

(P83)

高速道路サービスエリアにおける環境負荷削減対策

—費用便益に関する—考察

首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 ○中川 直子
 首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 河村 明
 首都大学東京 大学院都市基盤環境学域 天口 英雄

1. はじめに

高速道路におけるサービスエリアは、「駐車場」「トイレ」「電話」「園地(休憩スペース)」を基本施設として、またこれらに付帯する形で「飲食施設」「物販施設」等が整備されており、大多数の国民が使用することから、快適・清潔・安全であり、かつ環境に負荷を与えないことが要求されている。関東・新潟・東北・北海道における NEXCO 東日本の約 300 ヶ所のサービスエリアでは、近年多様な水回り改善が進められ、これらの施設の快適性は高い水準で維持されており、利用者の評価も高い。しかし、24 時間稼働していると同時に設備規模が大きいことから、水消費量、電力消費量およびこれらに伴うコストが膨大であることが問題となっている。そこで本研究では、トイレ使用の多い高速道路サービスエリアに着目し、水を消費しない男子用無水小便器や、尿を分離し使用水量の少ない洗浄水循環型尿分離トイレ等、環境低負荷型トイレを導入することにより環境負荷削減を行うことを検討しており、今までに様々な環境低負荷型トイレを導入することにより、水域への汚濁負荷量がどの程度削減されるかなどの試算を行ってきた¹⁾。今回は NEXCO 東日本の A, B サービスエリアを対象とし、既存のトイレ施設を男子用無水小便器及び洗浄水循環型尿分離トイレに交換する際に発生する導入費用に関するデータなどを収集し、これらの環境低負荷型トイレを導入することによる費用便益に関する考察を行った。

2. 試算対象施設と用いたデータ

試算を行う対象施設は、NEXCO 東日本のサービスエリアの中から表-1 に示す A サービスエリア, B サービスエリアの 2 施設とし、環境低負荷型トイレを導入した場合の環境負荷削減効果及び費用便益を試算する。表-1 の概況データは A, B サービスエリア共に平成 19 年 1 月~12 月のデータに基づいている。排水処理方式としては、A サービスエリアが公共下水道による処理、B サービスエリアは合併浄化槽処理である。トイレ水道使用量(手洗い含む)は、両施設とも施設全体の水量の 4~5 割程度である。大規模サービスエリアである A サービスエリアのトイレ水道使用量は施設全体の 5 割を占め、約 7 万 m³ / 年と多く、それに伴いトイレ洗浄水にかかるコストも約 1,700 万円と大きい。電力量については、合併浄化槽処理を行う B サービスエリアでは給水・汚水処理施設の電力量が高く、施設全体の電力量に対する割合は約 4 割を占めている。一方、A サービスエリアは公共下水道による処理をしているため、水処理に関しては、給水・汚水前処理の電力使用のみであり、商業施設も多いため、施設全体に対する割合は 1.2 % と低い。

表-1 試算対象パーキングエリアの概況

対象施設		A	B
施設規模		大規模	中規模
所属路線		常盤自動車道	
排水処理方式		下水道	浄化槽
計画利用者数		万人/年	万人/年
便器数	男子	420	35
	女子	388	21
	男子トイレ	台 小64/大28	小30/大10
女子トイレ	台 子供用5/大80	子供用0/大30	
障害者用	台 2	2	
水道	施設全体	m ³ /年 132,670	16,138
	施設全体料金	万円/年 3,202	372
	トイレ水道使用量(手洗い含む)	m ³ /年 70,794	7,063
	トイレ水道料金	万円/年 1,709	163
トイレ水量の施設全体に対する割合		% 53.4%	43.8%
汚水流入量		m ³ /年 134,249(推定)	16,548
下水道料金		万円/年 2,198	
電気	施設全体	kWh/年 3,250,368	233,681
	施設全体料金	万円/年 4,269	352
	給水・汚水前処理・浄化槽の電力使用量	kWh/年 39,192	93,641
	給水・汚水前処理・浄化槽の電気料金	万円/年 52	141
給水・汚水前処理・浄化槽の全体に対する割合		% 1.2%	40.1%

3. 導入を検討している環境低負荷型トイレ

サービスエリアに導入を検討している環境低負荷型トイレとして、男子用無水小便器、洗浄水循環型尿分離トイレが挙げられる。男子用無水小便器(図-1)は洗浄水が不要である男子用小便器である。また洗浄水循環型尿分離トイレ(図-2)は、従来の洗浄水循環型トイレ¹⁾に新たに尿分離の機能を付加したもので、尿尿排水用の洗浄水と便器用洗浄水とを電磁石で切り替え 2 段階に分けて流すことで、1 回の廃棄洗浄水量を 0.6 L まで削減した使用水量が非常に少ないトイレである。便器用洗浄水は 2.2 L 流れるが尿尿とは混じらず、循環利用するしくみになっている。



図-1 男子用無水小便器 図-2 洗浄水循環型尿分離トイレ

4. 試算に用いたデータおよび試算方法

本研究では子供・身障者用トイレ以外の既存トイレをすべて男子用無水小便器や洗浄水循環型尿分離トイレに変えるというシナリオで、環境負荷削減効果の試算を行った。表-2に、現状と今回導入すると仮定した男子用無水小便器および洗浄水循環型尿分離トイレ1 flush 当たりのトイレ洗浄水量を示す。そして、サービスエリアの利用者全員が小用、その中で10人に1人が大用使用もすると仮定し、年間どの程度水道使用量、電力量が削減され、それに伴って水道料金、電気料金、下水道料金が削減されるかを試算した。

表-2 1 flush 当たりのトイレ洗浄水量

	現状				導入後	
	A		B		男子	女子
L/flush	男子	女子	男子	女子		
大用	8	8	10	10	0.6	0.6
小用	4		6		0	

5. 試算結果および考察

A, B サービスエリアにおいて、上記の環境低負荷型トイレ導入ケースにおける環境負荷削減効果及びコスト削減効果を試算した結果を表-3に示す。洗浄水量の少ない環境低負荷型トイレ導入により水道使用量はA, B サービスエリア共に3~4割程度減少し、大規模であるA サービスエリアは水道料金の削減量も大きい。また、トイレ洗浄水量の減少により、下水道管や浄化槽への汚水流入量も削減され、それに伴い、A サービスエリアでは下水道料金が、B サービスエリアでは浄化槽の電力・電気料金が減少する。電力量に関しては、洗浄水循環型尿分離トイレは洗浄水を循環させるための電力がかかるため、導入台数の多いA サービスエリアでは電力量及び電気料金は増加する。しかし下水道料金は減少するので、それらの増減を合わせると年間1,652万円のコスト削減となる。B サービスエリアは洗浄水循環型尿分離トイレにかかる電力が増加しても浄化槽にかかる電力削減分が大きいいため、水道料金、電気料金ともに削減され、年間134万円のコスト削減となる。

表-3 環境低負荷型トイレ導入効果試算結果

対象施設			A	B
水道	施設全体使用量 (m ³ /年)	導入後	81,186	11,482
		削減量	51,484	4,656
	水道料金 (万円/年)	導入後	2,013	264
		削減量	1,189	108
トイレ水道使用量(m ³ /年)	導入後	19,310	2,407	
トイレ水量削減率(全体)			39 % (27%)	34 % (29%)
汚水処理	尿除去量(m ³ /年)		1,616	112
	汚水流入量 (m ³ /年)	導入後	81,149	11,780
		削減量	53,100	4,768
	下水道料金 (万円/年)	導入後	1,319	
削減量		879		
汚水流入量削減率			40%	29%
電気	施設全体使用量 (kWh/年)	導入後	3,567,410	216,397
		削減量	-317,042	17,284
	施設全体料金 (万円/年)	導入後	4,685	326
		削減量	-416	26
	給水・汚水前処理・浄化槽の電力使用量 (kWh/年)	導入後	356,234	76,357
削減量		-317,042	17,284	
全体に対する電力量削減率			-10%	7%

表-4 環境低負荷型トイレ導入に関するコスト

対象施設		A	B
環境低負荷型トイレ導入コスト (万円)	男子無水便器	2,072 (64台)	973 (30台)
	洗浄水循環型尿分離トイレ	4,320 (108台)	600 (40台)
	計	6,392	1,573
男子無水小便器カートリッジ費用 (万円/年)		219	18
環境低負荷型トイレ導入による水道料金等のコスト削減分 (万円/年)		1,652	134

そこで、環境低負荷型トイレの導入にどの程度のコストがかかるのか、そしてそれらが前述した水道料金などのコスト削減分によってどのくらいの期間でペイバックされるのかを計算した。A, B 両サービスエリアにおける環境低負荷型トイレ導入コストおよび男子無水小便器にかかるカートリッジ費用を表-4に示す。これら便器の値段や工事費用等はトイレメーカーである(株)INAX, (株)リンフォースから入手した。それらの導入コストが前述した水道料金等のコスト削減分でペイバックされると仮定したところ、ペイバックタイムはA サービスエリアが5年、B サービスエリアが14年となった。もちろん、除去した尿の処理にも費用がかかるが、今回の試算結果は尿処理にどこまで費用をかけられるかの目安にもなる。尿処理に関しては、今のところ、できるだけコストやエネルギーがかからないように近隣の菜の花畑に肥料として施肥し、菜の花からバイオエネルギーを作るなどの循環利用を考えているが、効率的かつ有効な尿の利活用も今後の課題となっている。

謝辞：本研究は、東京都アジア高度研究「アジア都市圏における水問題解決のための適応策に関する研究」(代表：河村明)の一環です。また、本研究に対して、NEXCO 東日本、そしてトイレメーカーの(株)INAX, (株)リンフォースより貴重なデータを提供して頂きました。ここに記して深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 安藤規子, 中川直子, 河村 明, 天口英雄: 高速道路サービスエリアにおける尿分離型トイレおよび男子用無水小便器導入による環境負荷削減効果について, 第37回土木学会関東支部研究発表会講演集, CD-ROM版(II-048), 2010.

キーワード：環境負荷削減, 高速道路サービスエリア, コスト削減, 水使用効率化, 尿分離型トイレ