

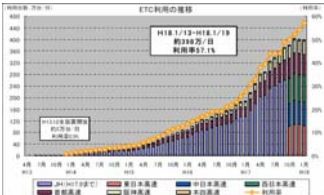
ITSを利用した次世代多機能型高速道路ジャンクション

東京工業大学土木工学科 3年 三浦崇嗣 土井依子

はじめに

近年ETCをはじめとしたITS技術が普及してきており、ETC普及率は50%を超えたとも言われている。それに伴いわが国の高速道路やインターチェンジ(I.C.)、ジャンクション(JCT.)などのインフラストラクチャーも、ITS技術の普及の影響を受け、進化していくことが期待できる。

今回我々は、将来ITS技術が社会的に普及したときの、**新しい形のジャンクションを計画し、設計した**。計画年次は2025年とした。



出典:国土交通省道路局
http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/riyou.pdf

ITS技術について

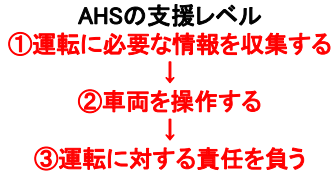
AHS

まずITS技術の中で私達が注目したのは、**AHS(Advanced Cruise-Assist Highway Systems:走行支援システム)**である。これは、道路上の設備と車載の装置の協調により運転者を支援し、交通事故や渋滞の削減を目指すシステムで、

- 「情報提供機能」
- 「警報機能」
- 「操作支援機能」

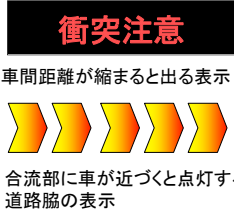
の3つの機能で運転者を支援する。

AHSの支援レベルは運転者とシステムのどちらが行うかによって3つの段階に分類される。今回我々は、道路側からの車の遠隔操作による運転支援は、実現していないものとして考えた。

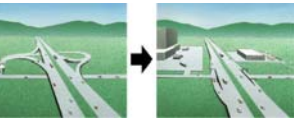


我々が提案するAHSの具体的な活用例は

- ◆前方との車間距離が縮まったときに道路脇の表示が点灯するシステム
- ◆道路の白線に凹凸をつけ、車線の逸脱を知らせる。また、白線にLED灯を埋め込み、夜間、トンネル内での走行を支援する。
- ◆合流部に車が近づくと、道路脇の標示が車の速度に合わせて点灯する。



スマートインターチェンジ

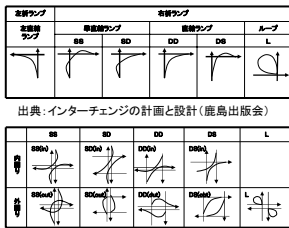


出典:国土交通省道路局
http://www.mlit.go.jp/road/road/h12point/3-s3.html

ETCを用いた**スマートインターチェンジ(スマートI.C.)**も高速道路の機能の向上を図れるITS技術である。スマートI.C.とは、ETCを用いることで面積を縮小した簡易的なI.C.である。一箇所に料金ブースを集約する必要がなくなるため、建設用地やコストの削減が可能になる。私達は一部のI.C.にスマートI.C.を採用した。

ランプ結合

左折ランプとしては、外側分流、外側合流のいわゆる外側直結路以外は原則として用いられないが、右折ランプとしては5種類の形式がある。JCT.の形式は右折動線にこの5種類のどれを用いて組み合わせるかで定まる。



各形式の特性を一覧表にしたものが右表である。今回我々は**分離帯幅が狭く、中でも迂回距離が短くなるSS(in)型**を採用した。

ランプ結合	分離帯幅		標準交差形式(階層)	本線交差角度への線形適応性(注)			迂回距離		
	分流側	合流側		直角	直角	狭角	直角	直角	狭角
SS(in)	狭	狭	3	○	○	○	中	中	中
SS(out)	狭	狭	2	◎	○	○	中	大	特大
SD(in)	狭	広	3	○	○	○	小	小	小
SD(out)	狭	特広	2	◎	○	△	中	中	中
DS(in)	広	狭	3	○	○	○	小	小	小
DS(out)	特広	狭	2	◎	○	△	中	中	大
DD(in)	広	広	3	○	○	○	小	小	小
DD(out)	特広	特広	2	◎	△	×	中	中	大
L	狭	狭	2	×	○	◎	大	大	大

出典:インターチェンジの計画と設計(鹿島出版会)

計画対象地域

外環と中央道のジャンクション



計画予定地地図(三鷹市北野)

出典:google-map 東京都三鷹市北野三丁目
http://maps.google.co.jp/



首都圏3環状9放射道路ネットワーク

出典:北首都圏道事務所
http://www.ktr.mlit.go.jp/kitasyuto/04works/network/index2.htm

今回我々は、現在建設計画中である**東京外かく環状道路(外環)**と、既存の**中央自動車道**を結ぶ**中央JCT.**を設計した。計画予定地は**三鷹市北野**である。

ここでは中央道は高架構造であり、外環は大深度地下構造とすることが決定されている。



現地の写真(中央道高架下)



現地の写真(中央道高架)

交通量需要予測

政府が予測した平成42年の交通量予測は右のようになっている。特に**中央JCT.の外環・関越道方面⇄中央道**・

	①	②	③	④
東名高速以南も整備された場合	1.7万台/日	1.4万台/日	0.6万台/日	0.6万台/日
東名高速以南が整備されない場合	1.9万台/日	1.1万台/日	1.0万台/日	0.2万台/日

出典:東京外かく環状道路(関越道~東名高速、三鷹市~調布市の区間について) 国土交通省関東地方整備局 東京都都市整備局



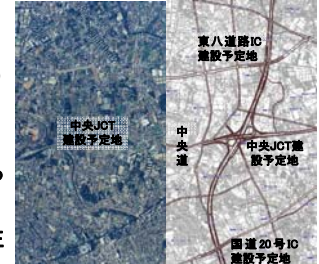
東京外かく環状道路
http://www.ktr.mlit.go.jp/gaikan/home/top.html

八王子方面の交通量が多いことが分かる。設計にあたっては、**交通量の多い①**において、**車線数を増やす**などとして、**効率の良い運行を促す必要がある**と言える。

都市計画図

現在の都市計画は昭和41年に決定されたものである。計画内容は次の通り。

- 外環本線は高架構造
- 東八道路I.C.と国道20号I.C.を中央JCT.から独立させて建設
- 外環沿線の用途地域は概ね第1種低層住居専用地域に区分され、容積率80%、建蔽率40%、高さ最高限度10mの制限がかかっている



出典:国土交通省 国土地理院 出典:東京都都市整備局 都市計画情報インターネット提供サービス
http://mapbrowse.gsi.go.jp/airphoto/ http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/service_it/index.html

ジャンクション政府案

政府は外環建設について、**地元への影響をできる限り小さくすること**と、**建設コストを少なくすること**を重視した。その結果外環本線は**大深度地下にシールドトンネル**を使用して建設することになった。ただしJCT.部分やI.C.部分は中央道や東八道路が地表にあり、地下にすることができないので、**半地下構造**にした。

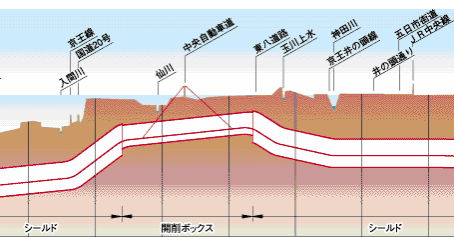


政府のJCT.案

出典:東京外かく環状道路
http://www.ktr.mlit.go.jp/gaikan/home/top.html

我々の提案するジャンクション

我々はこのITSを使った次世代のJCT.を提案する。これまでのJCT.はJCT.の機能しか持たないものが多かった。JCT.は広大な用地を要するため地価の高い都市部においては他の機能も兼ね備えたいところである。そこで、この広大な用地にITS技術を利用することにより、S.A.を併設することを提案する。



出典：東京外かく環状道路の計画のたき台
国土交通省関東地方整備局 東京都都市整備局

基本配置

JCT.部分の主な配置は、

高架	中央道本線
地上	S.A.・I.C.
地下	JCT.・I.C.
大深度地下	外環本線

地下の大空間

- 地下での連続分合流による事故率の増加
- 地下による閉塞感の軽減のため、道路が複数並行する場所は開削工事後埋め戻さず、地下大空間とする。

とする。なお、全体に示した設計図は中央道・JCT.・I.C.を示しており、外環本線・S.A.は省略している。

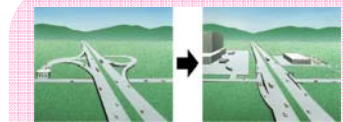
サービスエリア

S.A.はJCT.部分の地上に設置する。ETCをS.A.の出入口に設置することで、S.A.の一般者への公開高速道路の利用を目的としない一般車両の出入りも可能とする。これにより、JCT.周辺の住民のコミュニティの分断を防ぐ。

また、一般者に公開することでS.A.利用者の大幅な増大が見込めるため、S.A.の施設は、従来の簡易な施設に限らず、大型ショッピング施設の設置も可能となり、施設の充実したS.A.とできる。



JCT.イメージ模型(北方向からの撮影)



出典：国土交通省道路局
<http://www.mlit.go.jp/road/road/h12point/3-s3.html>

外環からのスマートI.C.

出口は本線からのランプの途中で分岐後、直接出口へと繋がる。入口はS.A.を経由して本線へ向かうようになっている。

外環関越方面⇄中央自動車道方面は設計速度60km
幅員構成は2車線。

S.A.施設建設地

- 地下に構造物がない
- 歩行者の動線と車の動線の分離が容易なことから、大型複合施設の立地上好ましい。

道路幾何構造

分合流は本線に対して外側流出、外側流入が事故率が低いので中央道、外環からの分合流はすべてこれを採用した。また、JCT.内でも交通量が少ないランプが左側流出、左側流入となるように設計した。

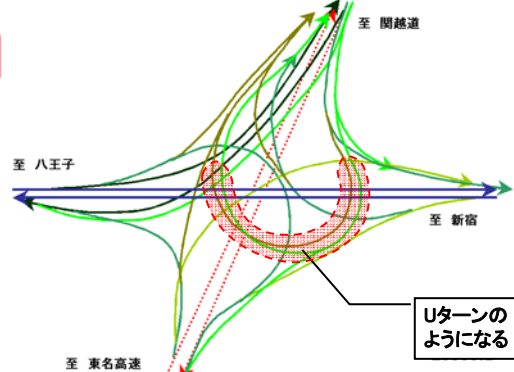
JCT.の基本型は4層型である4SS(in)型を採用する。これは、迂回距離も少なく交通運用上最も理想的とされている。この4SS(in)型の欠点である階層の多さによる莫大な工費は、外環本線と中央道本線の高低差を利用すれば工費削減となる。

JCT.部にI.C.を併設すると多枝交差となり、工費の面では連絡動線の数が少ないロータリー型が望ましいが、事故率が高くなり、渋滞の原因となるので採用しなかった。

外環東名方面

スマートインターチェンジ

外環のI.C.はスマートI.C.とする。これは、すべての方面からのI.C.をJCT.北側にある東八道路方向にまとめると、外環関越方面⇄I.C.の線型がUターンのようになるので、どうしても無理が生じてしまう。



I.C.の機能を東八道路1箇所まとめたJCT-I.C.の一例

そこで、都市計画図によって土地が確保されている吉祥寺通りにもI.C.を設置し、外環のI.C.の機能を吉祥寺通りに分担させる。しかし、都市計画図による吉祥寺通りの幅は決して広いものではないので、入口のランプは地上、出口のランプは地下とする。また、ランプ配置方式は集約型のように入口と出口の位置をずらすことで、分合流部分での道路の幅の拡大を最小限に抑える。

ランプ配置方式	ランプ傾度指数
(a) 普通型	1.0
(b) 十年型	1.2
(c) 集約型	1.3

出典：インターチェンジの計画と設計

前提条件

- ITSにより設計速度は40km/hから50km/hに上げることが可能とした。交通量の多い外環・関越道方面⇄中央道・八王子方面は設計速度を60km/hとした。
- 道路構造令自体が改められることは考慮に入れない。曲線半径、緩和区間、縦断勾配は設計速度に従って、道路構造令で定められた値を用いる。

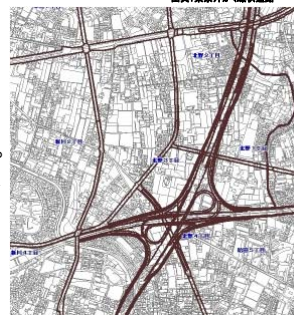
設計速度 [km/h]	曲線半径[m]	縦断勾配 [%]
120	710	2
100	460	3
80	280	4
60	150	5
50	100	6
40	60	7
30	30	8
20	15	9

道路構造令の解説と運用
社団法人 日本道路協会



出典：東京外かく環状道路

- 幅員は道路構造令より1車線あたり0.25m広げ、サービス水準を上げる(外環の通過交通には大型車が多く含まれるため)
- 交通量は、国土交通省が予測した2030年における中央JCT.の方向別交通量予測を用いる。
- 視距はAHSIによってサポート可能であるので、それほど考慮しない。片勾配は割愛する。
- 外環本線を大深度地下構造と改めた都市計画案はまだつくられていないため、昭和41年に決定されたものを用いる。



出典：東京都都市整備局
都市計画情報インターネット提供サービス
http://www.toshisei.metro.tokyo.jp/service_it/index.htm