるま・パイプ	沖縄自動車道
延 長	約 70.0km	約 78.3km	約 77.3km	約 78.6km
単線・複線別	全線複線	全線複線	全線複線	全線複線
駅 数	30 駅	28 駅	41 駅	32 駅
平均駅間距離	約 2.7km	約 2.9km	約 1.9km	約 2.5km
運行本数	6 本/時	6 本/時	6 本/時	6 本/時
所要時間(快速)	約 66 分	約 64 分	—	—
所要時間(各停)	約 87 分	約 85 分	約 122 分	約 108 分

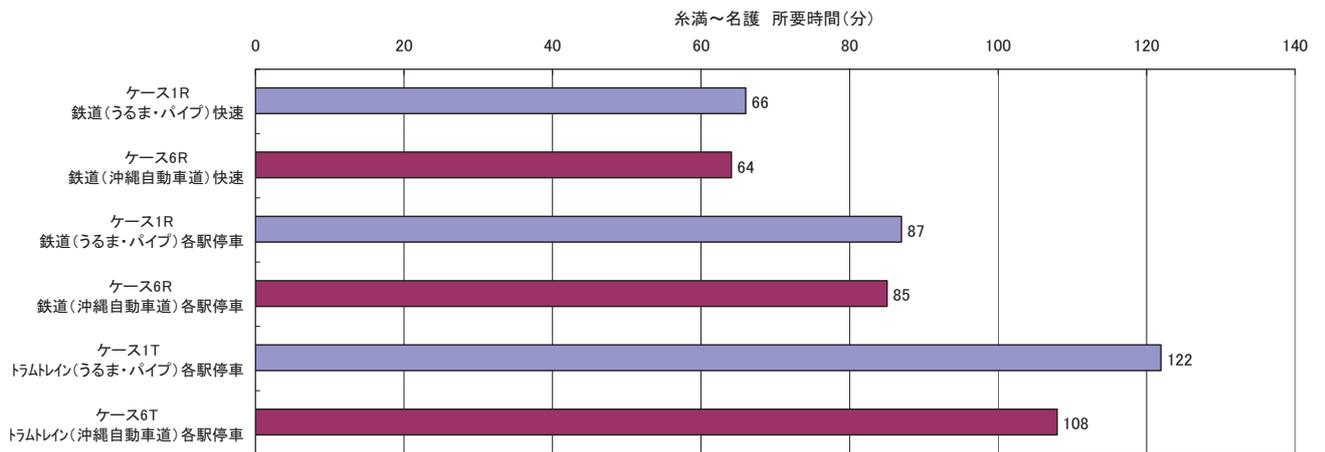


図 2-22 所要時間の比較（沖縄自動車道活用）

標準横断面図

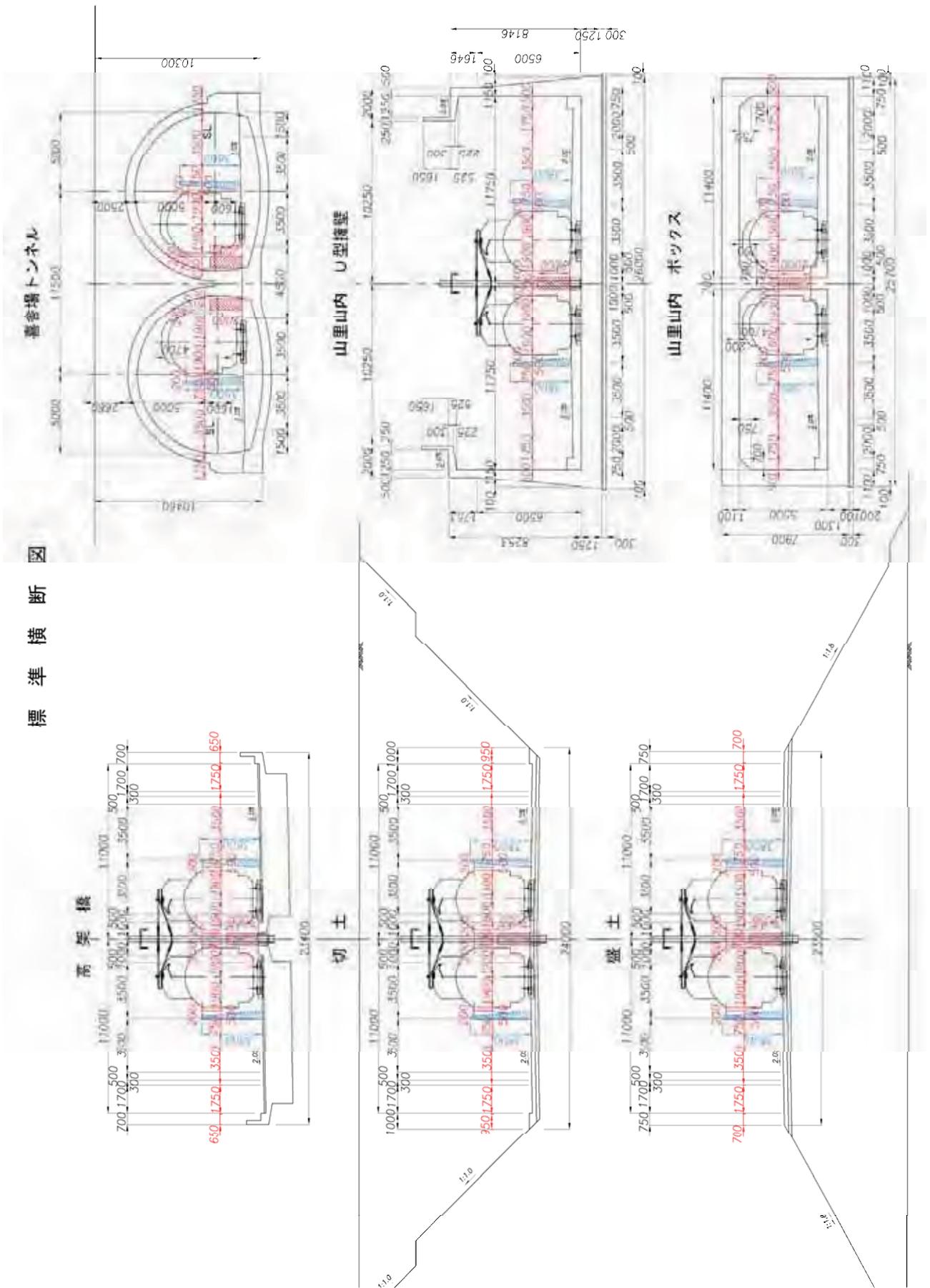


図 2-23 鉄道を導入した場合の標準横断面図

標準横断面図

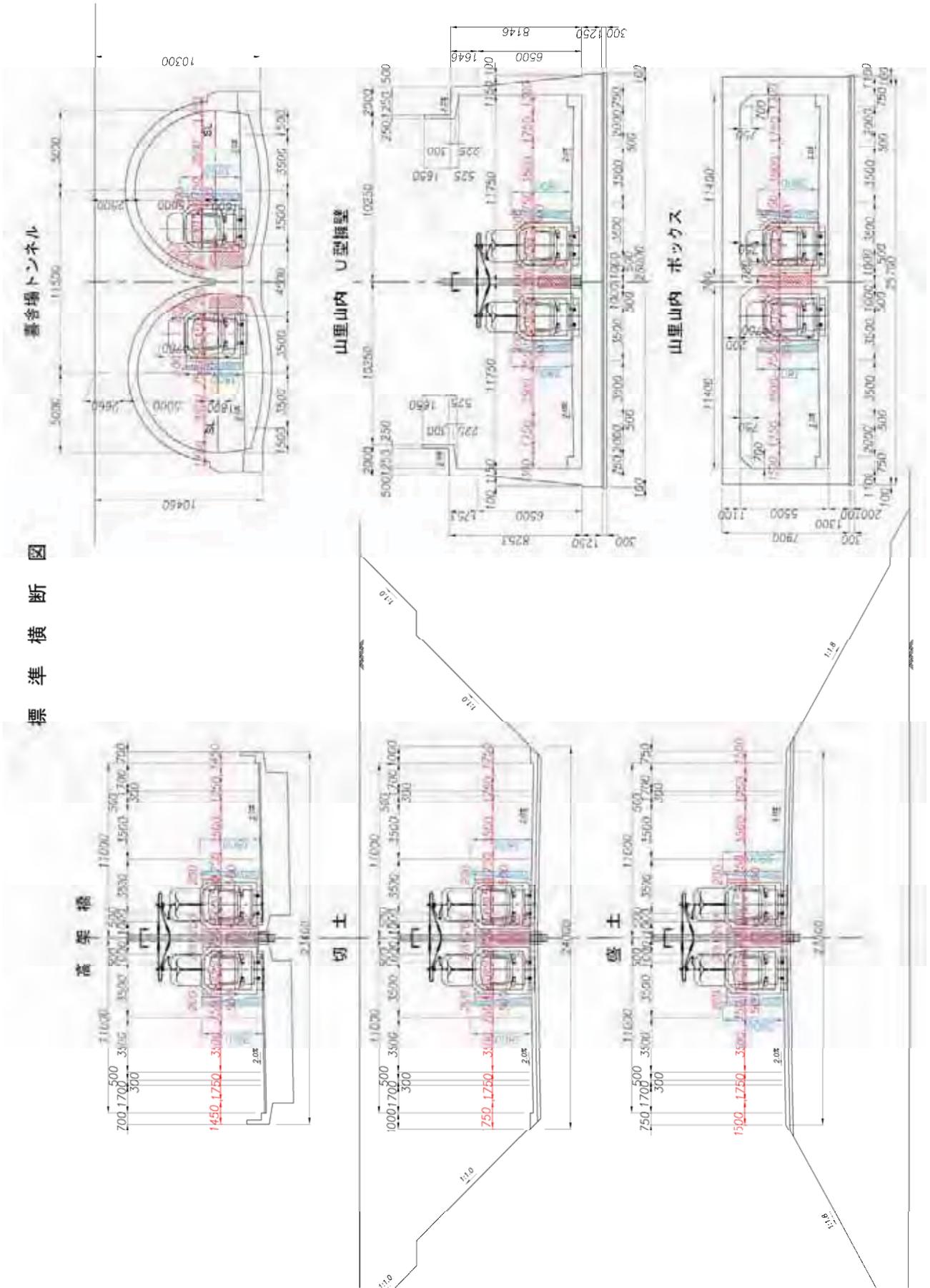


図 2-24 トラムトレインを導入した場合の標準横断面図

6) 想定される補強工事の内容

道路橋と鉄道橋の設計荷重や耐震設計の相違項目を踏まえて、道路橋に鉄軌道を導入するにあたって、想定される補強項目は以下の通りである。

表 2-12 道路橋に鉄軌道を導入するにあたっての想定される補強項目

相違項目	解説	補強項目
活荷重 (鉄道>道路)	活荷重は、力学における荷重の一つで、一定の場所に留まらないもの、大きさが一定しないものを指す。橋梁等の構造物においては、自動車や列車のように構造物上を移動する車両重量がこれに相当する。	上部工については、橋梁等の桁高の増加や増し桁等、下部工については、支承部(上部工と下部工の間に設置する部材、杓ともいう)の取替えや増し杭、地盤改良等が考えられる。
たわみ (鉄道<道路)	橋梁等が活荷重などの作用によって湾曲した際、荷重を受ける前後の直角方向の変位量をたわみという。	上部工については、橋梁等の桁高の増加や増し桁等が必要である。
地震時慣性力 (鉄道>>道路)	地震が起こったとき、構造物は地震動の方向と逆方向に慣性力を受ける。この慣性力を地震時慣性力という。	上部工については、免震化や支承部の取替え、桁座(杓座)の拡幅、ダンパー(上部工と下部工を繋ぐ装置)の設置等、下部工については、躯体の巻き立て工(RC、鋼板、繊維シート等)や躯体の増厚、増し杭、地盤改良等が必要である。
地震時走行安全性 〔 鉄道:あり 道路:なし 〕	鉄道構造物の設計においては、L1地震動(中規模の地震で、その構造物の耐用年数中に一度以上は受ける可能性が高い地震動)に対して構造物の変位を走行安全上定まる一定値以内に留めることとなっている。 <small>(鉄道構造物等設計標準・同解説(変位制限)平成16年2月)</small>	上部工については、桁連結工(桁どうしを連結する)、下部工については、躯体の増厚や増し杭、地盤改良等が必要である。
周辺環境への影響	騒音や振動等の周辺環境への影響を低減することが必要である。	防音壁や吸音板の設置、ロングレール化(レールを溶接等で接ぎ継ぎ目をなくすこと)等が必要である。

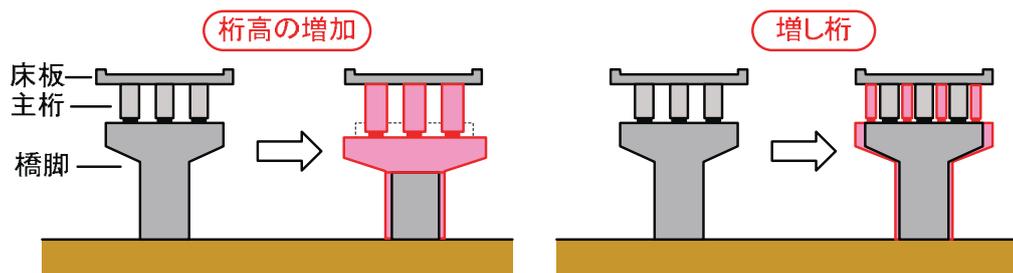


図 2-25 補強項目等の説明図(その1)

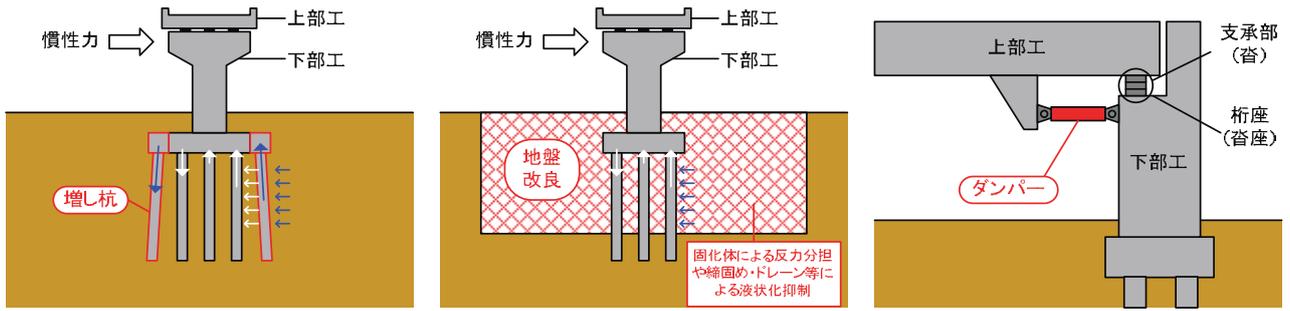


図 2-26 補強項目等の説明図（その 2）

7) 概算事業費の算出

沖縄自動車道の路面空間に導入した場合、鉄道については約 6,100 億円となり、ケース 1R（うるま・パイプ）と比較して、約 2,400 億円低減し、キロ当たりでは約 77 億円となった。

一方、トラムトレインについては約 4,100 億円となり、ケース 1T（うるま・パイプ）と比較して、約 1,400 億円低減し、キロ当たりでは約 52 億円となった。鉄道、トラムトレインともに、沖縄自動車道の路面空間に導入することで、土木工事費及び用地費が大幅に低減した。

なお、この概算事業費には、鉄軌道用の路盤整備の他、駅部での拡幅や高架橋・橋梁補強、高速道路防護壁、付加追越車線、橋上駅舎・連絡通路等の整備費が含まれている。

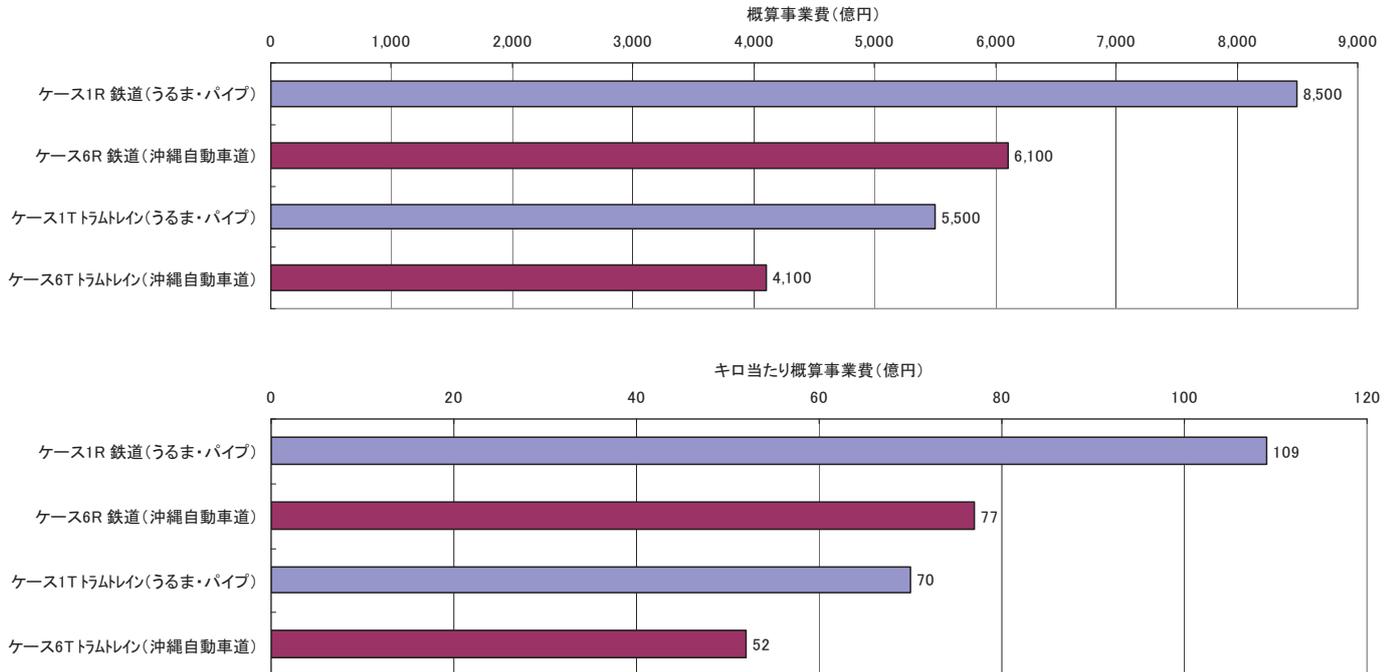


図 2-27 概算事業費の比較（沖縄自動車道活用）

8) 道路交通等への影響

沖縄自動車道の本来の整備目的を鑑みると、鉄軌道空間を確保するために車線数を減少させての2車線運用は、長距離トリップを担う道路としての機能（速度サービス含む）を著しく低下させることとなり、沖縄自動車道だけでなく、他の道路での渋滞の発生要因となり、今後、大幅な道路整備が図られない限り年間数百億円オーダーの渋滞損失が生じると見込まれた。これらの渋滞発生により、将来においても円滑な物や人の動きの確保が困難と見込まれ、地域や社会全体へ様々な影響を与えることが想定される。

(2) 構造変更や基地跡地活用の検討

1) 検討方針

①. 国道 58 号への導入(地下から高架方式への変更)

中南部都市圏は、高密度な市街地が形成されていることから、基本的に地下構造（道路下空間への導入）を採用しているが、コストが割高で事業採算性の確保の足かせとなっている。高架構造では、コスト縮減化だけでなく、車窓からの景色や解放感など乗車時の快適性向上などが期待される。

したがって、起伏が激しいパイプラインとは別に、広幅員道路でかつ比較的平坦な地形を通過する国道 58 号にモデルルートを変更して導入（高架構造で導入）した場合について検討を行った。なお、トラムトレインについては、奥武山公園付近から新都心付近にかけて地平構造（路面走行）としており、地下構造の割合が低いことから、本年度は検討を行っていない。

②. 返還予定の米軍用地の活用(地平方式での導入)

道路空間への導入は地下構造または高架構造となるため、コストが割高である。近年では、踏切の新設は極めて困難と考えられるが、一方では、『鉄道に関する技術上の基準を定める省令』※の中で、交通量が少ない場合または地形上等の理由によりやむを得ない場合は、踏切を設置することも許されている。

このため、日米合意において、普天間飛行場をはじめとして嘉手納以南の米軍用地が返還される予定であることから、返還予定の米軍用地を積極的に活用するとともに、コスト縮減の観点から、地平構造での導入について検討を行った。

※鉄道に関する技術上の基準を定める省令（平成 13 年 12 月 25 日国土交通省令第 151 号）



出典：沖縄県HP

2) ルート概要と検討結果

ルートの概要と検討結果を以下に示す。

表 2-13 ルートの概要と検討結果

区間	糸満～名護（うるま・58号）
路線延長	77.9km
システム	鉄道
単線・複線別	全線複線
所要時間	快速:約66分 各駅停車:約89分
前提条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 普天間飛行場をはじめとする嘉手納以南の米軍基地は返還され、鉄軌道導入時には、既に土地の造成等が完了しているものとして計画した。
主な変更点 (ケース1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 奥武山公園付近から国道58号にルート変更し、高架構造とした。 ● 牧港補給地区付近は、米軍基地内を地平構造で導入し、2駅を地平駅の橋上駅舎とした。 ● 牧港補給地区付近から大謝名付近までは国道58号をルートとした。 ● 普天間飛行場付近は、地平構造で導入し、普天間飛行場駅は地平駅の橋上駅舎とした。(高架構造から地平構造に変更) ● 普天間からライカムにかけては、米軍基地内を地平構造で導入した。(盛土構造から地平構造に変更)
概算事業費	<p>約7,700億円(キロ当たり約98億円)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 国道58号にルート変更し、地下構造から高架構造、米軍基地内を地平構造とすることで、概算事業費は約7,700億円となり、ケース1R(うるま・パイプ)より約800億円低減した。 ● コスト縮減の大半は、土木費の低減によるものである。

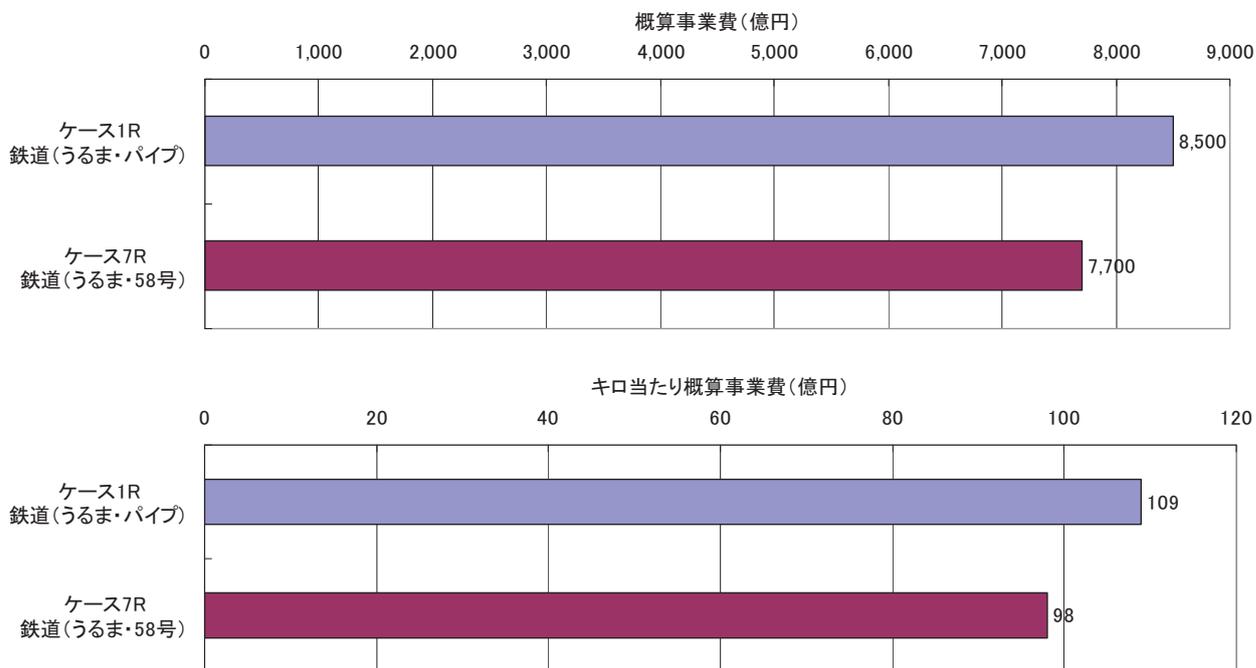


図 2-29 概算事業費の比較（構造変更・基地跡地活用）

3) 構造変更や基地跡地活用の課題

米軍基地跡地への地平構造での導入には、交差道路の立体化や踏切設置等、まちづくりや道路計画等の観点から課題がある。