

性能照査型道路計画設計のための交通容量とサービス水準に関する研究

採択年度：平成20年度より3年間

性能照査型道路計画設計のための交通容量とサービス水準に関する研究グループ(通称：HCQSG)

代表：中村英樹(名古屋大学大学院)

副代表：大口 敬(首都大学東京大学院)

顧問：森田緯之(日本大学)・桑原雅夫(東北大学大学院)・喜多秀行(神戸大学大学院)

共同者：阿部義典(国際航業株)・泉典宏(株オリエンタルコンサルタンツ)・上坂克巳(国土技術政策総合研究所)・内海泰輔(株長大)・下川澄雄((財)国土技術研究センター)・野中康弘(株道路計画)・野見山尚志(株建設技術研究所)・洪性俊(東京大学生産技術研究所)・前田剛((独)日本高速道路保有・債務返済機構)・村重至康(株高速道路総合技術研究所)・山川英一(八千代エンジニアリング株)・若林紉(株福山コンサルタント)

概要：道路延長や道路面積といった指標でみると、日本の道路整備率は諸外国に比べても引けをとらないが、道路交通の質に目を向けると、その現状が先進国として相応しいものかどうかは極めて疑わしい。幹線道路の旅行速度は依然として極めて低く、街路では通過車両・路上駐車・自転車・歩行者が入り乱れた状況にある。すなわち、自動車専用道路から生活道路に至るまで、本来その道路に求められるはずのトラフィック機能やアクセス機能といった機能分担が曖昧で、かつそれぞれの道路の性能が十分発揮されておらず、道路構造や交通運用の面で、いまだ多くの改善の余地が残されている(図-1)。そこで本自主研究グループでは、道路の持つ交通性能を十分発揮しつつもコストを抑えることのできる、合理的な道路構造と交通運用の組合せを導入可能な、性能照査型道路計画設計の技術指針の策定と実務展開を目指して、技術的課題の抽出と実現に必要な要素技術に関する基礎的研究を進めてきた。本稿では、性能照査型道路計画設計の全体フレームと主な研究成果について報告する。

キーワード：

道路計画、道路設計、性能照査、サービス水準

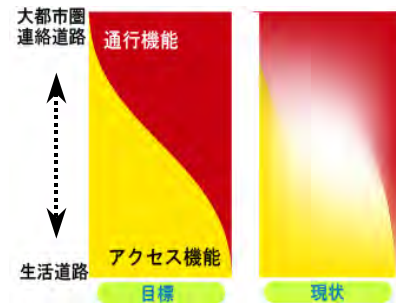


図-1 道路の階層区分と交通機能分担

1. はじめに

一般に構造物や製品の設計の考え方には、「仕様型」と「性能照査型」がある。仕様型とは、過去の研究や経験などに基づいて定められた仕様によって設計する考え方であり、技術者の設計上の負担を質・量ともに軽減しつつ、一定水準のものを短期間で大量に生産する場合に適している。しかし、時代の流れや技術水準の進歩によって求められる性能が変化したり、新たな性能指標での評価が求められたりするようになると、これらを満足できなくなる。また、設計仕様が強制力のあるルールや法令となる場合が多く、たとえ良質で経済的な技術、工法が開発されても、これらを簡単に導入できないという欠点も併せ持っている。

これに対して性能照査型とは、その設計物に求められる性能を事前に照査して設計する考え方である。これにより設計物の性能を保証することができ、求められる性能を満足すれば、原理的にはいかなる手法でも採用できるため、最新の技術や工法を比較的自由に導入することが可能となり、様々な制約条件の中で最も適切な手法を選択することができる。しかしその一方で、設計物の性能を的確に照査しなければならず、個々の地点の自然条件や交通条件に応じて設計条件が大きく変化する道路構造物のような性能照査には、数多くの経験と高い技術力が要求され、これがこの考え方を適用する上で大きな障害となる場合がある。

よって、性能照査型の道路設計を実践するためには、性能照査の手順や手法の体系化を図ることが必要であり、本自主研究はそのための技術的課題を抽出と必要な要素技術の検討を目的として実施した。

2. 研究活動の概要

本自主研究は平成20年度から平成22年度の3カ年間にわたって計15回の討議を重ねた。初年度の平成20年度においては、これまで大学の研究ベースであった性能照査型道路計画設計手法を実務に展開していく上での問題点・課題を整理した。平成21年度には、現場の実務者が道路設計を行うためには必要不可欠な「道路構造令」との対応関係を整理・検討した。また、ケーススタディとして我が国の現状の道路交通性能実態を示した。最終年度では、これらを引き続き検討・議論するとともに、性能照査型道路計画設計の技術指針の素案作成にあたった。

なお、この間、土木計画学春大会において3カ年にわたり企画セッションを立ち上げ、自主研究の内容を積極的に発表するとともに、毎年11月頃にシンポジウムを開催(神戸、名古屋、仙台)し、広く一般の研究者や実務者の意見を収集した。

3. 性能照査型道路計画設計のフレームと実現に向けた技術的課題の抽出

3.1 性能照査型道路計画設計のフレーム

性能照査型道路計画設計の流れ(案)を図-2に示す。道路機能の性能照査は、本来新設路線が計画設計される段階で実施されるべきものであるが、道路整備が一定水準に達している現在においては、改築計画も見据える必要がある。そこで、照査実施のタイミングを計画設計時と運用(評価)時として設定した。また、たとえば都市・拠点間を連絡する道路の評価もあれば、局所的なボトルネック評価も必要であることから、評価対象エリアは「ネットワーク評価」と「区間評価」として設定し、全体計画の中で、またそれぞれの局面においてPDCAサイクル型の性能照査を可能とするフレームとした。

なお、これら照査時の性能目標について、ここで

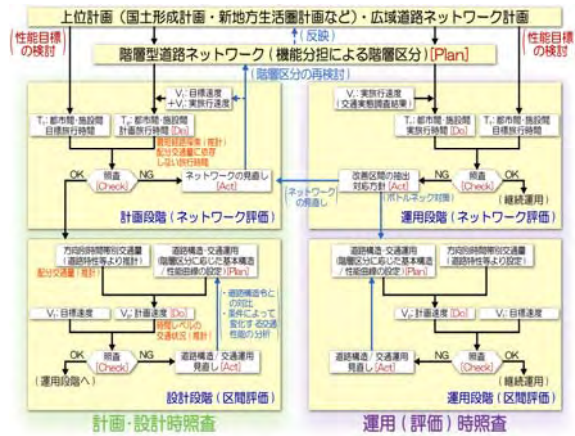


図-2 性能照査型道路計画設計の流れ(案)

は上位計画となる国土形成計画や新地方生活圏計画からの与条件としている。但し、必要に応じて照査結果を上位計画へフィードバックし、道路計画設計の立場(交通工学の観点)から性能目標の設定方針を提案する局面があることも想定している。

3.2 交通性能照査の手順と手法

交通性能照査手法の一例として、道路階層ごとに仮に設定した目標旅行速度をもとに、現況・運用段階における性能照査手法を以下に示す。

まず、階層区分化された道路ネットワークに対し、実測または推計された時間帯別の実旅行速度をもとにリンク別旅行時間およびこれを都市・拠点間として積上げた総旅行時間の算出を行う。次に、上位計画(想定)をもとに都市・拠点間を連絡する目標旅行時間を設定する。さらに、階層区分化された道路ネットワークにおいて目標旅行時間をカバーするための道路階層別の目標旅行速度を設定する。これらを比較することで、性能目標値である目標旅行時間を現況値である実旅行時間が満足しているかどうかについて照査を行う。

ある特定の都市・拠点間の実所要時間に着目した場合、一時的に性能目標を超過している場合もあれば、1日を通じて性能目標を超過している場合も想定される。

そこで、評価指標には「速達性」と「安定性」を用いる。ここで、速達性は「道路が如何に速く走れ

る能力を有しているかを示すもの」とし、安定性は「1日を通してどの程度現状の最も走りやすい環境に近い状態で走行できているか示すもの」と定義する(図-3)。

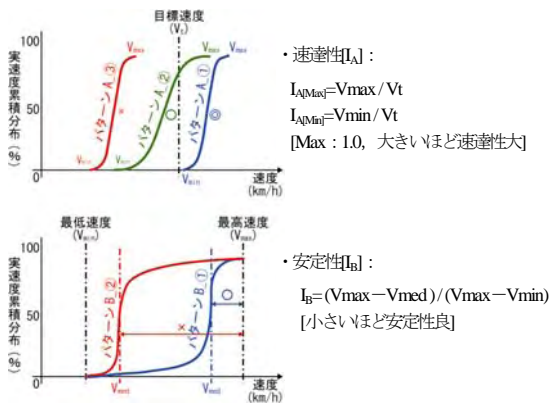


図-3 速達性と安定性の評価イメージ

3.3 実現に向けた技術的課題の抽出

性能照査型道路計画設計の体系化に向けて、現状における技術的課題を整理した結果、主に以下のようなものがあげられた。

- ・道路階層区分の考え方
- ・道路階層区分と道路構造令との対応関係
- ・設計交通量の考え方の構築
- ・性能目標と性能指標の設定方法
- ・性能指標に沿った照査手法の確立 等

4. 個別テーマの主な研究成果

4.1 道路の階層区分

1) 路線の指定・認定要件

実務において個々の道路を実際に階層区分化していくためには、現状における考え方との対応付けが簡単に行える合理的な方法が求められる。そこで、路線の指定・認定要件に着目した。

表-1は一般国道、都道府県道の路線の指定・認定要件で規定している連絡都市及び主な連絡施設を抽出して比較したものである。路線の指定・認定要件は、主として拠点連絡性(起終点特性)によって定められている。また、ここで注目すべきは、道路の

種類によって連絡する都市レベルや施設規模が異なっていることであり、道路の種類によって明確な階層性が示されていることがわかる。また、これを道路の種類ごとにみると、それぞれ複数の異なる都市や施設レベルを併せ持っていることがわかる。例えば、一般国道は3種類の異なる都市レベルを含んでいる。これは、単に一般国道といっても、幾つかの階層を有していることを意味するものである。

このことから、個々の道路の指定・認定要件まで遡れば、道路の階層区分との画一的な対応付けが可能となる。

表-1 路線の指定・認定要件における連絡拠点

	一般国道	都道府県道
都市	<ul style="list-style-type: none"> ■都道府県庁所在都市などの重要都市(1号要件) ■10万人以上の市(2号要件) ■2以上の市(3号要件) 	<ul style="list-style-type: none"> ■道路の種類によって、連絡する都市・施設レベルが異なる。 ■市又は5千人以上の町(1号要件) ■同じ道路種類でも、指定・認定要件によって都市レベルが異なる。 ■2以上の市町村(4号要件)
施設	<ul style="list-style-type: none"> ■特定重要港湾+α ■重要な飛行場(4号要件) ■..... 	<ul style="list-style-type: none"> ■重要港湾・地方港湾など飛行場(1号要件) ■.....

2) 道路階層区分の試案

道路階層区分の試案作成にあたっては、ドイツの道路ネットワーク区分に関する指針を範としつつ、日本特有の都市構造や道路事情を考慮して検討を進めた。ここで提案する道路階層は、交通機能と都市・拠点間連絡スケールの2つの軸によって区分される(表-2)。なお、本自主研究では自動車ユーザーの視点から階層区分を検討したものであり、歩行者や自転車利用者への対応・配慮事項の検討は今後の課題とした。

4.2 道路階層区分と道路構造令との対応関係

従来設計に変わる設計手法として性能照査型道路計画設計を実務展開していくためには、当面階層型道路区分と種級区分の対応関係を整理しておくが必要になる。ここでは、自動車専用道路について、その対応関係の検討結果を表-3に例示する。

また、性能照査型道路計画設計を実施する上で、

必要となる設計要件について、現時点での考え方および今後の検討課題について整理した。主な検討内容は、①設計区間、②交差・出入り制限、③設計速度、④設計対象車両などである。

4.3 設計交通量の考え方の構築

計画・設計道路の交通性能を照査するためには、対象とする道路の「構造および交通運用(供給)」を設定すると同時に、「交通需要(需要)」を的確に想定することが重要である。交通需要は季節や曜日、時刻といった時間的な要因により変動する。また、この変動の大きさや特徴は路線特性や地域特性によって異なる。特に、著しく大きな変動特性を有する地域では、それを的確に想定し交通運用も含めて合理的に道路を計画・設計することが望まれる。

1) 問題意識

現行の設計手法では30番目時間交通量を設計時間交通量として用いている。この手法によって道路の交通性能を評価すると、次のような問題が生じる。

- 問題1：不十分な路線特性、地域特性の考慮
- 問題2：単一の時間帯を設計対象とする問題
- 問題3：顕在化時間交通量(需要)の時系列的因果関係の問題

2) 設計交通量の設定方法(案)

上記の問題に対応しつつ、計画・設計道路の交通性能を的確に照査するためには、年間8,760時間(=365日×24時間)の時間交通量を時系列的な因果関係も含めて設計交通量とすることが理想であり、本来のあるべき姿である。しかし実際には、年間8,760時間の時間交通量を対象とし評価することが困難な場合が多い。このような場合でも、道路を合理的かつ経済的に計画・設計するためには、少なくとも通常時の一般的な時間交通量(需要)の変動状況だけでも考慮すべきである。

これにより、通常時の交通状況を基本に道路の構造や交通運用を検討することができる。そしてこの結果、30番目交通量(K値)に過度に左右されることなく合理的で、経済的な道路を計画・設計することが可能となる。

5. まとめと今後の展望

本自主研究では、性能照査型道路計画設計の実務展開に向けた技術的課題の抽出と要素技術の検討を行ったが、技術指針の策定までにはいまだ多くの課題を残している。しかし、出来る限り早い完成が望まれることから、今後は他の既往研究の成果も取り込みながら、技術指針(素案)の作成に取り組んでいきたいと考える。

表-2 道路階層区分の試案

交通機能 (トリップ長)	通行 (トラフィック)				アクセス		滞留
	"highway"または『街道』		"street/avenue"または『街路』				
	A A _u (自専)	B (主に地方部)	C (主に大都市/都市部)	D	E		
I 大都市圏連絡 (都市間高速)	(非自専)	-	-	-	-	-	
II 地域間連絡 (都市間高速)	(非自専)	-	-	-	-	-	
III 市町村間連絡 (都市間高速)	-	主要道	*	-	-	-	
IIIu 日常生活圏 (都市内高速)	-	-	-	-	-	-	
IV 毎日の買物圏	-	-	集落間道路	幹線街路	-	-	
V 生活道路	-	-	-	-	住区街路	モール	
VI 地先道路	-	-	-	-	区画街路	コミュニティ道路	
	A _u (自専)	A	B	C	D	E	

*C-IIIは、大部分の現状の主要幹線道路が該当しており、機能上グレーゾーンの道路であるが、これらの道路はA-IIIuとD-IVに再配分すべきであると考えている。

表-3 道路階層区分と種級区分の対応関係の一例

種級区分	道路の種類及び 計画交通量(万台/日)	階層型道路区分 Highwayまたは『街道』				
		A				
		自専道 () トリップ長				
		大都市圏連絡(300km)	地域間連絡(100km)	市町村間連絡(30km)	日常生活圏	
		A _u -I	A _u -II	A _u -III	A _u -IIIu	
		120km/h	100km/h	80km/h	80km/h	
		4車線~	4車線~	~3車線	4車線~	
道路構造名 の種級区分	第1級	←高速(平地)	平地 設計速度:120km/h 出入制限:F 対象車両:S	-	-	
	第2級	←高速(山地)	山地 設計速度:100km/h 出入制限:F 対象車両:S	←高速(平地)	平地 設計速度:100km/h 出入制限:F 対象車両:S	
		←専用(平地)	-	-	-	
	第3級	←高速(山地)	山地 設計速度:80km/h 出入制限:F 対象車両:S	←高速(平地)	平地 設計速度:80km/h 出入制限:F 対象車両:S 車線運用:~(3/2+1)車線	
←専用(山地)		-	-	-		
第4級	←高速(山地)	山地 設計速度:60km/h 出入制限:F 対象車両:S 車線運用:~(3/2+1)車線	-	-		
第2種(都市部)	第1級	←高速	-	-	←高速(都市部以外)	←高速(都市部以外) *高速自動車国道または他自専道(都市部以外) 設計速度:80km/h 出入制限:F 対象車両:S
	第2級	←専用(都市部)	-	-	←専用(都市部)	*他自専道(都市部) 設計速度:60km/h 出入制限:F 対象車両:S

表中記号： 出入り制限(F:完全制限、P:部分制限、N:制限なし) 設計対象車両(S:セミトレーラ、T:普通自動車)
注) 旅行速度目標及び指定車線数は現時点での試案であり、今後の議論で見直し余地がある参考値である。

性能照査型道路計画設計のための 交通容量とサービス水準に関する研究

交通工学研究会 平成22年度自主研究特定課題

第30回交通工学研究発表会 2010.9.21-22

代表 中村 英樹(名古屋大学大学院)

メンバー

- 【顧問】・森田 紳之(社会システム株)
- 【委員】・阿部 義典(国際航業株)
- ・内海 泰輔(株長大)
- ・中村 英樹(名古屋大学大学院)
- ・洪 性俊(東京大学生産技術研究所)
- ・山川 英一(八千代エンジニアリング株)
- ・森原 雅夫(東北大学)
- ・泉 典宏(株オリエントコンサルタンツ)
- ・大口 敬(首都大学東京大学院)
- ・野中 康弘(株道路計画)
- ・前田 剛(独)日本高速道路保有・債務返済機構)
- ・若林 糾(株福山コンサルタント)
- ・喜多 秀行(神戸大学大学院)
- ・上坂 克巳(国土技術政策総合研究所)
- ・下川 澄雄(財)国土技術研究センター)
- ・野見山 尚志(株建設技術研究所)
- ・村重 至康(株高速道路総合技術研究所)

問題意識 ~「質」が確保されるように計画設計されているか?~

- 道路を計画設計する際のコンセプトを、「決まった規格の道路(現行)」から「機能に対応した性能を実現する道路(本研究)」へ転換することが必要

現行手法	問題点	本研究での対応
種級区分	<ul style="list-style-type: none"> 特に級区分の機能が曖昧、管理区分とも不整合 交通量に依存 	機能に対応した階層区分
計画交通量に強く依存した「仕様設計」	<ul style="list-style-type: none"> 計画交通量・地形地域などの条件により、道路構造諸元がほぼ自動的に決定 柔軟な道路構造代替案に乏しい(eg.追越車線・副道の設置など単路部の構造、交差点の構造) 特に空間的・予算的制約のある場合には機能の確保が困難 (eg.狭小幅員車線) 	機能に応じた「性能設計」
性能のチェックが不在	<ul style="list-style-type: none"> 実現する交通状況不明 	機能に応じた性能指標で事前照査
単路部・断面ベース	<ul style="list-style-type: none"> 不連続な交通容量、低い実現旅行速度 	ボトルネックを含む区間ベース
交通運用の考慮なし	<ul style="list-style-type: none"> ピーク需要への経済的対応困難 (eg.動的車線運用) 供用後の実現性能低下 (eg.信号制御) 	計画設計段階で可能な限り考慮し、性能照査

性能照査型道路計画設計の主なメリット

- その道路に求められる機能に応じた性能を確保
- 道路/交通状況に応じた道路横断面の柔軟な利用が可能



追越可能な道路構造[2+1車線]



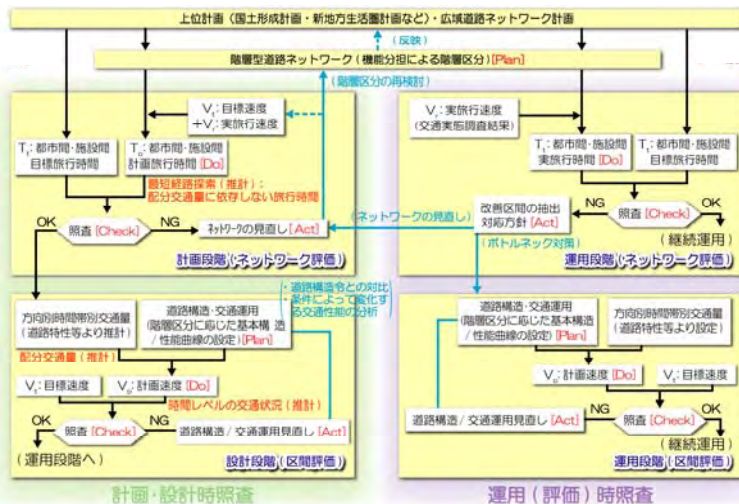
交通状況に応じた道路横断面の柔軟な利用

本自主研究の目的

- 各種道路の様々な区間における実測データを収集・分析し、工学的な観点から道路の交通容量やサービス水準を定量化する。そして、これらを活かした性能照査型道路設計技術指針を提案する。

性能照査型道路計画設計の流れ(案)

- 計画・設計・運用の各段階で性能をチェックし、満足していない場合には、ネットワークや道路構造・交通運用の見直しを図る。



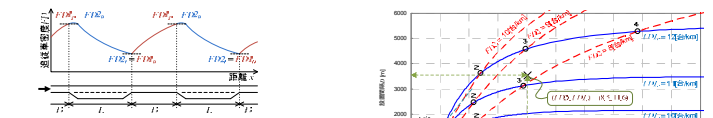
本自主研究で取り組んでいる主な研究テーマ

- 階層区分の再検討
 - 機能に応じた道路階層区分の再検討
 - 道路相互の接続ルールの検討
- 道路構造令との対応
 - 道路の階層区分と種級区分、標準横断面等との対応

種級区分	道路の種別 計画交通量(台/日)	道路構造令 代表型	分類	階層区分(目標旅行速度) Highways(または「幹線」)			
				自動車	バス	トラック	自転車
I	1000	100(特例100)	規格分類	大都市圏(200km)	地域圏(100km)	市町村圏(50km)	日常生活圏
			規格スケール	A _{VI} -1	A-I	A-II	A _{VI} -2
II	500	100(特例100)	規格分類	大都市圏(200km)	地域圏(100km)	市町村圏(50km)	日常生活圏
			規格スケール	A _{VI} -1	A-I	A-II	A _{VI} -2
III	100	60(特例60)	規格分類	大都市圏(200km)	地域圏(100km)	市町村圏(50km)	日常生活圏
			規格スケール	A _{VI} -1	A-I	A-II	A _{VI} -2

条件によって変化する交通性能の分析

- 追従車密度を考慮した往復2車線道路における付加追越車線の設置水準



付加追越車線の設置による追従車密度の変化

付加追越車線の設置水準に応じたサービスの質

実運用状態の性能照査手法の構築

- 指定・認定要件を活用した既存道路と道路階層区分との対応関係

交通機能 連絡 スケール	通行機能				一般国道の路線の指定要件
	A _{VI}	A	B	...	
I 大都市圏連絡	○				1号: 国土を縦断・横断し、又は循環し重要都市を連絡
II 都市間連絡	○				2号: 重要都市又は10万人以上の市と高速道路又は1号規定国道を連絡 4号: 重要な港湾・空港、国際観光地と高速道路又は1号規定国道を連絡 5号: 国土の総合開発等の必要都市と高速道路又は1号規定国道を連絡
III 市町村間連絡		○			3号: 2以上の市を連絡して高速道路又は1号規定国道を連絡
...					

- 都市間道路における性能評価指標の検討および既存道路を用いた評価

- ・速達性 [I_A]: 道路が如何に速く走れる能力を有しているか示すもの

$$I_{A[Max]} = V_{max} / V_t \quad / \quad I_{A[Min]} = V_{min} / V_t$$

[Max: 1.0, 大きいほど速達性大]

- ・安定性 [I_B]: 1日を通してどの程度現状の最も走りやすい環境に近い状態で走行できているか示すもの

$$I_B = (V_{max} - V_{med}) / (V_{max} - V_{min})$$

[小さいほど安定性良]

評価ランク	速達性 [I _A]	安定性 [I _B]	階層区分(目標旅行速度)	評価ランク
ランクA	I _{A[Min]}} = 1.0	-	A _{VI} -1 (100km/h)	ランクA
ランクB	I _{A[Max]}} = 1.0	I _B ≤ 0.5	A-I (60km/h)	ランクB
ランクC	I _{A[Min]}} < 1.0	I _B > 0.5	A-II (50km/h)	ランクC
ランクD	I _{A[Max]}} < 1.0	-	B-III (40km/h)	ランクD

