

交通規制を伴う道路工事における プレキャスト工法のもたらす経済効果算出法に関する一考察

The Study of Computation Way about Economic Effect
by Precast Method in Road Construction with Traffic Control

野村利充* 石崎実* 安井一彦**

By Toshimitsu NOMURA, Minoru ISHIZAKI and Kazuhiko YASUI

1. はじめに

近年、道路を交通規制しながら工事を行う場合、従来場所打ちコンクリートにより構造物を建設していたものを、工場製作の部材を現地で組み立てる方式のプレキャスト工法を採用する例が増えてきている。このようなプレキャスト工法の特徴をあげると、

- ① 現場での工事期間を大幅に短縮できる
- ② 機械施工による現場での省力化（省人化）が可能である
- ③ 建設費が増加する傾向にある

といったことが考えられる。

本研究では、複数車線道路を工事により車線規制した場合と、対面通行2車線道路を定周期制御による工事用簡易信号機を用いて一定区間片側交互通行規制した場合を例に取り、プレキャスト工法による現場工期短縮のもたらす効果を、車両の遅れ時間による経済損失に着目し、モデル工事による試算例を示し、建設費と対比させ経済効果として評価する方法を提案する。

2. 車両の遅れ時間の算出

(1) 複数車線道路の車線規制による遅れ時間

バイパス道路等の片側2～3車線の高規格道路を一定区間1～2車線閉塞して工事を行う場合を例にとると、車両の旅行時間の遅れは、単位時間当たりの交通量を一定と仮定すると、一般に図-1の斜線部の面積によって表される。^{1) 2)}

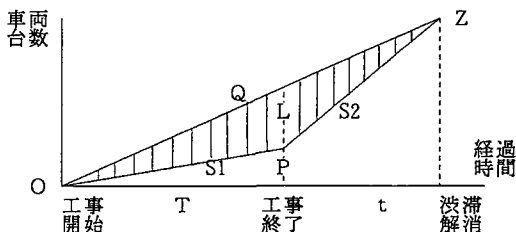


図-1 車線規制による車両の遅れ時間

Q: 単位時間当たり交通量 (台/秒)
S1: 車線閉塞時の飽和交通流率 (台/秒)
S2: 車線閉塞の無い場合の飽和交通流率 (台/秒)
T: 車線閉塞時間 (秒)
t: 渋滞解消に要する時間 (秒)
L: 最大待ち行列台数

(2) 対面通行2車線道路の片側交互通行規制による遅れ時間

片側1車線の対面通行2車線道路を一定区間片側1車線閉塞し、定周期制御による工事用簡易信号機を用いて片側交互通行規制して工事を行う場合の、片側車線の車両の旅行時間の遅れは、単位時間当たりの交通量を一定と仮定し、信号1サイクルで待ち行列が解消するものとする、一般に図-2の斜線部の面積で表される。^{1) 2)}

キーワード: 道路工事、交通規制、プレキャスト、
工期短縮、経済効果

* 正会員 日本サミコン (株) 技術部研究開発課
(950 新潟市弁天橋通1-8-23)
TEL 025-286-5211
FAX 025-286-5575

**正会員 日本大学助手 理工学部交通土木工学科
(274 船橋市習志野台7-24-1)
TEL 0474-69-5507
FAX 0474-69-2581

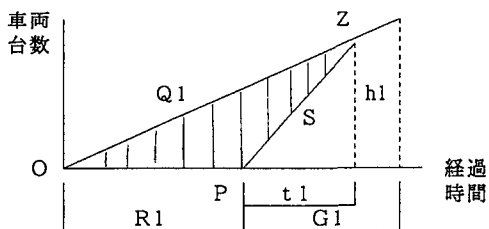


図-2 片側交互通行信号1サイクル当たりの遅れ時間

Q1: 上り車線の交通量 (台/秒)
R1: 上り車線の信号1サイクル当り赤時間 (秒)
G1: 上り車線の信号1サイクル当り青時間 (秒)
t1: 上り車線の信号が青になってから
待ち行列が解消するまでの時間 (秒)
S: 飽和交通流率 (台/青1秒)
同様に下り車線は、Q2, R2, G2, t2, とする

3. 経済損失の算出

(1) 車両1台時間単価

車両の旅行時間の遅れによる経済損失額は、図-1、図-2によって得られた車両の遅れ時間に、車両1台時間単価を乗じて算出できる。車両1台時間単価は、時間損失額、発進時の燃料損失額、停止中の燃料損失額を合算して求められるが、発進時の燃料損失額、停止中の燃料損失額は、時間損失額にくらべて極めて小さいので、ここでは時間損失額のみに着目し、車種別の時間評価値 (表-1)³⁾を各車種の交通量の比により加重平均した値を用いる。

車種別交通量の比は、便宜的に普通貨物15%、小型貨物15%、バス2%、乗用車68%と仮定し車両平均時間単価 (AP) を求める。

$$AP = 0.936 \text{ (円/台・秒)}$$

表-1 車種別時間評価値 (平成4年度価格)

車種	単価 (円/台分)	備考
普通貨物	54.89	車両留置料金
小型貨物	41.00	車両留置料金
バス	283.02	1人当たり国民所得
乗用車	53.12	労働者1人当たり賃金

(2) 複数車線道路の車線規制による経済損失

複数車線道路を工事により車線規制した場合の、車線数と規制車線数毎に交通量をパラメータとして算出した車両の遅れ時間を表-2に、それに車両1台時間単価を乗じた経済損失額を表-3に示す。

表-2 1時間当たり遅れ時間 (単位: 秒)

交通量 台/時	2車線道路 1車線規制	3車線道路 1車線規制	3車線道路 2車線規制
2000	490,410	0 (渋滞無し)	455,253
2500	2,273,295	0 (渋滞無し)	1,674,031
3000	7,432,855	0 (渋滞無し)	3,424,561
3500	196,862,400	0 (渋滞無し)	6,151,950
4000		1,159,980	10,990,321
4500		3,896,836	21,937,745
5000		16,006,488	70,376,351
5500			

表-3 1時間当たり経済損失額 (単位: 千円)

交通量 台/時	2車線道路 1車線規制	3車線道路 1車線規制	3車線道路 2車線規制
2000	459	0 (渋滞無し)	426
2500	2,128	0 (渋滞無し)	1,567
3000	6,957	0 (渋滞無し)	3,205
3500	184,263	0 (渋滞無し)	5,758
4000		1,086	10,287
4500		3,647	20,534
5000		14,982	65,872
5500			

(3) 対面通行2車線道路の片側交互通行規制による経済損失

対面通行2車線道路を工事により片側交互通行規制した場合の、規制区間と交通量をパラメータとして算出した車両の遅れ時間を表-4に、それに車両1台平均時間単価を乗じた経済損失額を表-5に示す。

表-4 1時間当たり遅れ時間 (単位: 秒)

	規制区間 (m)	50	100	150	200
	Gi (秒)	30	30	30	30
	Ri (秒)	50	70	90	110
片側 交通量 台/時	50	2,859	7,004	13,894	24,214
	100	5,889	14,429	28,623	49,883
	150	9,108	22,314	44,254	77,143
	200	12,532	30,703	60,905	106,146
	300	20,082	49,201	97,598	170,094
	400	28,739	70,411	139,672	243,419
	500	38,766	94,976	188,402	328,347

表-5 1時間当たり経済損失額 (単位: 千円)

	規制区間 (m)	50	100	150	200
	Gi (秒)	30	30	30	30
	Ri (秒)	50	70	90	110
片側 交通量 台/時	50	3	7	13	23
	100	6	14	27	47
	150	9	21	41	72
	200	12	29	57	99
	300	19	46	91	159
	400	27	66	131	228
	500	36	89	176	307

4. モデル工事による経済効果の試算例

(1) 片側2車線を1車線規制する例

ここでは、バイパス道路などでよく見られる盛土上の片側2車線道路を、地中で横断する道路を建設するため、図-3の様に1車線に交通規制しながら、盛土を開削してボックスカルバートを埋設する工事をモデルとし、従来の場所打ちコンクリートによる工法を、工場製作のプレキャスト部材を用いて工期を短縮した場合の経済効果を試算する。

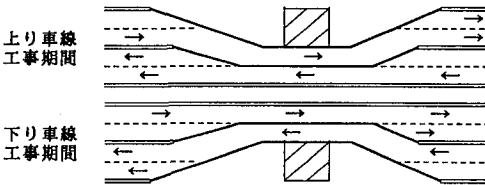


図-3 工事による車線規制モデルの概念図

モデル工事区間の1時間毎の平均交通量を図-4の様に考えると、車両の遅れが発生する時間帯(点線部)の1日当たりの総遅れ時間と経済損失額は、表-2および表-3より、
2080時間/日、701万円/日となる。

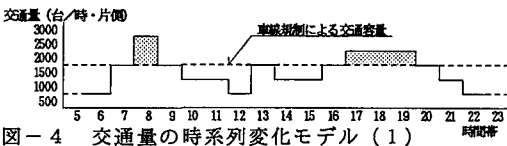


図-4 交通量の時系列変化モデル(1)

ボックスカルバートの工期の差と建設費の差は、概ね表-6の値と考えられるので、この場合のプレキャスト工法による経済効果は、工期の差に1日当たり経済損失額を乗じた値から建設費の差を引いた値であり、表-7の結果となる。

表-6 ボックスカルバートの工期と建設費

内空断面(m)		延長(m)		工期(日)		建設費(万円)	
高さ	幅			場所打ち	プレキャスト	場所打ち	プレキャスト
4.0	4.0	20.0		70	30	1,200	2,000
4.5	5.0	20.0		80	35	1,500	2,500
5.0	6.0	20.0		90	40	2,100	3,300

表-7 ボックスカルバートのプレキャスト化による経済効果

内空断面(m)		延長(m)		工期の差(日)		経済損失額の差(万円)		経済効果(万円)	
高さ	幅			(日)		(万円)	(万円)	(万円)	
4.0	4.0	20.0		40		28,040	800	27,240	
4.5	5.0	20.0		45		31,545	1,000	30,545	
5.0	6.0	20.0		50		35,050	1,200	33,850	

(2) 片側交互通行規制の例

ここでは、山岳地の道路でよく見られる雪崩対策工法であるスノーシェッドを、図-5の様に片側交互通行規制しながら建設する工事をモデルとし、場所打ちコンクリートによるRC製スノーシェッドを、工場製作のプレキャストPC部材によるPC製スノーシェッドを用いて工期を短縮した場合の経済効果を試算する。

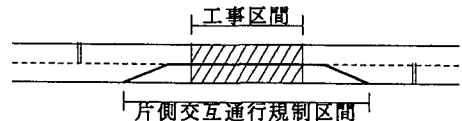


図-5 片側交互通行規制モデルの概念図

スノーシェッド工事では、屋根部を形成する上部工において、RC製とPC製とで工期が異なるため、ここでは上部工にのみ着目し、最大積雪深4m、横断構造支間10mのスノーシェッドをモデルとし、現場工期と建設費を表-8の様に考え、工事延長とそれによる規制区間を定めて試算する。

表-8 スノーシェッド上部工の工期と建設費

延長(m)	規制区間(m)	工期(日)		建設費(万円)	
		場所打ち	PC	場所打ち	PC
30.0	50.0	90	20	1,800	2,100
60.0	100.0	160	40	3,600	4,200
90.0	150.0	220	60	5,400	6,300

RC製は支保工を設置して型枠を組みコンクリートを打設する工法のため(写真-1)、終日の規制が必要となるが、PC製はトラッククレーンによりプレキャスト部材を架設する工法のため(写真-2)、架設時だけの規制だけでよい。そのためモデル工事区間の交通量を図-6の様に考えると、RC製は全時間帯における遅れ時間が対象となるが、PC製は点線部に示す日中の時間帯における遅れ時間が対象となる。

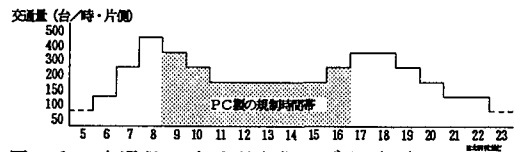


図-6 交通量の時系列変化モデル(2)

よって1日当たりの経済損失額は、図-6から求めた各交通量毎の時間の累計に、表-5の値を乗じて求められ、表-9の値となる。これに工期の差を乗じて総経済損失額が求められ建設費の差を差し引いて経済効果が求められ、表-10の値となる。

表-9 1日当たり経済損失額 (単位:千円)

規制区間	RC	PC	差
50	225	88	137
100	537	209	328
150	1,050	410	640

表-10 スノーシェッドのプレキャスト化による経済効果

延長 (m)	規制区間 (m)	工期の差 (日)	総経済損失額 (万円)	建設費の差 (万円)	経済効果 (万円)
30.0	50.0	70	959	300	659
60.0	100.0	120	3,936	600	3,336
90.0	150.0	180	10,240	900	9,340

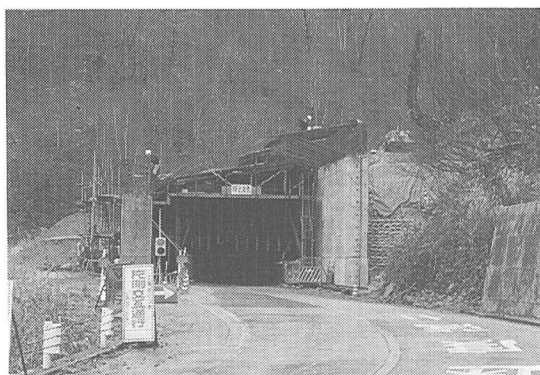


写真-1 RC製スノーシェッドの工事状況



写真-2 PC製スノーシェッドの工事状況

5. まとめ

今回の試算例では、プレキャスト工法による工期短縮の経済効果は、建設費の増加分を差し引いても余りあるものであった。

この様に、従来の場所打ちコンクリートによる工法を、プレキャスト工法により現場工期を大幅に短縮できれば、その効果により建設費の差を充分吸収することができることがわかった。

以上より、道路を交通規制して工事を行う場合の、プレキャスト工法の経済効果算出法を要約すると、

- ① 交通規制区間と交通量による車両の遅れ時間と経済損失額の算出
- ② 交通量のモデル化による1日当たりの経済損失額の算出
- ③ 現場工期の差と建設費の差の算出
- ④ ②と③による経済効果の算出

ということができる。

なお、片側交互通行規制における試算では、定周期制御による工事用簡易信号機を用いたものとして考えたが、誘導員による交通制御や、最近開発された車両感应式の工事用信号機による制御では、車両の遅れ時間が減少することが報告されており、これらを用いた場合の経済効果の算出法については、今後の課題としたい。

交通規制を行いながら工事を行うことは普通に行われているが、それによる経済損失を考慮して工法を選定する例はほとんど無いと思われる。

ところが交通規制をとまなう工事は無数にあり、その中でも今回のように、プレキャスト工法を採用する等して交通規制期間を短縮できる余地のある工事もあり得るはずである。

本研究では、プレキャスト工法による工期短縮による効果を、車両の旅行時間の遅れによる経済損失と建設費の差、という面から評価する方法として提案したが、この他にも現場工期の短縮がもたらす色々な効果の評価方法の研究も今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 交通信号の手引き、(社)交通工学研究会
平成6年7月 pp131-132
- 2) 野村利充: 工事中の道路の交通制限による経済損失算出についての一考察 道路交通経済
No.68 pp114-120 1994-7
- 3) 道路行政 平成5年度 全国道路利用者会議
P.687