

エスパー非開削探査における CO2 排出量削減効果について

Effect of CO2 Emission Reduction in ESPAR Non Destructive Testing

アイレック技建株式会社 東日本営業本部

榊 克実*, 堤 志信**

AIREC ENGINEERING CORPORATION

*Katsumi SAKAKI, **Shinobu TSUTSUMI

要旨

電磁波レーダ法を用いて地中埋設管を非開削で探査するエスパーは、開削で行う試験掘り調査に比較し、繰り返し路上工事の削減、工事騒音の解消や交通渋滞の緩和による周辺環境の保全、掘削土砂などの建設副産物が発生しないことによる自然環境保護など、環境保全に貢献する技術である。更に近年では、地球温暖化等に伴い更なる環境保護の促進として、建設土木工事における発生 CO2 量の削減が求められている。今回、エスパー非開削探査による環境貢献度合いを CO2 排出量として具体的に推計したところ、試験掘りによる埋設物探査の CO2 排出量に比較して、エスパー非開削探査による CO2 排出量は 1/12 に削減できることが明らかになった。

Abstract

ESPAR is nondestructive testing technology that searches underground conduits with electromagnetic radar. Nondestructive examination doesn't dig up the road unlike test-pit digging. Therefore, nondestructive testing can reduce the repeated construction, cancel the construction noise, and improve the ambient surrounding by lessening of traffic jams. Moreover, nondestructive testing where the soil that is the construction by-product is not generated can attempt the protection of natural environment. Recently, the promotion of a further environmental protection is demanded along with global warming, and the reduction in the amount of CO2 generated from the civil engineering work is requested. In this paper, the effect on an environmental contribution by the ESPAR nondestructive testing was expressed by the amount of the CO2 emission. As a result, it was clarified to be able to reduce the amount of the CO2 emission by the ESPAR nondestructive testing to 1/12 compared with the amount of the CO2 emission of the test-pit digging.

1. はじめに

近年、社会全体として地球環境保護が頻繁に取りあげられている。京都議定書において温室効果ガスの削減目標が設定され、本年 2008 年はその初年度となっている。日本の削減目標は、2012 年までに 1990 年に比較して 6% の削減となっており、「チームマイナス 6%」と銘打っての各種削減取り組みも頻繁に目にする機会がある。建設業界においても、温室効果ガス排出削減の取り組みが行われており、主なものとしては、社団法人日本建設業団体連合会などの建設 3 団体においては「建設工事段階で発生する CO2 排出量を 2010 年までに 1990 年比 12% 削減」⁽¹⁾ という目標値を設定し取り組みが行われている。

アイレック技建術では、電磁波レーダにより地中埋設管等の水平位置や埋設深度といった占用位置を非開削で探査するエスパー技術を開発し導入を図っており、探査用途、目的、対象別に機器ラインナップを揃え、現在では探査総延長距離は 1,300Km を越えている（図 1）。

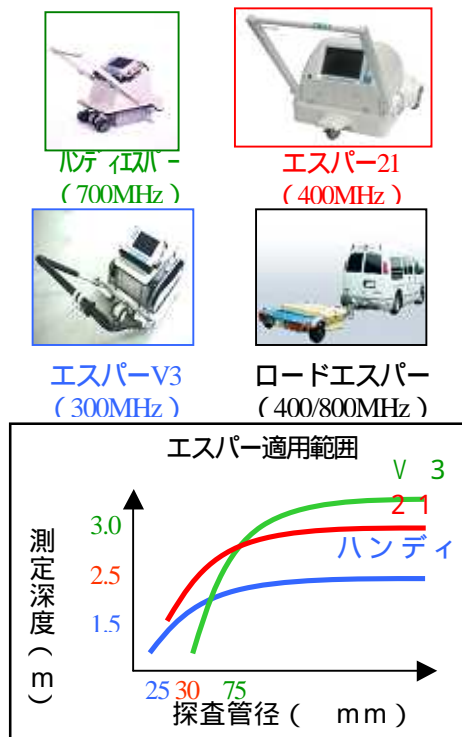


図 1 エスパー非開削探査装置と適用領域

エスパー非開削探査は、道路を掘削して埋設物を確認する方法である試験掘り調査に比較して、地球環境や工事現場周辺環境などの保全に有効な技術である。道路を掘削しないことから建設廃棄物の排出が無く、当然掘削しないことから試験掘り調査で行われているような自然資源による掘削箇所の埋め戻しも発生しないため、自然環境保全に貢献できる。また、試験掘り調査における掘削等の重機作業や材料、廃棄物の運搬車両の走行等も解消できるため、工事に伴う渋滞や騒音、振動、粉塵等の発生も回避でき、工事現場周辺的生活環境保全に貢献できる。また、試験掘り調査では、設計段階での試験掘りから実際の工事実施までの期間が数ヶ月間となることもあり、そのような場合には、試験掘り跡の舗装状態の巡回点検や舗装の凹み等の修繕などのメンテナンスも必要となっており、試験掘り調査に伴って副次的に発生する環境対策項目となっている。

現在では、このような工事に伴う環境保全の遂行は、工事の発注者や施工者にとって地球環境保護に対する企業の社会的責務となっており、企業 CSR のうえで重要な事項と位置づけられつつある。また、中田ら⁽²⁾によると、土木工事における CO2 排出量は、下水道工事および共同溝工事を含む道路工事で全体の約半数を占めることから、非開削探査の活用による CO2 排出量削減の活用場面は多いと考える（図 2）

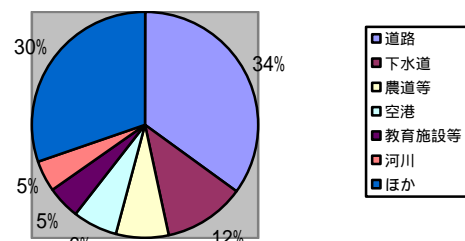


図 2 土木工事における用途別 CO2 排出量

本論文では、エスパー非開削探査が地球環境保全に与える貢献度について、試験掘り調査とエスパー非開削探査における温室効果ガスの排出量で評価し、環境貢献度を具体的に定量化することにより、非開削探査のより一層の普及拡大を図ることを目的とした。

2. 非開削探査の利点

工事目的物を高品質で構築するには、地中埋設物の占有位置把握は重要な事項である。そのため、現状では試験掘り調査により地中埋設管の占有位置の把握が実施されているが、非破壊探査では試験掘り調査に比較して数多くの利点が存在する（図3）。

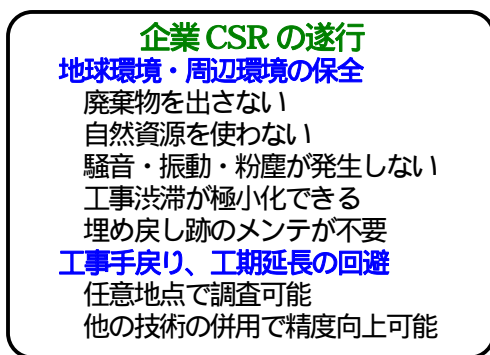


図3 非破壊探査の利点

その一つとして、非開削探査は任意の地点で埋設物確認が可能である。試験掘り調査も調査地点数を増やせば可能であるが、無尽蔵に増やすことは前述した数々の問題やコスト面、施工性の面から限界がある。これに対し、非開削探査では、任意の地点、方向、長さ等の設定が可能であり、探査地点を効果的に設定することで埋設物の確認に有効な情報が得られる。二つ目として、電磁波レーダ探査では、他の埋設物確認手法を併用することで、より精度の高い効果的な非開削探査が可能である。電磁誘導法や液圧差法などの埋設管の占有位置を連続的に計測する技術の併用により、埋設物調査を面的かつ連続性をもった探査結果として活用できる。また、試験掘り調査を併用するやり方も有効と考える。この場合には、必要最低限の試験掘り調査を実施し、試験掘り調査による埋設物の確認結果を非開削探査に反映させて精度を上げることが可能となる。これにより、試験掘り調査箇所数の削減や試験掘り調査での掘削範囲の縮小などの改善が図られる。設計や施工前の段階で埋設物を確実かつ正確に把握しておくことにより、工事の手戻りや設計変更、さらにはそれらに伴う工期延伸や工事中止などの影響も回避可能であ

る。このように、非開削探査は工事目的物の品質向上にも有効であり、直接的な環境保全是勿論のこと、副次的な面を含めトータルで環境保全に貢献できる技術である。

3. CO2 排出量シミュレーション

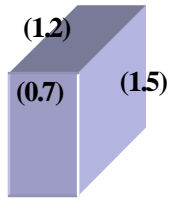
CO2 排出量は、試験掘り調査とエスパー非開削探査の両手法について、それぞれの標準作業工程、作業効率を考慮し、1日あたりの標準的な作業数量を設定してシミュレーションを実施した。それらを元に、両手法における各作業工程で発生するCO2量を算出した。なお、CO2排出量は、埋設物調査1箇所あたりの排出量に換算して比較することとした。

CO2排出量は、独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センターによる3EID(産業連関表による環境負荷原単位データブック)^⑨を利用し算出した。算出項目としては、各作業工程における使用機器の製造時に発生するCO2排出量および各作業工程で使用する材料の製造時に発生するCO2排出量ならびに各作業工程で使用する機器の運転時に発生するCO2排出量を対象とした。3EIDでは、算出の基本となるCO2排出量が産業連関表により各部門の基礎数値が整理されており、比較的容易に算出が可能であるが、環境負荷原単位が部門単位となっているためマクロシミュレーションになりがちであることに注意が必要である。

3.1 作業工程の設定

(1) 試験掘り調査

試験掘り調査の概要を図4に示す。ここでは、地中埋設管の占有位置の確認のための試験掘り調査を想定した。作業工程は表1に示すとおりであり、標準的な作業手順で設定した。表中、機器および材料欄の印は、各作業工程でのCO2排出量の算定対象機器の使用および材料の使用の有無を表した。なお、試験掘り調査の作業効率率は1日に2箇所と設定し、1日あたりの作業量を算出したうえで試験掘り1箇所あたりに換算した。



- <設定条件>
- ・掘削 (0.7*1.2*1.5m)
 - ・舗装構成：90型
(5/5/5/30/45)
 - ・路盤部まで機械掘削
 - ・即時復旧

図4 試験掘り工程の規模

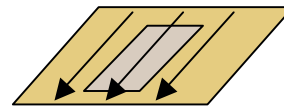
表1 試験掘り工法の作業工程

工程	工程内容	機器	材料
舗装切断	舗装カッタによる切断		-
舗装破碎	バックホウによる破碎		-
機械掘削	バックホウによる掘削		-
土留め	簡易矢板による土留め		
人力掘削	人力掘削および埋設物確認	-	-
埋め戻し	路床材・路盤材の埋め戻し		
復旧	アスファルト合材の仮舗装		
残土処理	ダンプトラックによる運搬		-
巡回点検	車両によるルート点検		-
不陸補修	アスファルト合材での補修		

また、作業工程の中で、試験掘り後のメンテナンス期間を半年間と設定した。この期間には、1週間ごとの路面パトロール点検（巡回点検）と2ヶ月に1回程度の路面の凹み修復（不陸補修）を想定した。

(2)非開削調査

エスパー非開削調査の概要を図5に示す。試験掘り調査と同様に地中埋設管の占用位置の調査を想定し、調査側線等を設定した。非開削調査の作業工程は表2に示すとおりである。なお、作業能率を1日あたり4箇所と設定し、1日あたりの作業量を算出したうえで1箇所あたりに換算した。



- <設定条件>
- ・非開削測線
3測線/1箇所

図5 エスパー非開削調査の規模

表2 エスパー非開削調査工法の作業工程

工程	工程内容	機器	材料
移動	車両による現場移動		-
測線設定	測線の設定，マーキング	-	-
調査	エスパーによる非開削調査		-

3.2 CO2排出量の算出

3EID手法での「機器の製造」「材料の製造」「機器の使用」の三つの項目について算出する。

(1)機器製造に関するCO2排出量

3-1項で設定した各作業工程に対して、各作業で設定した建設機器等に対し、機器の製造時に発生するCO2量を産業連関表により求めた。設定した各機器の当該作業工程における運転時間を算出し、当該機器の使用時間に対するCO2排出量を次式により求めた。

$$[\text{CO}_2 \text{ 排出量}] = [\text{機器製造時に発生するCO}_2 \text{ 量}] \times ([\text{当該作業での運転時間}] \div [\text{標準共用時間}])$$

(2)材料の製造に関するCO2排出量

各作業工程で使用する材料および仮設材料を設定し、その材料の製造時に発生するCO2量を産業連関表により求め、各材料の使用数量を算出して次式によりCO2排出量を求めた。なお、仮設材料に関しては、繰り返し使用を想定して転用率を考慮した。

$$[\text{CO}_2 \text{ 排出量}] = [[\text{材料製造時に発生するCO}_2 \text{ 単位数}] \times [\text{当該作業での使用数量}]] \times [\text{転用率 (仮設材料の場合)}]$$

(3) 機器の使用に関する CO2 排出量

(1)項で設定した各建設機器等に対して 時間当たり燃料消費量を求め、燃料種別ごとの CO2 排出量と(1)項で設定した運転時間から、各作業工程における使用機器等の燃料消費による CO2 排出量を次式により算出した。なお、主な動力源が電力となる機器については、対象排出量が微小であるため算出を省略した。

$$[\text{CO2 排出量}] = [\text{燃料消費時に発生する CO2 量}] \times [\text{機器運転時の時間当たり燃料消費量}] \times [\text{当該作業での機器運転時間}]$$

4. 結果

4.1 試験掘り調査

試験掘り調査における CO2 排出量のシミュレーション結果を表 3 に示す。試験掘りの調査に関しては、試験掘りの直接作業とメンテナンス期間における作業との内訳も示した。

表 3 試験掘り工法における CO2 排出量
(試験掘り 1 箇所あたり：単位 Kg-CO2)

作業区分 算出項目	CO2 排出量		
	試験掘り	メンテナンス	合計
機器の製造	4.7	2.0	6.7
材料・仮設材	35.0	7.6	42.6
機器の使用	31.0	1.0	32.0
排出量合計	70.7	10.6	81.3

排出総量は 81.3Kg-CO2 となり、「材料・仮設材」が 42.6kg-CO2、「機器の使用」が 32.0Kg-CO2 である。これらの内訳では、材料では埋め戻し材料やアスファルト合材によるものが大半を占める。また、機器使用では残土処理運搬に係わる燃料消費が半数近くを占めている。埋め戻し復旧材料や建設副産物の廃棄など道路を掘削するということに起因して発生するものが、試験掘り調査の作業そのものにより発生するものより、CO2 排出量が多い。(表 4)

表 4 試験掘り調査 CO2 排出量内訳

工程	CO2 排出量(g-CO2)	
	機器の使用	材料・仮設材
舗装切断	394(1.2%)	708(1.7%)
舗装破碎	3,706(11.6%)	0(0%)
機械掘削	7,412(23.2%)	297(0.7%)
土留め	3,706(11.6%)	3,930(9.2%)
人力掘削	0(0%)	0(0%)
埋め戻し	793(2.5%)	17,312(40.6%)
仮復旧	793(2.5%)	11,450(26.8%)
残土処理	14,148(44.3%)	0(0%)
巡回点検	608(1.9%)	0(0%)
不陸補修	397(1.2%)	7,634(17.9%)
合計	31,958(100%)	42,641(100%)

4.2 非開削探査

エスパー非開削探査における CO2 排出量のシミュレーション結果を表 5 に示す。

表 5 非開削探査における CO2 排出量
(エスパー探査 1 箇所あたり：単位 Kg-CO2)

	CO2 排出量
機器の製造	3.6
材料・仮設材	0.0
機器の使用	3.0
排出量合計	6.7

総排出量は 6.7Kg-CO2 となっており、試験掘り調査に比較して 1/12 の排出量であり、埋設物探査 1 箇所あたりで 92% の CO2 排出量の削減となっている。内訳として、非開削探査では CO2 排出の対象となるような使用材料はないため、計上していない。機器の製造に関する CO2 排出量では、エスパー探査装置と探査現場への移動車両を計上し、3.6Kg-CO2 となっている。機器の使用に関しては、エスパー装置は充電電池により駆動するため CO2 排出量の計上は省

略しており、探査現場への車両移動に伴う燃料消費のみを考慮した。

5. おわりに

エスパー非開削探査による環境保全効果をCO₂排出量で具体的に数値化し、試験掘りに比較して92%の削減効果があることが確認できた。本シミュレーションでは試験掘り調査と非開削探査の直接的な作業に伴うCO₂排出量を比較したが、実際には施工に伴う工事渋滞や騒音や振動等の対策など、副次的に発生するCO₂排出量も存在するため、非開削探査による改善効果は更に大きなものと考えることが出来る。

このように、環境保全に効果の高い非開削探査であるが、精度面では試験掘りに適わないケースもあり、現状では広く普及が進んでいない。今後は、非開削探査の精度向上に向け、探査機器の改良、開発は勿論であるが、運用面による精度向上についても提案を行い、非破壊探査の普及拡大と地球環境保全に貢献したい。

(参考文献)

(1)日本建設業団体連合会『建設業の環境保全自主行動計画第3版(2003年2月)』

(<http://www.nikkenren.com/ondanka/>)

(2)中口毅博(芝浦工業大学)、飯田俊博(筑波大学大学院)「建設業における市区町村別CO₂排出量の推計」

(<http://homepage1.nifty.com/nakaguti/work/ondanka/kanjo2007.pdf>)

(3)独立行政法人国立環境研究所地球環境センター「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)」

(http://www-cger.nies.go.jp/publication/D031/jpn/index_j.htm)