

# V-177 逆解析手法によるリフト打設された堤体コンクリートの内部発熱の評価

飛島建設(株) 研究開発部 正 大河原重昭  
 飛島建設(株) 土木設計部 正〇久近 博志  
 飛島建設(株) 土木設計部 正 荒井 幸夫  
 神戸大学 工 学 部 正 桜井 春輔

## 1. はじめに

リフト打設されたコンクリートの計測結果に基づいて実施した堤体コンクリートの内部発熱の同定結果について整理するとともに、同定結果を基にして熱伝導解析に逆解析手法を適用することの有効性について報告する。

## 2. 評価のための解析モデル

別紙<sup>1)</sup>で報告したようなリフト打設されたコンクリートに対して、有限要素法の非定常熱伝導解析に非線形計画法（シンプレックス法）を応用した逆解析手法によって計測結果の評価をする。

計測器が設置された3リフトのうち、下部リフトの打設直後から中間リフト打設後14日間（合計20日間）の内部温度の計測データに対して、8時間間隔（00:00, 06:00, 12:00, 18:00）で逆解析を行い、

- コンクリートの内部発熱
- コンクリート表面の熱伝達係数（上面）

の変化を同定した。

下部リフト、中間リフトの打設に伴って図-1のような解析モデルを設定した。このとき同定する未知数以外の諸物性値を表-1に示す。

## 3. 同定結果

### 1) 同定過程

図-2にシンプレックス法の同定過程の一例として下部リフト打設2.25日後の解析結果を示す。熱伝導解析における逆解析は目的関数としての誤差曲面が連続して凹型を示しており、局所最適解を求める非線形計画法が適用し易く、収束性も良いことが分かる。

### 2) 内部温度

下部と中間リフトは、それぞれ平成元年7月21日と7月28日に打設された。このときの打設温度は、それぞれ21.9と19.9℃であった。

計測された外気温とコンクリートの内部温度の変化を図-3～図-4に示す。同定結果と計測値の誤差は標準偏差にして0.06～1.22で、比較的精度良く同定している様子が分かる。

### 3) 熱伝達係数

熱伝達係数の同定結果を図-5に示す。コンクリー

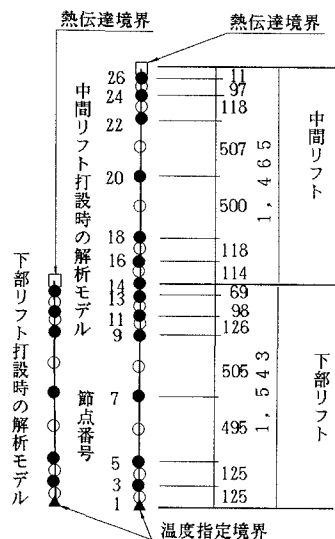


図-1 解析モデル

表-1 熱特性試験結果

| 密度<br>$t/m^3$ | 比熱<br>$kcal/kg \cdot ^\circ C$ | 熱拡散率<br>$m^2/hr$ | 熱伝導率<br>$kcal/m \cdot h \cdot ^\circ C$ |
|---------------|--------------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| 2.363         | 0.240                          | 0.00423          | 2.40                                    |

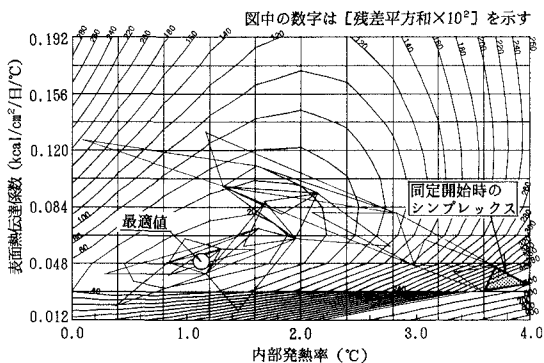


図-2 シンプレックス法の収束過程

ト表面の熱収支が合っていれば同定されるコンクリートの内部発熱には大きく影響しないものと判断し、日射の影響を無視してコンクリートの表面を熱伝達境界として評価した。このため、日中（06:00～18:00）の熱伝達係数に関しては、日射の影響も含めたコンクリート表面の熱収支に関する等価な熱伝達係数となっているため、同定値は負値となっている。日射の影響の評価に関しては別紙で述べてある<sup>2)</sup>。

#### 4) コンクリートの内部発熱

同定された結果を図-6に示した。

今回の堤体コンクリートは、打設されたコンクリートの配合・材料・打設方法が同じ状態であったが、打設間隔と外部温度だけが若干違った環境でリフト打設されていた。このため、各リフト毎に計測された内部温度の変化はそれぞれ若干の相違を示すことになるが、同定された内部発熱曲線は各リフトともほぼ同じ結果となっている。

#### 4. おわりに

逆解析に用いたコンクリート内部の温度分布が違っているにも拘らず、同定された内部発熱曲線は各リフトともほぼ同じ結果となっている。打設したコンクリート材料と施工環境が同じ場合、コンクリートの内部発熱曲線が同じ結果になるのは当然のことであるが、解析的に評価できたことは、本逆解析手法の有意性の証明になるものと考えている。今後、コンクリート構造物の現場計測や実験の結果評価にも本逆解析手法を活用し、現場の温度管理計画や温度ひび割れの原因追求に努めたいと考えている。

【参考文献】 1)所河ら：「堤体コンクリートの熱特性や熱境界特性の評価のための実験」第45回年次学術講演会,1990,土木学会（投稿中）、2)津崎ら：「湛水養生中のコンクリートの内部発熱に与える風速の影響」第45回年次学術講演会,1990,土木学会（投稿中）、3)津崎ら：「日射がコンクリート構造物の熱伝導に与える影響」第45回年次学術講演会,1990,土木学会（投稿中）

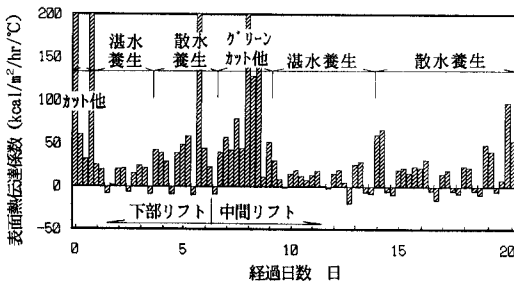


図-5 熱伝達係数経時図

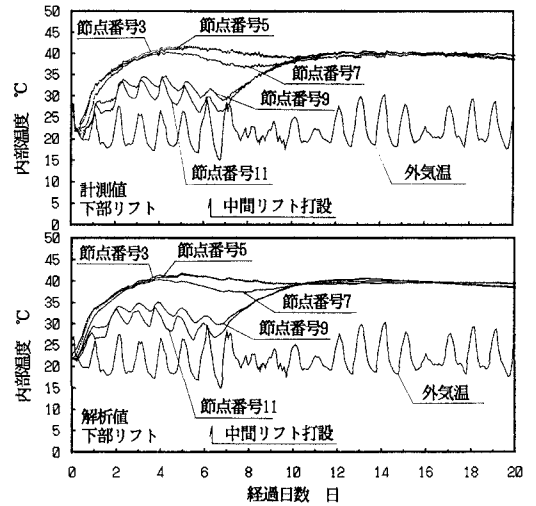


図-3 内部温度比較図（下部リフト）

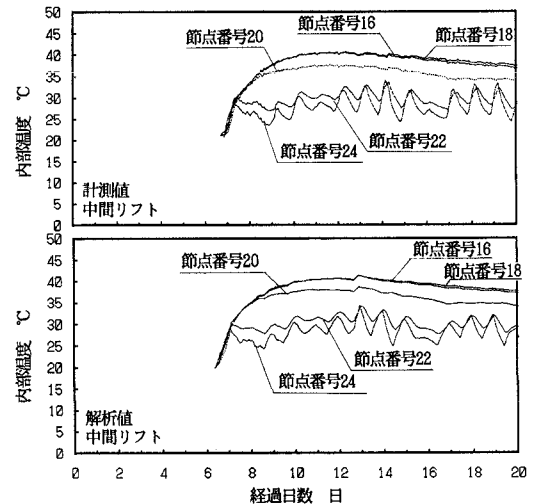


図-4 内部温度比較図（中間リフト）

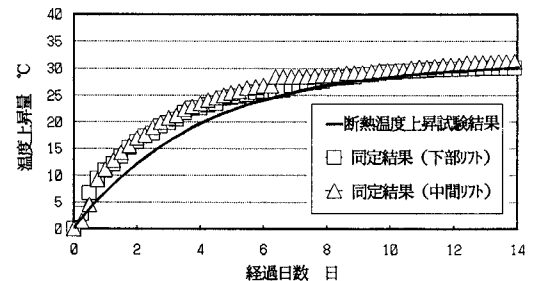


図-6 内部発熱経時図