

## [討議・回答]

Hamid R. HADDADI 共著  
川上英二

# “Modeling wave propagation by using normalized input-output minimization (NIOM) method for multiple linear systems”への討議・回答

(土木学会論文集, No.584/I-42, 1998年1月掲載)

## ▶討議者 (Discussion)

盛川 仁 (鳥取大学)

Hitoshi MORIKAWA

## 1. はじめに

原論文は、新しい数学的手法を開発し、地震動の鉛直アレー記録から容易に地盤に関する有用な情報を抽出し得ることを示している。この手法は、地盤構造の推定において広範な利用が期待される極めてすぐれた手法であるが、原論文で提案されている手法の基礎となる数学的手法において不明な点があるため、より詳しい説明をしていただきたく、本討議を投稿した。

なお、本稿で引用している式番号は原論文中に示されている式番号に対応する。

## 2. 原論文の概略

原論文において提案されている解析手法は、最も単純な1次の線形システムにおける手法を皮切りに、次第に複雑なシステムの場合へと拡張している。しかし、基本的な考え方はずれの場合においても共通である。従って、本討議においては、最も単純な場合、すなわち、1次の線形システムの場合の記述(pp.30-31)をもとに議論を進める。

原論文では、地盤への入力波形と出力波形のパワースペクトルの和が最小となるような入出力モデルを決定することにより、意図した結果を得ようとしている。そのための手法として、Lagrangeの未定乗数法を導入し、式(7)で示される $L$ を最小化すると述べられている。原論文では、実関数に対して一般に行われているように、Lagrangeの未定乗数を取り入れて、制約条件を含む目的関数 $L$ を決定し、 $L$ の極値において最小値を取り得るという考えに基づいて

数式が展開されている。この考え方のもとで、 $\frac{\partial L}{\partial X_i} = 0$ ,  $\frac{\partial L}{\partial X_i^*} = 0$  を必要条件として $X_i$ について解くことにより、式(9), (10)に示される結果が得られている。

## 3. 討 議

以上のように、原論文において式(7)の最小化は極めて重要な意味を持つ。本討議では、式(7)の最小化において必要条件として挙げられている、

$$\frac{\partial L}{\partial X_i} = 0$$

について議論しようとするものである。上式から微分に関する本質的な部分のみを抜き出すと、

$$\frac{\partial}{\partial X_i}(X_i \cdot X_i^*)$$

という微分を実行することになる。原論文では、この微分の結果については特に言及されておらず、直ちに結果が示されているが(式(9), (10)), 結果よりこの部分を推察すると、

$$2X_i = \frac{\partial}{\partial X_i}(X_i \cdot X_i^*)$$

という関係式が用いられているようである。

ここで、討議の要点を明確にするために、討議の内容を要約しておく。すなわち、

「複素関数 $X_i \cdot X_i^*$ が複素数 $X_i$ で微分可能か」

という点が、討議者の疑問である。」

†ここで、式の表現を簡単にするために、討議者が原論文の式に対して $X_i = X(\omega_i)$ ,  $X_i^* = X^*(\omega_i)$ という置き換えを行った。

