

## 実証試験要領改定の検討

実証試験要領の改定は、2月27日に開催された第5回技術実証検討会分科会でも議論された。改定箇所の改定案は以下のとおりである。

### 1. 「地中熱利用にあたってのガイドライン」の尊重

#### (1) 改定内容

[現行] 記述なし

↓

[改定後] (p.1の「当実証試験要領の位置づけ」の文末に追記)

本実証試験の実施にあたっては、環境省が作成して公表した「地中熱利用にあたってのガイドライン」を十分に尊重することとする。

【地中熱利用にあたってのガイドライン】平成24年3月 環境省水・大気環境局

なお、このガイドラインは下記のURLから入手できます。

<http://www.env.go.jp/water/jiban/gl-gh201203/index.html>

#### (2) 改定理由

本ガイドラインは、環境省が「地中熱利用にあたっての基本的な考え方を整理した」もので、平成24年3月に公表されたものである。その内容は本技術分野に直接関わるものなので、その尊重を明記することが適切である。

### 2. 「APF」の呼称の変更

#### (1) 改定内容

[現行] 実証試験要領の p.3

脚注 APF : Annual Performance Factor の略。COP の年間平均値を表す。当要領で示す APF は、厳密な年間平均値ではなく、実証試験期間（7～8ヶ月程度）の平均値として定義している。

↓

[改定後] (案)

「APF」を変更する。(呼称、略称は第2回技術実証検討会での審議事項)

呼称の案 ①現地試験期間平均 COP (冷房または暖房)

②現地測定期間平均 COP

③実測冷房暖房平均 COP

呼称の略称 (案)

①COP<sub>ETV</sub> (ETV独自の略称なので、このような案を考えた。)

## 変更後の脚注の案

脚注 COP<sub>ETV</sub>（現地試験期間平均 COP）： ETV で独自に定めた指標。本実証試験の試験期間の COP の平均値を表す。本実証試験での現地試験期間は、冷房期間も暖房期間もともにおおむね 2 ヶ月程度である。

### (2) 改訂理由

「APF」の呼称は、経済産業省が定めて広く知られているエアコンの省エネ基準の「APF」があるが、ETV で算出している APF とは内容が異なり、そのため数値にもかなりの差がある。この状況では一般読者の誤解を招く恐れがあるので、ETV での呼称を変更する。

## 3. 「稼働率」の算出方法と規定

### (1) 改訂内容

[現行]実証試験要領の p.30

実証単位(A)「システム全体」の実証

- 実証試験結果報告書には、測定期間中における稼働率を示さなければならない。

※※稼働率の算出方法

- 稼働率の算出方法を以下に示す。(冷房期間の例)

$$\text{冷房期間の稼働率}[\%] = \frac{\text{冷房期間のシステム稼働時間}[\text{h}]}{\text{測定期間全体の時間}[\text{h}]} \times 100$$

↓

[改訂後]

- 規定された測定箇所での測定によって稼働率が適正に測定できる場合には、実証試験結果報告書には測定期間中における稼働率を示すこととする。

なお、「稼働率」とは、「空調システム運転時間中にヒートポンプ（圧縮機）がどれだけ運転していたか」であり、以下の式で算出する。

$$\text{稼働率}[\%] = \frac{\text{圧縮機の運転時間の積算}}{\text{空調システムの運転時間の積算}} \times 100$$

### (2) 改訂理由

#### 1) 計算式の改訂理由

現行規定の算出式は誤解を生じる。

#### 2) 「規定された測定箇所での測定によって稼働率が適切に測定できる場合には」とした理由

①分母の「空調システムの運転時間の積算」は、実測が難しい。

例えば、空調システムが ON になっていてもヒートポンプが運転していない時間があるが、空調システムの ON、OFF は手動が多く、手動の記録をすることは難しい。

- ②手動の ON、OFF などをわざわざ自動記録することは、実証試験費用の増加を招く。
- ③空調システムと測定システムの状態によっては、これらの時間の積算が明確に求められる場合も多いので、その場合には稼働率を算出することが望ましい。

### (3) 継続検討について

本件は、第 5 回分科会でも下記のような様々な意見があり、改正案が十分にまとまっていないので、暫定的に上記の案のように改定したうえで、さらに検討を継続したい。

- ①地中熱利用の場合に、「稼働率」を表示する意義と目的をはっきりさせる必要がある。
- ②意義と目的に合った算出式や計測方法を明確にする必要がある。
- ③計測の実用的な可能性（手間や費用）などについては、さらに検討を継続する必要がある。
- ④手動スイッチ等のため正確な運転記録がない場合は、標準的な運転時間で算出してもいいのではないか。

## 4. 実証単位(C)の試験で準拠する既存論文

### (1) 改訂内容

[改訂前] 実証試験要領 p.35

- サーマルレスポンス試験は、原則的に、以下に示す既存論文に準拠すると実証機関が認める方法で行い、実証項目を算出する。

【論文】講座「地中熱利用ヒートポンプシステム」温度応答試験の実施と解析；九州大学大学院工学研究院 藤井光、日本地熱学会誌 第 28 巻 第 2 号（2006）



[改訂後] 実証試験要領 p.35

- サーマルレスポンス試験は、原則的に、以下に示す既存論文に準拠すると実証機関が認める方法で行い、実証項目を算出する。

【論文】誌面講座 地下熱利用技術 「7. サーマルレスポンス試験の原理と解析法、調査事例」； 藤井光・駒庭義人、地下水学会誌 第 53 巻 第 4 号（2011）

### (2) 改訂理由

技術実証検討会分科会において、検討会委員であり論文の著者でもある藤井委員から、「2006 年の論文は内容が古くなったので、IEA ECES で検討中の国際規格も参考にして 2011 年に書いた論文があるので、ETV において準拠する論文は 2011 年のものに変更してほしい」旨の意見があり、それが適切であると考えられるため。

## 5. 実証単位(C)「地中熱交換部」の細部の記述

準拠する既存論文の改訂に伴い、またいくつかの記述の誤りを正すため、細部の記述を次のように改正する。

### (1) 改正内容

[現行] (略)

↓  
[改正後] 実証試験要領の p.36、p.37  
改正箇所を赤で示す。

①測定箇所

- 図 1 に示すように、アルファベットに記した測定点をそれぞれ測定する。
- $T_1 \sim T_n$  は試験開始前における熱交換井まわりの温度平均値を算出することを目的とし、2m 以内の間隔で測定するものとする。測定方法は、システムの設置環境を勘案し、妥当な測定結果を得られると実証機関が認める方法でなければならない。

$T_1 \sim T_n$  : 熱交換井内の熱媒温度[K] (最大 2m 間隔)

$T_{in}$  : 熱媒の熱交換井入口温度[K]

$T_{out}$  : 熱媒の熱交換井出口温度[K]

V : 熱媒流量[cm<sup>3</sup>/s]

W : 電気ヒーターの消費電力[W] (この測定は任意)

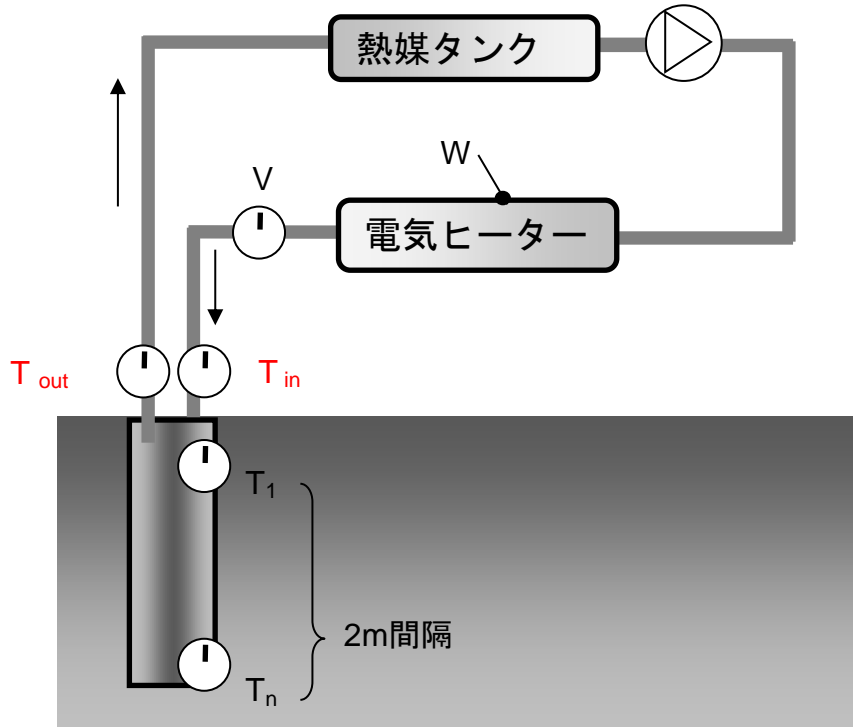


図 1 地中熱交換部の実証における測定点

## ②実証項目の算出

### 土壌部分の熱伝導率

- 土壌部分の熱伝導率の値は、以下の通りに算定する。

- ◇  $T - T_i$ (熱交換器入口温度と出口温度の熱媒の平均温度)を被説明変数、 $t$ (加熱時間)の自然対数  $\ln(t)$ または  $t$  の常用対数  $\log(t)$ を説明変数とした、単回帰分析を行い単回帰式(30)の傾き  $m$  又は  $m'$ を導出する。 $b$  または  $b'$ は単回帰式の切片である。
- ◇ 熱交換井における単位長さ当りの熱交換量の測定値と、導出した  $m$  または  $m'$ の値を式(31)に代入し熱伝導率 $\lambda$ を算定する。

$$T - T_i = m \cdot \ln(t) + b \quad (30)$$

$$\lambda = \frac{q}{4\pi m} \quad (31)$$

又は

$$T - T_i = m' \cdot \log(t) + b' \quad (30)$$

$$\lambda = 0.183 \times \frac{q}{m'} \quad (31)$$

- $T$  : 熱交換器入口温度と出口温度の熱媒の平均温度[K]  
 $T_i$  : 熱交換器入口温度と出口温度の熱媒の平均温度 (初期値) [K]  
 $m$  : 上記自然対数による単回帰分析における回帰式の傾き  
 $m'$  : 上記常用対数による単回帰分析における回帰式の傾き  
 $t$  : 時間[t]  
 $\lambda$  : 土壌部分の熱伝導率[W/(m・K)]  
 $q$  : 単位長さ当りの熱交換量[W/m]

### ●地中熱交換井の熱抵抗

地中熱交換井の熱抵抗の値は、以下の通りに算定する。

式(31)で得られた熱伝導率 $\lambda$ を式(32)に代入し、熱抵抗  $R$  を算出する。

$$T - T_i = \frac{q}{4\pi\lambda} \left( -\ln \frac{r^2}{4\alpha t} - 0.5772 \right) + q \cdot R$$

- $r$  : 地中熱交換井中心からの半径[m]  
 $\alpha$  : 地層温度伝導率 (熱拡散率) [m<sup>2</sup>/s]  
 $R$  : 地中熱交換井の熱抵抗[K/(W/m)]

### ●測定間隔と測定期間

上記論文 (藤井(2011)) に準拠するものとする。