

23. 建設工事における二酸化炭素排出量削減のための省燃費運転

— 省燃費運転法と実体験研修会におけるその効果 —

Fuel-saving Driving for Reduction of Carbon Dioxide Emissions in Construction Works

— Fuel-saving Driving Method and its Effectiveness in In-service Training Course —

飯塚孝司* ○柴田健司**

Takashi IIZUKA* Kenji SHIBATA**

ABSTRACT ; More than 70% of the carbon dioxide emitted during the various stages of construction works can be attributed to construction machinery and trucks (including dump-trucks), and emissions of carbon dioxide, especially from trucks, account for 1/3 of all emissions. As countermeasures against such emissions, (a) improvements in truck bodies and engines, (b) novel developments in design and construction methods, and (c) improvements in driving method are considered viable. Regarding Item (c), a training course for fuel-saving driving has been established for truck drivers of subcontractors, with the object of introducing and generalizing a fuel-saving driving method. The training course for fuel-saving driving comprises two types of training: “training by lecture” and “in-service training” for gaining actual experience of fuel-saving driving method, with a view to ensuring that drivers will adopt the “fuel-saving driving method” in their daily tasks, thus improving the fuel consumption rate and reducing carbon oxide emissions. The “in-service training” is to be conducted for the purpose of ensuring that the points of the fuel-saving driving method are confirmed and recognized by the drivers themselves in their actual driving before and after the “training by lecture.”

In this paper, the fuel-saving driving method as a way of reducing the volume of carbon dioxide emitted during the various stages of construction works is described. Next, a comparison is made between cases when the fuel-saving driving method is conducted and cases where it is not conducted, based on the data obtained from the “in-service training.” As a result, improvement in the fuel consumption rate of at least 30% could be confirmed, although this depends on the drivers. By introducing details of the training, the usefulness of the fuel-saving driving method is shown.

KEYWORDS ; carbon dioxide emitted、fuel-saving driving method、in-service training

1 はじめに

工事段階で排出される二酸化炭素の約70%強は、建設機械とトラック（ダンプトラック含む）によるもので、特にトラック等からの排出量が全体の3分の1を占めている。これらの対策としては、a. 車体やエンジンの改良、b. 設計や施工法の工夫、c. 運転方法の改善が挙げられる。このうちc.について、施工協力会社のトラックドライバーを対象とした省燃費運転研修会を実施し省燃費運転法を導入、普及している。省燃費運転法とは、①シフトアップ時のエンジン回転数の低減、②高速段の多用、③一定速運転（波状運転の防止）、④エンジンブレーキの多用（有効活用）、⑤高速走行時の巡行速度の設定等、14のポイントからなっている。省燃費運転研修会では、「座学研修」と、実地による省燃費運転「実体験研修」の2種類の研修を行い、研修会後の日々の業務に「省燃費運転法」を取り入れてもらうことで燃料消費率向上を図り、結果として二酸化炭素排出量を削減することを目的にしている。その中の「実体験研修」とは、「座学研修」前後に実際にトラック等をドライバーに運転してもらい、たとえば省燃費運転法のいくつかのポイントを運転に取り入れた場合の省燃費運転効果を自分自身で確認し、理解してもらうために行うものである。

本論分では、工事段階で排出される二酸化炭素排出量削減のための方法として、省燃費運転研修および省燃費運転法を紹介し、「実体験研修」で得られたデータをもとに、その削減効果について述べるものである。

* (株)大林組地球環境室 Obayashi Corporation Global Environment Department

** (株)大林組土木技術本部 Obayashi Corporation Civil Engineering Technology Division

2 建設現場でのトラックと建設機械から発生する二酸化炭素の推定

日建連自主行動計画フォローアップ第2回(99.10)によると、現場における二酸化炭素排出量は'98年度推定で109万トンである。その内、軽油により発生した二酸化炭素は79.4万トンであり、すべてトラックおよび建設機械の燃料の燃焼によるものである。ちなみに、土木現場と建築現場を比較すると、土木現場における排出量は建築現場の約10倍である。

3 省燃費運転法の導入、普及

3. 1 省燃費運転実施のための研修について

建設工事において二酸化炭素排出量削減のための省燃費運転法を導入、普及するために、施工協力会社のトラックドライバーを対象とした本運転法の研修を実施している。省燃費運転研修には「座学研修会」と「実体験研修会」の2種類の省燃費運転研修会を用意している。表-3.1に各々の研修会の特徴を示す。

「座学研修会」の特徴は、主催者側からすれば会場や日時設定、資料準備は簡単で、受講時間は1～2時間程度と比較的短く、一度の研修会で多数のドライバーを対象に研修可能で、自社内で対応できるが、短所として研修会参加者一人一人に対する研修効果は低い点があげられる。一方、「実体験研修会」は逆に、実体験のためのトラックへの燃料計取付けや走行コースの設定等の準備に手間がかかり、参加したドライバーに走行を体験してもらうため研修は1日掛かりと長く、一度に20～30人の研修が限度であり、さらに燃料計の取付けを含め自社内だけでの対応は難しく、自動車メーカーの協力が必要であるが、長所として研修会参加者一人一人に対する研修効果は高い点があげられる。このように研修の種類により一長一短はあるが、現在、研修参加者の省燃費運転の普及を確実なものにするため、研修効果の高い「実体験研修会」を主体に省燃費運転研修会を実施している。

3. 2 省燃費運転実体験研修会の手順

省燃費運転実体験研修会の概略手順を以下に示す。まず「なぜ省燃費運転を行う必要があるのか」をドライバーに座学により認識させる。これまでの研修において「環境問題はドライバー自身の問題だけでなく、子孫の問題である。」ことを説明するとドライバーが研修の必要性を認識することが確認できている。この講座終了後、実体験走行コースにおける走行方法を説明し、研修会敷地内、もしくは周辺に設定した走行コースに移動し、各ドライバーにコース上で日常通りの運転をしてもらい、通常運転時の燃費を測定する。次に昼食をはさみ「省燃費運転法」について解説後、再度走行コースに移動し、各ドライバーにコース上で忠実に省燃費運転を実施してもらい、省燃費運転時の燃費を測定する。最後に各ドライ

表-2.1 建設現場でのトラックと建設機械からのCO2排出量

	トラック	建設機械	合計 (109万t-c/yの内)
建築系	4.9万t-c/y (63%)	2.9万t-c/y (37%)	7.8万t-c/y (7.2%)
土木系	30.8万t-c/y (43%)	40.8万t-c/y (57%)	71.6万t-c/y (65.6%)
合計 (109万t-c/yの内)	35.7万t-c/y (32.7%)	43.7万t-c/y (40.1%)	79.4万t-c/y (72.8%)

(内訳は日建連1998年スタディ資料より)

表-3.1(a) 座学研修会の特徴

- 準備は簡単
- 時間は1～2時間
- 一度に多数の運転者に研修可能
- 自社内で対応可能
- 効果は低い

表-3.1(b) 実体験研修会の特徴

- 準備に手間がかかる
- 研修は1日掛かり
- 一度に20～30人の研修が限度
- 自動車メーカーの協力が必要
- 効果は高い

表-3.2 実体験研修会実施スタッフ

- 進行係
 - 講座「地球環境問題とCO2」の講師
 - 講座「省燃費運転法」の講師
 - 講座「日常点検」「安全運転」の講師
 - 運転指導係(添乗者)
 - データ解析係
 - 運転者呼び出し係
 - データ回収係
 - トラック誘導係
 - 会場出入り口安全確認係
 - トラック整備係
- (合計7～12名)

バーの通常運転時と省燃費運転時の走行データをもとに、いかに省燃費運転法が効果的か解説し、研修会を終了する。表-3.2、3.3 に各々、「実体験研修会」実施のためのスタッフ、および省燃費運転実体験研修会スケジュール例を示す。

3. 3 省燃費運転とは
 省燃費運転法とは、①シフトアップ時のエンジン回転数の低減、②高速段の多用、③一定速運転（波状運転の防止）、④エンジンプレーキの多用（有効活用）、⑤高速走行時の巡行速度の設定等、14 のポイントからなっている。表-3.4 に省燃費運転法のポイントを示す。トラックによる実体験研修ではドライバーに通常①～④の効果を体験させている。

表-3.3 省燃費運転実体験研修会スケジュール例

時 間	所要時間 (分)	内 容	会場他	担 当
9:00～ 9:15	15	開会挨拶など	研修室	大木組
9:15～ 9:35	20	講座「地球環境問題と CO2」	研修室	大木組
9:35～ 9:45	10	スタッフ紹介、スケジュール説明	研修室	自動車カ
9:45～ 9:55	10	実技走行コースと走行方法の説明	研修室	自動車カ
9:55～10:00	5	走行コースに移動	-----	-----
10:00～11:40	100	第1回目走行(通常運転) 15分/人x7名/台	路上	自動車カ
11:40～11:45	5	研修室に移動	-----	-----
11:45～12:05	20	省燃費ビデオの放映	研修室	自動車カ
12:05～12:35	30	昼食	研修室	大木組
12:35～12:55	20	講座「省燃費運転法」	研修室	自動車カ
12:55～13:00	5	走行コースに移動	-----	-----
13:00～14:40	100	第2回目走行(省燃費運転) 15分/人x7名/台	路上	自動車カ
14:40～14:45	5	研修室に移動	-----	-----
14:45～15:15	30	講座「安全運転」	研修室	自動車カ
15:15～15:45	30	走行データの解説	研修室	自動車カ
15:45～16:00	15	閉会挨拶など	研修室	大木組

表-3.4 省燃費運転法のポイント

●一般道路・高速道路での省燃費運転のポイント	●共通的な省燃費運転のポイント
①急発進、急加速を避ける ・シフトアップ時のエンジン回転数の低減。 ・発進、加速時の早めのシフトアップ ・1200～1500 回転のグリーンゾーン内でのシフトアップ。 ②早めのシフトアップ、遅めのシフトダウン ・高変速段の多用。 ・5～6 走行を 7 速走行に。 ③一定速度運転（波状運転の防止）の励行 ・車速変動を 5km/h 以下に。 ④惰力走行の多用 ・エンジンプレーキ、排気ブレーキ使用中は燃料を消費しない。 ・停止前、早めのアクセルペダル解除による、燃料無噴射状態や惰力走行（エンジンプレーキ）の使用。 ⑤経済速度での走行 ・高速走行時の巡行速度の設定。120km/h より 80km/h に。 ・一般道では 50km/h に。 ・空気抵抗は車速の 2 乗に比例。巡行速度が低いほど、燃費は向上。	⑧必要最低限のアイドリング運転 ・長すぎるアイドリングは燃料の無駄。 ・暖気運転は冬でも 10 分で十分。 ・30 秒以上の無人停車時はエンジンを停止。 ⑨空気抵抗の削減 ・ウインドディフレクターの取付け ・エアダムスカート取付け ⑩タイヤの空気圧の適正化 ・タイヤの低空気圧は燃費悪化につながる。 ⑪タイヤの選択 ・バイアスタイヤよりラジアルタイヤやチューブレスラジアルタイヤに。 ⑫エアエレメントの目詰まり防止 ・エアエレメントの目詰まりは出力低下から燃費が悪化。 ⑬エンジンオイルの適性管理 ・粘度の高いエンジンオイルはエンジン摩耗損失を大きくし、燃費が悪化。 ⑭燃料噴射時期の調整 ・燃料噴射時期が適切に調整されていないと燃費が悪化。
●現場内走行道路での省燃費運転のポイント ⑥一段上のシフトアップ ・上りや平地では一段上のシフトアップを心がける。 ⑦エンジンプレーキと排気ブレーキのこまめな選択 ・下り坂での排気ブレーキの入れっぱなしは燃費悪化につながる。	

4 実体験研修会における省燃費運転の効果

4. 1 使用車両および走行コース

表-3.3 に示したような実体験研修会スケジュールに従い研修を実施した。ここではその中のコース走行結果について述べる。表-4.1 にコース走行に使用した車両および積載量を示す。使用した車両はいすゞ自動車製 4 トン車および 10 トン車の 2 台であり、積載量は写真-4.1 に示すような最大積載量の 50%とした。

各車両には燃費測定のため、研修会開始前に写真-4.2 に示すような燃料計が取り付けられている。本研修会の研修参加人数は 10 名であり、コース走行は各々の車両 5 名ずつで実施した。

図-4.1 に本研修会で設定した走行コースを示す。走行コースは全工程 2.9km、燃費測定区間 2.3km である。燃費測定区間はさらに 4 区間に分かれており、区間（1）は発進・加速区間、区間（2）は市内走行区間、区間（3）は郊外走行区間、区間（4）は惰力走行区間として設定している。これは省燃費運転時ドライバーに、区間（1）では急発進・急加速せず早目のシフトアップを、区間（2）では高速段の多用を、区間（3）では一定速運転を、区間（4）ではエンジンプレーキの活用を実施してもらうためである。なお、コース走行時には自動車メーカーの指導員が同乗しており、写真-4.3 に示すように燃費測定とともに、省燃費運転走行時には、省燃費運転法の指導も実施している。

4. 2 走行結果

表-4.2 に 4 トン車により実体験研修を実施した各ドライバーの燃料消費量、区間燃費、燃費向上率およびコース走行所要時間を示す。各ドライバーの通常の運転に差があり、燃費向上率が 50～70%と飛躍的に燃費が向上したドライバーもいたが、省燃費運転を実施することにより、燃費は最低でも 30%程度は向上している。なお、各ドライバーとも惰力走行時に数百%以上燃費が向上するのは、ディーゼルエンジンの特性で、アクセルペダルから足をはなすと、すなわちエンジンプレーキ作動時には燃料が無噴射状態となり、まったく燃料を消費しないで走行していることによる。通常運転時と省燃費運転時のコース走行所要時間を比較すると、全長 2.9km とコースが短いことに関係するかもしれないが、運行時間に大幅な影響を

表-4.1 使用車両および積載量

車種	積載量	研修参加者
FRR33H (4 トン車)	2 トン	5 名
CXM81U (10 トン車)	5 トン	5 名



写真-4.1 積載状況(10 トン車)

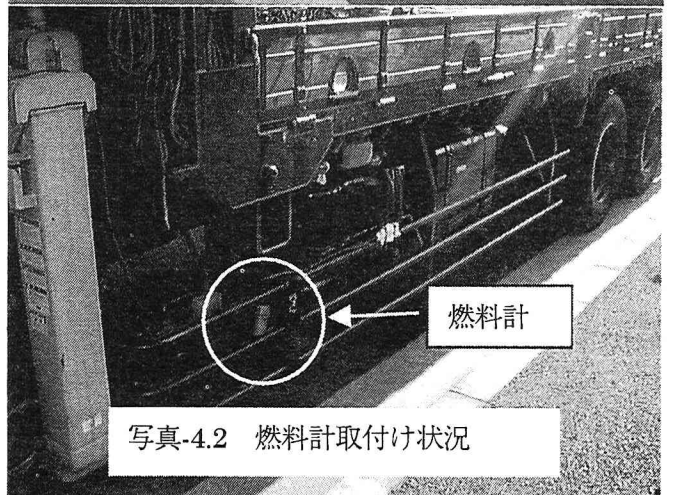


写真-4.2 燃料計取付け状況



写真-4.3 燃費測定状況

与えることはないようである。

図-4.2、4.3に各々、4トン車、10トン車における走行区間ごとにまとめた通常運転および省燃費運転時の燃費と燃費向上率のドライバー5人の平均値を示す。コース走行結果から判断すると、トラックの大小に関係無く、省燃費運転を行うことによりコース全体で両車両とも燃費が44%向上している。詳細にみると、省燃費運転を行うことにより発進・停止が繰り返され、比較的低速走行となっていると想定される市内走行時には、燃費向上率が50～60%と効果が大きい。また、比較的高速かつ一定速度で走行していると想定される郊外走行時においても、燃費向上率20%程度は期待できそうである。

表-4.2 4トン車による実体験研修結果（コース走行結果）

区間			発進・加速	市内走行	郊外走行	惰力走行	合計	所要時間
ドライバー	運転種別	測定区間 距離(km)	スタート～A	A～B	B'～C	C～ゴール		
A氏	通常	燃料消費量cc	146.6	75.7	87.2	10.7	320.2	2分59秒
		区間燃費km/L	4.09	9.25	9.17	18.69	7.18	
		燃費向上率 %	42.1	28.0	12.3	970.1	32.9	
	省燃費	燃料消費量cc	103.3	59.1	77.7	1.0	241.1	3分23秒
		区間燃費km/L	5.81	11.84	10.30	200.00	9.54	
		燃費向上率 %	42.1	28.0	12.3	970.1	32.9	
B氏	通常	燃料消費量cc	140.3	72.1	93.9	10	316.3	3分26秒
		区間燃費km/L	4.28	9.71	8.52	20	7.27	
		燃費向上率 %	23.6	36.8	20.5	1011.1	29.2	
	省燃費	燃料消費量cc	113.4	52.7	77.9	0.9	244.9	3分33秒
		区間燃費km/L	5.29	13.28	10.27	222.22	9.39	
		燃費向上率 %	23.6	36.8	20.5	1011.1	29.2	
C氏	通常	燃料消費量cc	171.8	83.5	106.2	7.9	369.4	3分27秒
		区間燃費km/L	3.49	8.38	7.53	25.32	6.23	
		燃費向上率 %	82.8	70.5	59.2	393.7	74.6	
	省燃費	燃料消費量cc	94.1	49	66.7	1.6	211.4	3分51秒
		区間燃費km/L	6.38	14.29	11.99	125.00	10.88	
		燃費向上率 %	82.8	70.5	59.2	393.7	74.6	
D氏	通常	燃料消費量cc	133.4	107.7	78.7	39.7	359.5	3分40秒
		区間燃費km/L	4.5	6.5	10.17	5.04	6.4	
		燃費向上率 %	32.9	97.5	1.1	5568.8	54.1	
	省燃費	燃料消費量cc	100.3	54.5	77.8	0.7	233.3	3分36秒
		区間燃費km/L	5.98	12.84	10.28	285.71	9.86	
		燃費向上率 %	32.9	97.5	1.1	5568.8	54.1	
E氏	通常	燃料消費量cc	125.8	69.1	81.8	30.7	307.4	3分29秒
		区間燃費km/L	4.77	10.13	9.78	6.51	7.48	
		燃費向上率 %	32.1	15.6	10.1	10140.7	33.8	
	省燃費	燃料消費量cc	95.3	59.8	74.3	0.3	229.7	3分34秒
		区間燃費km/L	6.30	11.71	10.77	666.67	10.01	
		燃費向上率 %	32.1	15.6	10.1	10140.7	33.8	

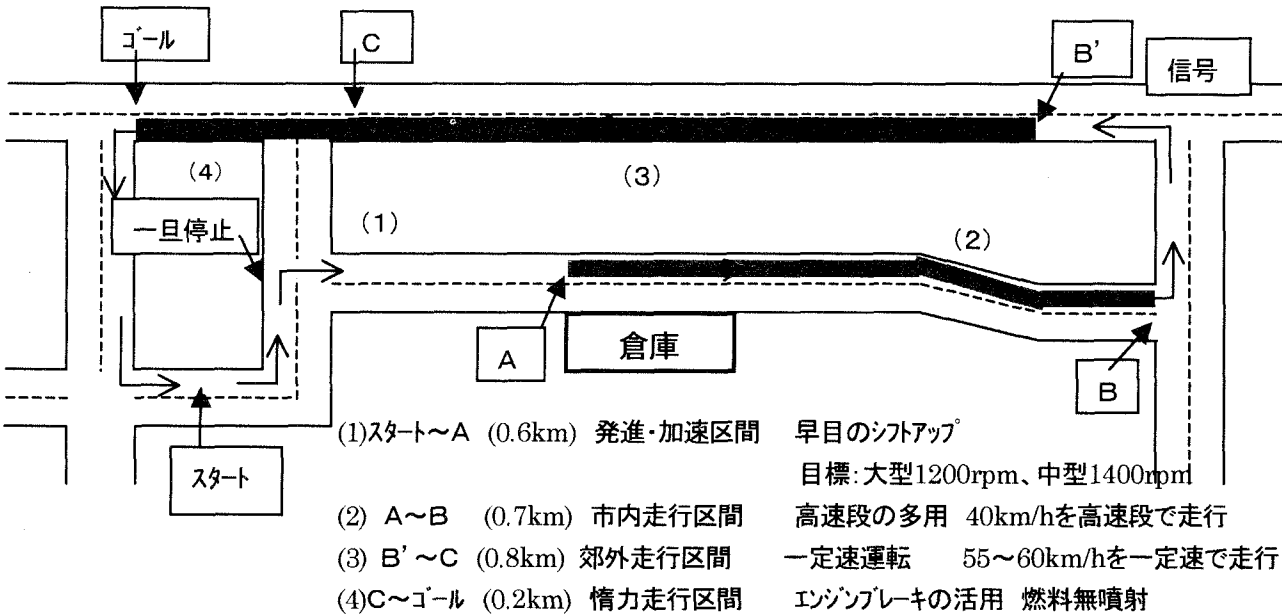


図-4.1 実体験研修において設定した走行コース

表-4.3 に示すような条件において、今回の実体験研修で得られた結果をもとに省燃費運転導入による環境効果について検討する。4 トントラックのみ10 台を保有する施工協力会社を仮定し、CO₂削減効果を試算した結果、図-4.4 に示すように年間のCO₂排出量削減は47t-CO₂/year となった。この結果はあくまでも省燃費運転の指導員同乗時のものであり、日常の運行時に省燃費運転を行ってこのままの成果が得られるわけではないが、トラックドライバーが日常、省燃費運転を意識した運行を行えば、この1/3～1/2 程度の効果は期待できるものと考えられる。

5 おわりに

省燃費運転実体験研修会は'99 年 12 月より開始し、現在、全国各地で延べ15 回開催している。今後は特にダンプトラックのドライバーや建設機械のオペレーターを対象とした省燃費運転研修を実施し、建設工事におけるCO₂排出量削減に努力していく予定である。

6 謝辞

省燃費運転実体験研修会は、自動車メーカー4 社（いすゞ自動車、三菱自動車工業、日野自動車、日産ディーゼル工業）の協力、支援のもとに実施している。今回紹介した実体験研修会は、走行条件に制約の多い走行コースやトラックの使用条件等にあった最適な研修プログラムをご提供いただけたとの判断のもと、いすゞ自動車殿に全面的に協力、支援をお願いして実施したものである。研修方法やデータの公開をご快諾いただき、この場を借りて謝意を評する。

参考文献

- 1) 省燃費運転講座大型車編：いすゞ自動車(株)

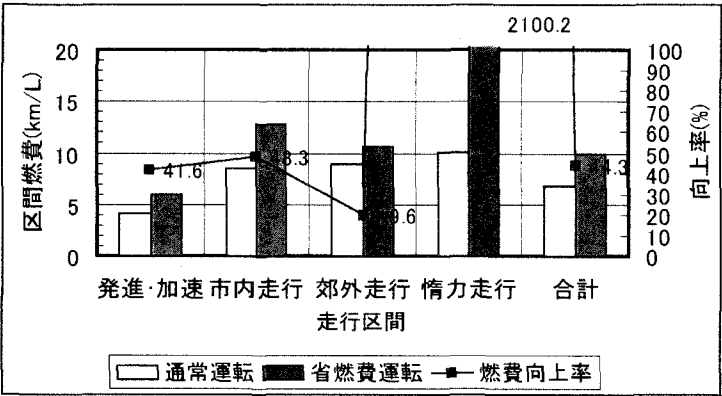


図-4.2 通常運転、省燃費運転時の燃費と燃費向上率(4t 車)

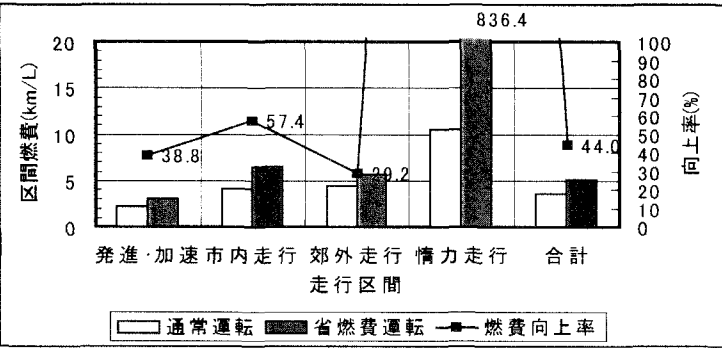


図-4.3 通常運転、省燃費運転時の燃費と燃費向上率(10t 車)

表-4.3 仮定した条件

トラック保有台数	4t 車：10 台
年間走行距離	40000km/台

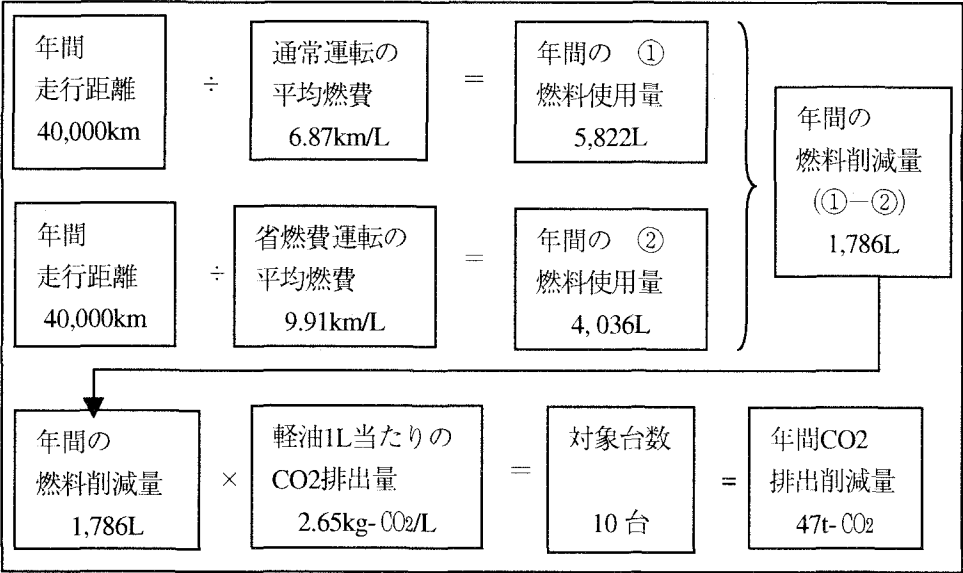


図-4.4 CO₂ 排出量削減検討結果