

地下空間の有用性評価指標確立への試み ATTEMPT OF EVALUATION OF EFFECTIVE USE INDEX FOR UNDERGROUND SPACE

小野寺 広和¹・清木 隆文²・西川 和良³・村田 哲哉⁴

Hiroo ONODERA・Takafumi SEIKI・Kazuyoshi NISHIKAWA・Tetsuya MURATA

Recently, infrastructure such as underpass road is likely to construct in underground instead on the ground even though its high cost. This study aims to establish an index to evaluate the usefulness of underground space. It will be criteria to do that and be helpful to decide whether an infrastructure constructs on the ground or underground. The authors select three projects of underground roads which provide decision constructing whether on the ground, on elevated bridge and underground based on public involvement. And they considered the reason made a decision and tried to extract the decision way. Those show that special opportunity such as preserving ruin and opinion of people are able to compensates the disadvantage of underground construction..

Key Words: Underpass road, PI, Evaluation figure, Environmental problems

1. はじめに

21 世紀へ入り、高度経済成長を経た我が国の都市部では、都市機能の集積に伴い土地の高度利用ならびに地下空間を有効活用したまちづくりが進められている。その中で地下空間は今後の社会基盤整備を進める上で貴重な空間資源として大きな役割が期待されている。近年では、都市の地下空間には交通インフラとしての地下鉄、都市高速道路などが多く建設されており、また、2001 年に施工された大深度地下の公共的使用に関する特別措置法により、今後さらに地下利用が進みゆく方向にある。しかし、地下を利用することは地上に比べてデメリットも多く、特に建設費、維持管理費などは非常に大きな問題点となる。そこで本研究では線状構造物を対象に、地下空間を有効利用するにあたり、過去の事例を調べ、構造物の構造案を選択して決定する際、地下案を採択、不採択となる評価過程を確認し、基礎的情報の整理を行い、その指標確立を目指して考察する。

2. 近年の事例における線状施設の構造案採択理由についての考察

(1) 本研究で扱った事例について

本研究では、過去に行われている事業から、市川市京成本線(有識者委員会設置)、国道 254 号富士見バイパ

キーワード：地下道路, PI (public involvement), 評価指標, 環境問題

¹ 非会員 学生 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース

² 正会員 准教授 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻

³ 正会員 三井住友建設 土木本部 土木技術部

⁴ 正会員 ドーコン

立体化の検討区間

① 国府台第3号踏切
② 国府台第4号踏切
③ 国府台第5号踏切
④ 市川真間第3号踏切
⑤ 菅野第5号踏切
⑥ 京成八幡第1号踏切
京成八幡第9号踏切
鬼越第6号踏切

江戸川
国府台駅
市川真間駅
菅野駅
京成八幡駅
京成八幡第9号踏切
鬼越駅
京成中山駅

国道高塚新田市川線
外環道路
都営本八幡駅
市道(八幡小学校前)
京都市川柏線
至JR本八幡駅
税務署通り
奥道市川印西線
木下街道

(都)3・6・30号
(都)3・4・11号
(都)3・4・18号

※表記した踏切名は、課題の大きな個所です。以下の図では●数字で表します。

Figure 1 displays seven proposed plan types (A-G) for the Nishikido Line, comparing different infrastructure configurations along the riverbed. Each plan shows a cross-section of the riverbed with various infrastructure elements like stations, roads, and bridges. The plans are labeled as follows:

- A 案 (全線高架化)**: Full line elevated.
- B 案 (全線地下化)**: Full line underground.
- C 案 (一部高架化)**: Partially elevated.
- D 案 (一部地下化)**: Partially underground.
- E 案 (単独立体化)**: Standalone structure.
- F 案 (地下・高架併用)**: Mixed underground and elevated.
- G 案 (国道 14 号下全線地下化)**: Full line underground for National Route 14.

ス(有識者委員会なし), 淀川左岸線延伸部(有識者委員会設置)の3つを選択し整理することとする。これらの事業は, 道路構造の選定にあたりいくつかの構造案を比較評価しその決定に至っている。

- 40 -

表-1 評価項目による比較³⁾

	A案	B案	C案	D案	E案	F案	G案
実施条件	○	▲ (国の採択基準に不適)	○	▲ (国の採択基準に不適)	▲ (単独立体化による調整)	○	▲ (国の採択基準に不適)
交通	○	▲ (大門通りの遮断)	▲ (効果が限定)	▲ (効果が限定)	▲ (効果が限定)	○	▲ (大門通りの遮断)
まちづくり環境	▲ (高架構造)	▲ (大門通りの遮断)	▲ (高架構造)	▲ (高架構造)	▲ (高架構造)	○	▲ (大門通りの遮断)
維持管理	○	▲ (勾配・高低差・維持管理費)	○	○	○	○	▲ (勾配・高低差・維持管理費)
市川真間 周辺まちづくり	○	▲ (大門通りの遮断)	▲ (問題踏切の残置)	▲ (問題踏切の残置)	▲ (問題踏切の残置)	○	▲ (大門通りの遮断)
菅野周辺まちづくり	▲ (外環道路との整合性)	▲ (地下駅真間との連続性)	○	○	○	○	▲ (地下駅真間との連続性)
八幡周辺まちづくり	▲ (地域景観への影響)	○	▲ (地域景観への影響)	○	▲ (商店の分断)	○	▲ (駅位置変更)
事業費	612億円	1102億円	324億円	651億円	249億円	784億円	1033億円

表-2 A案とF案の比較³⁾

大項目	個別評価内容	A案	F案	比較内容等
実施条件	事業効率	○		A案: 費用便益効果による
	時間	○		A案: 調整期間等による
			○	F案: 住民調整期間等による
		○		A案: 実施にあたっての施工条件による
交通	道路交通の円滑化	○	○	A案・F案: 同評価
	アクセス性の向上	○		A案: 踏切除去や側道整備効果による
	生活環境における 快適・安全性の向上	○		A案: 踏切除去数による安全性向上のため
	交通結節機能の強化		○	F案: 利用者の多い形成八幡駅利便性向上のため
	生活環境の向上		○	F案: 八幡上部利用によるまちへの効果
まちづくり・環境	地域環境	○		A案: 分断が小さい
			○	F案: 菅野、八幡の低層住宅地の居住環境保全
			○	F案: 沿線地域への影響が少ない
			○	F案: 地下化区間の優位性から
		○		A案: 立体化空間が大きい
	安全安心		○	F案: 死角が少なく見通しが良いため
			○	F案: 八幡上部利用によるまちへの効果
			○	F案: 八幡上部利用によるまちへの効果
		○		A案: 勾配区間、高低差、駅維持管理
維持管理等	維持管理の容易性	○		
総合結果		9	10	

関の遅れ、排気ガスの増加などを生じさせてきた。また、沿線地域において住宅地への通過車輛の進入による安全性の低下、狹隘走路等による防災面での対応が必要になるなど、様々な問題が顕在化している。

a) 検討された構造案について

構造案はA案～G案の7つの案がある(図-2)。A案は連続立体交差事業として、鉄道の高架化を検討全区間において実施するものである。B案は地域の影響に配慮し、鉄道の地下化を検討全区間において実施するものである。C案は事業費の縮減を考え、外環道路以西は主要道路の単独立体化とし、高架化による連続立体化区間を菅野から都市計画道路3・4・18号までに短縮するものである。D案はC案同様に事業費の縮減を考え、外環道路以西の主要道路は単独立体化とし、地下化による連続立体化区間を菅野から都市計画道路3・4・18号までに短縮するものである。E案はC案・D案よりさらに事業費を低減することや優先順位を付けて順次整備することを目的に、連続立体化せずに、特に踏切による影響の大きな3路線を単独立体化するのである。F案は地域の景観や自然・歴史的な資源、土地利用や上位計画との整合性などを踏まえ、国府台駅(高架)から市川真間駅付近までは高架化とし、菅野駅付近からは平面化、京成八幡駅付近を地下化するものである。G案は地域への影響に配慮し、鉄道の地下化を国道14号ルートで全区間実施するものである。

b) 建設案の採択について

7つの案を比較検討した結果、事業の実現性や、維持管理・省エネルギー面等に優れているA案、各評価

において懸念事項が少なく、駅周辺まちづくりへの効果が大きい F 案という 2 案が効果的な立体化構造案として選定された(表-1)。さらに、現在の少子高齢化、地球環境保全という社会状況の中、「質の高い豊かな生活」に重点を置き、自然・歴史・文化などの都市の特徴を活かしたまちづくりが求められているところから F 案(地下・高架併用)が採択されている(表-2)。

c) 考察

ケース 1 では、評価項目の実施条件・交通においては A 案の方が優れており、街づくり環境においては F 案の方が優れている。F 案が採択された理由は、街づくり環境の優位性にある。実施条件・交通の評価では A 案までとはいかなくても F 案も整備効果としては申し分ない評価がされている。しかし、街づくり環境においては、全線高架化の A 案では菅野駅周辺・京成八幡駅周辺の低層住宅の居住環境の悪化、良好な景観の損失、地域の分断、クロマツなど地域資源への影響といった懸念すべき点は多い。まちの特徴に合わせ、市街地部分は高架化し、低層住宅地やクロマツのある場所は地下化するなど、生活環境・地域資源という地域環境に配慮した結果として F 案を採択している。

(3) ケース 2：国道 254 号和光富士見バイパス

一般国道 254 号は、東京都文京区を起点に、埼玉県西部地域を通り、長野県松本市に至る延長 284km の路線であり、産業、経済、文化交流の基盤をなす道路である。特に埼玉県では関越自動車道の機能を補完し首都圏中央道路、東京外環自動車道へアクセス強化のため、和光市内の東京外環自動車道から富士見市内の国道 463 号まで 4 つの市を通過する延長 6850m の「国道 254 号和光富士見バイパス」の整備を進めている。

a) 検討された構造案について

構造案として、平面案・高架案・地下案の 3 つの案がある。平面案は、往復 4 車線の車道部と歩道や植樹帯などから

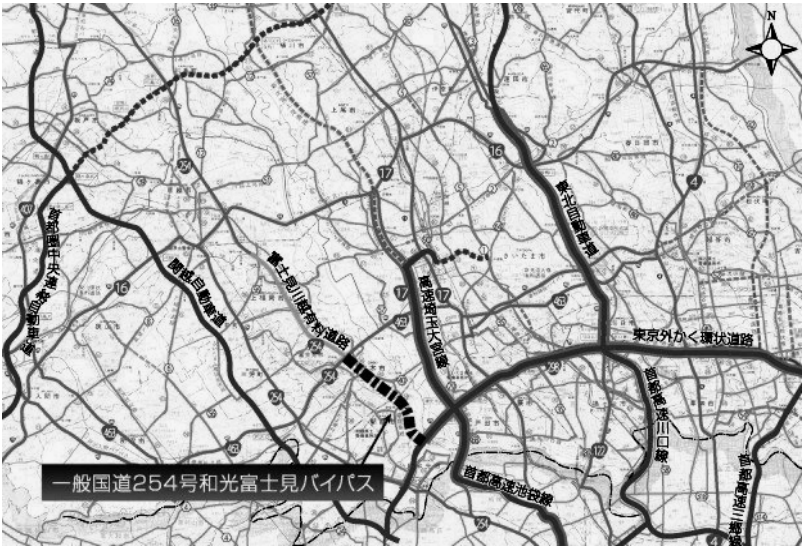


図-3 一般国道 254 号和光富士見バイパスの概略図 4)

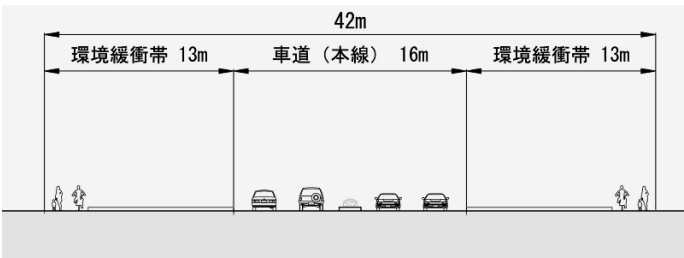


図-4 平面案イメージ 4)

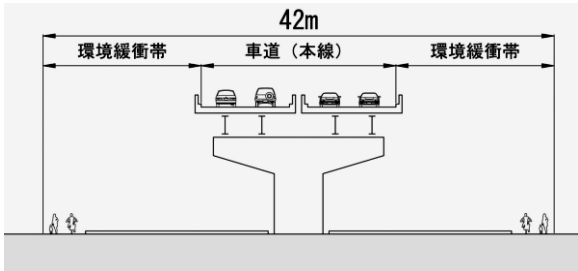


図-5 高架案イメージ 4)

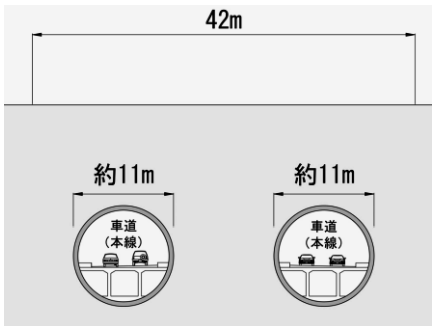


図-6 地下案イメージ 4)

表-3 各案の比較 4)

		平面案	高架案	地下案
走行性	スムーズさ	△	○	○
経済性	建設費	○	△	△
	維持管理費	○	△	△
沿道利用	交差道路との接続	○	△	△
	沿道からの出入り	○	△	△
防災	復旧	○	△	△
環境	地域への影響	○	○	○
	景観	○	△	○
	交差道路の横断	△	○	○

なる環境緩衝帯を有する平面構造である(図-4)。建設費は用地費を除き、約 25 億円でありコストパフォーマンスでは優れているものの、信号交差点があるため車の流れは他の 2 案より劣る。沿道利用に関しては、交差する道路と平面で接続可能、沿道からの出入りが容易であり、このバイパスを利用した多様な土地利用を図ることができる。高架案は、両側に環境緩衝帯を有する往復 4 車線の高架構造である(図-5)。建設費は用地費を除いて、約 190 億円である。走行性は一部のアプローチを除いて走りやすく、交差道路がないため、車はスムーズに流れる。沿道利用としては、接続が主要な幹線道路からのみとなり、車輛の出入りが制限されることや、高架のためこのバイパスを利用した土地利用を図ることができない。地下案は、往復 4 車線の地下構造(トンネルタイプ)である(図-6)。この場合、建設費は用地費を除いて、約 460 億円である。地下埋没物を避けるためにトンネル入り口付近は、長い急な坂道となるが、交差道路がないため、車のスムーズな流れが可能である。沿道利用としては、ほぼ全線で沿道からの出入りが不可能であり、このバイパスを活用した土地利用を図ることができない。

b) 建設案の採択について

ケース 2 では平面案が採択されている。平面案採択の理由として、高架案・地下案に比べ建設費が安く、経済面で優れていることや、地震、車輛火災に被災した場合でも、高架案・地下案に比べ被害が少なく、復旧作業が短時間・低コストで済むことが挙げられる。環境面においても、環境緩衝帯を設けることにより、騒音・振動が低減でき、景観に優れ、住環境に配慮した計画が可能である。平面案が高架案・地下案に劣っている項目は走行のスムーズさ、交差道路の横断である(表-3)。走行のスムーズさに関しては、バイパスが市街地を通ることや東京外環道路とのアクセス強化を目的としていることから、沿道の土地利用を図ることや県道や幹線市道との接続しやすさを重視しているため、問題とはならない。また、交差道路の横断には、必要に応じて信号機などの設置や、バイパスに歩道・自転車道を併設することにより対応が可能である。

c) 考察

この事例で地下案不採択となった理由は、建設費・交差道路との接続が不利だったためである。このケースでの建設費は、用地費等を除いたものであり、正確な経済性を示すには、用地費等を含めた全体の事業費の算出が必要と考えられる。交差道路との接続に関しては、交差道路との接続点が地下となり、交差道路も地下化しなければならなくなるため、費用などの観点から難しいとされる。また、地下化のメリットであった景観・地域への影響も、平面案では環境緩衝帯を用いてその影響を緩和しており、地下案不採択の要因の一つとなっている。

(4) ケース 3：淀川左岸線延伸部

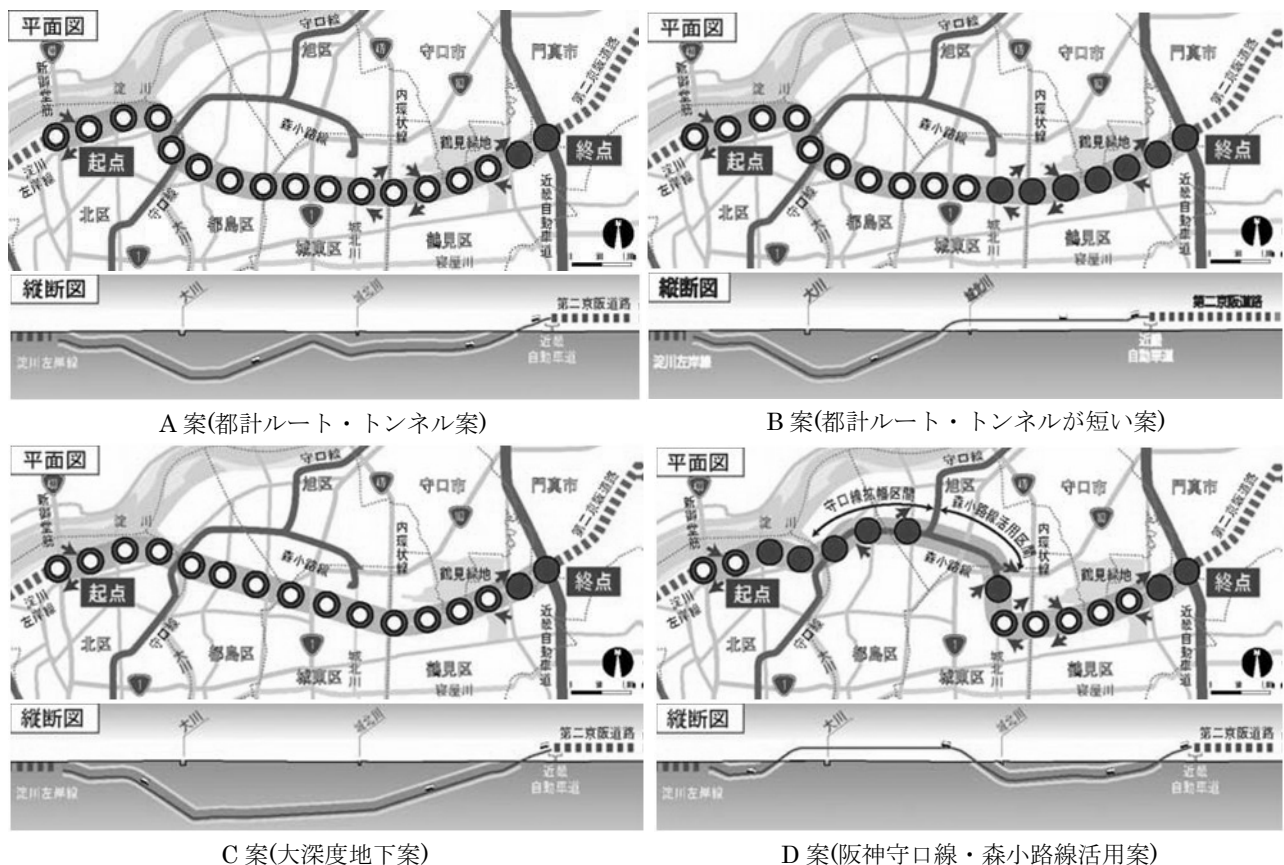
現在大阪では、政府によって「大阪圏の新たな環状道路（大阪都市再生環状道路）」が進められている。大阪都市再生環状道路は、第二京阪道路を介して、国幹線である名神高速道路と阪神港及び関西国際空港を結ぶ物流の主要な幹線道路であり、大阪都心部の慢性的な渋滞や沿道環境の悪化等の解消とともに、その整備により新たな拠点エリアを誘引する都市活性にも繋がる道路として位置づけられている。淀川左岸線延伸部は、事業中の大和川線・淀川左岸線及び整備済みの湾岸線、近畿自動車道とともに、延長約 60km の大阪都市再生環状道路の一部であり、大阪市北区豊崎付近から門真市葦島付近までの延長約 10km の自動車専用道路である(図-7)。

a) 検討された構造・ルート案について

このケースでは、A 案・B 案・C 案・D 案の 4 が提案されている(図-9)。A 案は、既存道路の空間及び都市計画道路(都計)事業予定地の空間(上空または地下)を活用し、起点部からのトンネル構造を最も長くしたトンネルを主体とした案である。B 案は既存道路の空間及び都市計画道路事業予定地の空間(上空または地下)を活用し、



図-7 淀川左岸線延伸部概略図⁶⁾



起点部からトンネル構造により大川や鉄道等の地下を通過した後、速やかに高架構造に移行するトンネルを短くした案であり、中間部にインターチェンジを設置する。C 案は土地の権利が及ばない大深度地下を活用し、起終点の間を可能な限り短く結んだ案である。道路が地表面から深い部分にあるため、中間部のインターチェンジは設置しない案となっている。D 案は阪神高速守口線と森小路線を活用する案であり、守口線を4車線から6車線化し、インターチェンジは既設の機能を残しつつ中間部に新たに設置するものである。

b) 建設案の採択について

評価は、大きく分けて「期待される効果」と「懸念される影響」という2つの評価項目で行われている(表-4)。さらに評価項目の中から、重要項目を抽出し比較検討を行っている(表-5)。このようにして比較検討した結果、A 案と C 案が都市再生・沿道配慮の観点で有利となっている。しかし、A 案は、沿道利便性での優位性があるものの、道路用地幅に含まれる物件数が多いという課題、C 案は、沿道環境の配慮からは最短での整備が可能で道路用地の幅に含まれる物件数が最少となり好ましいものの、インターチェンジを設置しないため沿道地域の移動利便性の向上が望めないという課題を有している。これらのことより構造としては C 案を採用し、移動利便性を向上させるため、中間部にインターチェンジを設置するという案になっている。

c) 考察

この事業は政府の都市再生プロジェクトであり、都市問題の早期解決が必要とされていた。ゆえに、C 案が採択された理由は、用地幅に含まれる物件数が少ないことや、それに伴い事業費(建設費用+補償費用)が他案より高額にならないなど、事業の実行性に優れていたこと挙げられる。他にも沿道地域生活環境との調整区間・沿道地域への影響・整備期間という評価項目で、他の案よりもよいと判断されている。また、移動利便性を考え中間部にインターチェンジの設置を行っているが、インターチェンジ設置に対しての費用の算出や、事業評価も必要となることが課題となる。

表-4 各案の評価項目ごとの効果⁵⁾

			A案	B案	C案	D案
期待される効果	都心部の渋滞緩和	都心部利用交通の減少	約2万2千台/日減少	約2万2千台/日減少	約2万台/日減少	約2万1千台/日減少
		一般道路の交通量の減少	約8千台/日減少	約8千台/日減少	約4千台/日減少	約8千台/日減少
		阪神高速道路の交通量の減少	守口線	約8千台/日減少	約8千台/日減少	約8千台/日増加
			東大阪線	約1万3千台/日減少	約1万3千台/日減少	約2万2千台/日減少
	環境の改善	NOx排出量の削減効果	約24トン/年削減	約24トン/年削減	約17トン/年削減	約37トン/年削減
		浮遊粒子物質排出量の削減	約1.8トン/年削減	約1.8トン/年削減	約1.6トン/年削減	約2.9トン/年削減
		地球温暖化物質(CO ₂)削減	約1万7千トン/年削減	約1万7千トン/年削減	約1万3千トン/年削減	約3万トン/年削減
	安全性の向上	死傷事故件数の減少	約100件/年削減	約100件/年削減	約60件/年削減	約150件/年削減
	移動利便性の向上	所要時間の短縮	約22分短縮	約22分短縮	約23分短縮	約21分短縮
		中間部インターチェンジ	2箇所	2箇所	0箇所	4箇所
懸念される影響等	事故及び災害時等の迂回路機能の確保	他路線が通行不可能となった場合の迂回路機能	迂回路機能あり	迂回路機能あり	迂回路機能あり	守口線不通時は迂回路機能なし
	安全で安心なみちづくり	広幅員の歩道の整備	一体整備が可能で安全及び防災性が向上	一体整備が可能で安全及び防災性が向上	一体的に整備されない	一体的に整備されない
	経済効果	道路利用者の経費の削減	約400億円/年	約400億円/年	約300億円/年	約500億円/年
	出入口周辺の道路混雑	出入口周辺の交通状況	約4千台/日増加	約4千台/日増加	約4千台/日減少	約8千台/日減少
	地域の分断	出入口及び本線の道路構造物で分断が想定される街路数	3箇所	5箇所	0箇所	4箇所
	沿道地域の環境	沿道地域の生活環境との調整区間	約1km	約4km	約1km	約6km
	事業期間中の影響	沿道地域への影響	約5km	約6km	約3km	約8km
		道路用地幅に含まれる物件数	約900件	約1500件	約100件	約900件
		想定される整備期間	約15年弱	約15年弱	約10年強	約20年弱
	トンネル内事故での安全性	トンネル出入口間の距離	約5km	約5km	約7km	約2km
	景観保全地域との調整	景観形成地域の景観の変化	現状のまま	現状のまま	現状のまま	配慮が必要
	整備費用	想定される整備費用(建設費用+用地・補償費用)	約4千億円	約3千億円	約3千億円	約4千億円

表-5 重要項目の抽出

■都市再生の観点での重要項目： ■沿道配慮の観点での重要項目：	・「都心部の渋滞緩和」 ・「移動利便性の向上」（所要時間の短縮） ・「事故及び災害時等の迂回路の確保」 ・「事業期間中の影響」（想定される整備期間） ・「移動利便性の向上」（中間部インターチェンジの箇所数） ・「沿道地域の環境」 ・「事業期間中の影響」（沿道地域への影響に配慮すべき地上部分の工事延長，道路用地の幅に含まれる物件数）
---	--

3. まとめ

本研究では、道路の構造案を選択して決定する際、地下案が採択、不採択となる評価過程を確認するために、ケース1 市川市京成本線、ケース2 国道254号和光富士見バイパス、ケース3 淀川左岸線延伸部を選択して、資料をもとに考察した。ケース1からケース3の考察は、構造形式選択の課題は地域によって異なり、どこに重点を置くかによって構造に対する評価は異なることを示す。ケース1では「地域環境」、ケース2では「移動利便性」、ケース3では「事業の実行性」という項目が事業における懸念事項であり、重点が置かれる項目である。事業の整備効果としてある程度の基準は満たしつつも、事業における懸念事項を比較評価することが、構造案決定に大きな影響を与える。これまで見たケースより、地下案が有利となる懸念事項に「地域環境」「事業の実行性」がある。地上で事業を行う場合、環境緩衝帯の設置、日照確保などから、道路整備幅以上に用地を取得する必要がある。地域環境を整えるために費用・時間を要する。これに対して地下構造では地上の用地を必要とすることなく、騒音・排気ガス・日照・景観など、地域への影響を少なく抑

えることが可能であり、歴史的風景を持つ地域や文化遺産を持つ地域、低層住宅地などにおいて有利な構造形式となる。また、地上部の飽和により用地幅に含まれる既存の建物の数が多い場所では、事業費・沿道地域生活環境との調整区間・沿道地域への影響・整備期間などの点から、事業の実行性に優れていると言える。反対に地下案が不利となるものに「移動利便性」の阻害がある。裏を返せば、交差道路の接続を必要としない高規格幹線道路などで地下化は有利となるものの、都市交通の視点から見ると、移動利便性の損失、運用の視点から見た閉鎖空間であるトンネル内で事故への対処などに課題が残ることとなる。さらに、地下部分で接続する交差道路の検討の必要もあり、費用・事業期間での懸念も残る。つまり、交差道路との接続を考え、移動利便性を優先させる道路の構造案として地下案の採用は難しい。地下化の指標策定はまだ不明確であるが、現状ではケース1からケース3で見られた、「地域環境」「景観」「事業の実行性」という評価項目を重要視する地域では、地下案が採択される可能性が大きい。また、地下化の指標策定の課題は、地域によって事業の評価項目や評価項目の中の各項目の重要度が異なることから、統一的な地下化の指標策定できていないことにある。地域の価値観の違いは、構造形式を選択する事業の評価項目を大きく左右するものであり、事業の種類や地域環境などによって異なる。事業に、評価項目における重要度の違いはあるものの、共通する項目が何かを見出し、今後、地下化の指標策定の手掛かりとしていきたい。

4. おわりに

過去の事例を見ると、地下案によって事業費が高くなる傾向は否定できないが、この困難を乗り越えて地下案を選択した事例がいくつかある。このような事例において、高い事業費にこだわらないで済んだのは、事業を行うことによってもたらされる地域へのマイナスの影響、懸念事項をいかに抑えることにあった。懸念事項は、PI(Public Involvement, 住民参画)などによって出されることも多く、地域住民の意見も強く反映していることから、評価項目としての重要度は高い。例えば環境の悪化、移動利便性の損失、非安全性、景観の損失、事業費などである。現在、都市の問題も変わりゆく中で、各都市はそれぞれの持つ課題を解決していかなければならない。街の未来を考え、住民と一体となって行う事業が推進される今、構造物の地下化が採択される可能性は高まりつつあるのではないだろうか。

参考文献

- 1) 土木学会：ニューフロンティア地下空間，土木学会編，技法堂出版，1990.
- 2) 松尾稔，林良嗣：都市の地下空間 鹿島出版，1998.
- 3) 市川市 HP，URL：<http://www.city.ichikawa.lg.jp/cit02/1111000021.html>
- 4) 埼玉県 HP，URL：<http://www.pref.saitama.lg.jp/A08/BA15/254bp/254bpmein1.htm>
- 5) 淀川左岸線延伸部有識者委員会：淀川左岸線延伸部有識者委員会提言資料編，2006.
- 6) 国土交通省近畿地方整備局 HP，URL：<http://www.kkr.mlit.go.jp/road/kansen/kanjo/04/a.htm>
- 7) 大熊久夫：地下空間を利用した鉄道立体交差事業に関する研究，第12回地下空間シンポジウム論文・報告集，Vol.12，pp.93-100，土木学会，2006.
- 8) 村田哲哉，大熊久夫，松下潤：地下空間を利用した鉄道立体交差事業に関する研究（その2），第13回地下空間シンポジウム論文・報告集，Vol.13，pp.133-138，土木学会，2007.
- 9) 西淳二，清木隆文，西田幸夫・ハリスファビラー：鉄道縦断線形において地下方式が採択された理由に関する考察研究，第13回地下空間シンポジウム論文・報告集，Vol.13，pp.43-52，土木学会，2007.