

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3433225号
(P3433225)

(45)発行日 平成15年 8 月 4 日(2003. 8. 4)

(24)登録日 平成15年 5 月30日(2003. 5. 30)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

E 2 1 B 47/10

E 2 1 B 47/10

E 0 2 D 1/02

E 0 2 D 1/02

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-279237(P2000-279237)
(22)出願日 平成12年 9 月14日(2000. 9. 14)
(65)公開番号 特開2001-152778(P2001-152778A)
(43)公開日 平成13年 6 月 5 日(2001. 6. 5)
審査請求日 平成12年 9 月14日(2000. 9. 14)
(31)優先権主張番号 特願平11-261567
(32)優先日 平成11年 9 月16日(1999. 9. 16)
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(73)特許権者 301031392
独立行政法人土木研究所
茨城県つくば市南原 1 番地 6
(72)発明者 大谷 知生
茨城県つくば市大字旭 1 番地 建設省土
木研究所内
(72)発明者 佐々木 靖人
茨城県つくば市大字旭 1 番地 建設省土
木研究所内
(74)代理人 100071478
弁理士 佐田 守雄

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開 平 7 -300844 (J P, A)
特開 平 5 -247920 (J P, A)
特開 平 6 -66950 (J P, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 岩盤中の亀裂探査方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 岩盤中の開口亀裂に、煙をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、映像装置又はボアホールテレビカメラ又は目視により、トレーサーの出現位置、移動時間、濃度、流出量を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロックの形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とする岩盤中の亀裂探査方法。

【請求項 2】 岩盤中の開口亀裂に、熱気又は蒸気をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、熱赤外線映像装置により、トレーサーの出現位置、移動時間、温度を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロック

2

の形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とする岩盤中の亀裂探査方法。

【請求項 3】 岩盤中の開口亀裂に、粉体をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、映像装置又はボアホールテレビカメラ又は目視により、トレーサーの出現位置、移動時間、濃度、流出量を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロックの形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とする岩盤中の亀裂探査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、岩盤の亀裂探査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来岩盤斜面内部の亀裂探査方法としては、(1)弾性波探査、地中レーダー、電気探査等による物理探査方法、(2)ボーリング調査、(3)ボーリング孔壁のボアホールテレビカメラによる観察が知られている。この中で(1)の物理探査方法のうち弾性波探査は岩盤に振動を発生させて、その振動(弾性波)が亀裂で反射してきたものを、岩盤表面に設置した地震計を用いて測定する方法である。地中レーダーは地中に電波を発信し、その反射波を測定する方法である。電気探査は、地中に電気を流し、地中の比抵抗を測定する方法である。つぎに(2)のボーリング調査は、岩盤中に孔径数cmの孔を掘ると同時に岩盤試料を採集して、その試料の状況より開口亀裂の状況を観察する。(3)のボアホールテレビカメラによる観察は、ボーリング孔の中に小さなテレビカメラを挿入して孔壁にある開口亀裂等の状況を観察する方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、(1)の弾性波探査、地中レーダー、電気探査等の物理探査では、急傾斜の岩盤斜面に探査機器を設置しなければならず、安全上の問題があるのに加えて、岩盤斜面内部にある幅数mm~10cm程度の開口亀裂を検出するのが技術的に困難であるという問題がある。また(2)ボーリング調査、(3)ボーリング孔壁のボアホールテレビカメラ観察等では、開口亀裂の存在を確認することができても、その開口亀裂から他の開口地点の亀裂との連続性を把握することができないという問題がある。また、これらとは別に地下水に蛍光色素のトレーサーを混入して亀裂の連続性を把握するトレーサー試験もあるが、岩盤斜面のような地下水面より高く、通常水が存在しない条件下においては、測定することが困難であるという問題がある。以上のようにいずれの調査においても緩んだ岩盤斜面のように地下水位より上の条件下で、特定の亀裂の連続性については測定することができないという問題がある。このため、開口亀裂の連続性や開口亀裂によってゆるんだ岩盤ブロックの形状を的確に把握することもできないという問題がある。

【0004】そこで本発明の目的は、前記のような岩盤の亀裂探査方法のもつ問題を解消するもので、急傾斜の岩盤斜面においても安全上のリスクが少なく、岩盤斜面のような地下水のないところにおいて、幅数mm以上の開口亀裂の存在、特定の開口亀裂から他の特定の開口亀裂との連続性を確認した上で、開口亀裂によってゆるんだ岩盤ブロックの形状を検出することができる亀裂探査方法を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明は、前記のような目的を達成するために、岩盤中の亀裂探査方法において、請求項1に記載の発明は、岩盤中の開口亀裂に、煙をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング

孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、映像装置又はボアホールテレビカメラ又は目視により、トレーサーの出現位置、移動時間、濃度、流出量を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロックの形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とするものである。請求項2に記載の発明は、岩盤中の開口亀裂に、熱気又は蒸気をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、熱赤外線映像装置により、トレーサーの出現位置、移動時間、温度を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロックの形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とするものである。請求項3に記載の発明は、岩盤中の開口亀裂に、粉体をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内又は他の調査坑又は他のトンネルの坑壁において、映像装置又はボアホールテレビカメラ又は目視により、トレーサーの出現位置、移動時間、濃度、流出量を面的に計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性、開口亀裂の開口度、ゆるんだ岩盤ブロックの形状を面的かつ定量的に評価することを特徴とするものである。

【0006】

【発明の実施形態】図1~6には本発明の亀裂探査方法に使用される探査装置の一例が示されており、この探査装置は送風機1と、送風機1から順次着脱可能な、トレーサー混成装置2と、計測器3と、送気管4とを有し、送気管4より先は岩盤表面の開口亀裂に直接トレーサーを挿入する場合は、表面開口亀裂挿入パッカー5が、ボーリング孔内の開口亀裂に挿入する場合はロッド6とダブルパッカー7がそれぞれ装着可能に接続される。表面開口亀裂挿入パッカー5は先端にトレーサー流出孔8-1があり、ダブルパッカー7は中間にトレーサー流出孔8-2が設けられている。

【0007】前記の探査装置において、トレーサー混成装置2は、トレーサーとなる発煙筒の煙等を外部から送り込み、送風機1からの空気と混合する装置であり、計測器3は送気量、送気圧、濃度、温度等を測定する器具である。

【0008】このような探査装置による亀裂探査方法を示すのが図2、図3、図4である。

(1)探査方法Iは図2のA、図3に示すとおりで、岩盤11の表面にある開口亀裂12-1に直接トレーサーを挿入する場合である。また(2)探査方法IIは図2のB、図4に示すとおりで、ボーリング孔13-1内の開口亀裂12-2にトレーサーを挿入する場合である。これらの探査方法I、IIを実施するに際しては、探査装置を探査現場に設置し、送風機1を作動するとともに、図示を省略した下記のトレーサー発生手段からのトレーサーを、トレーサー混成装置2で空気と混成させ、計測器3、送気

5

管 4 を経由して、探査方法 I においては表面開口亀裂挿入パッカー 5 の先端のトレーサー流出孔 8 - 1 から、探査方法 II においてはロッド 6 を経てダブルパッカー 7 のトレーサー流出孔 8 - 2 から、それぞれ開口亀裂 12 - 1、開口亀裂 12 - 2 の亀裂内にトレーサーを挿入することとなる。この場合トレーサーとしては、煙、熱等が使用され、煙を発生するのに発煙筒、熱については蒸気発生装置等の図示を省略したトレーサー発生手段が使用される。

【0009】まず探査方法 I について説明すると、この場合は岩盤 11 の表面にある開口亀裂 12 - 1 にトレーサーを挿入して調査する方法であって、トレーサーの種類別に説明することとする。①煙をトレーサーとして使用した場合について述べると、挿入された煙が開口亀裂 12 の中を移動し、岩盤表面の流出した開口亀裂 12 - 3 の位置と移動時間を目視、岩盤表面を常時撮影する映像装置 10 で、ボーリング孔 13 - 2 の中で流出した開口亀裂 12 - 4 の位置、移動時間を、ボーリング孔内に設置し、特定の亀裂の位置で、又は複数の亀裂を孔内でカメラを移動させながらボアホールテレビ 9 のカメラで観察する。濃度変化については岩盤表面の流出した開口亀裂 12 - 3 と、

【0010】つぎに②熱をトレーサーとして使用した場合について述べると、蒸気をトレーサーとして送入し、開口亀裂 12 を通じて移動してきた位置、移動時間を、岩盤表面が撮影できるように設置され、定位置でトレーサー送気前後を撮影する熱赤外線映像装置からなる映像装置 10、及び岩盤表面の代表的な部分に設置され、トレーサー送気前後の測定を行う温度計等で計測する。

【0011】前記の煙をトレーサーとして使用した場合の実験例について、図 3 を参照して述べることにすると、ここで探査される開口亀裂 12 - 1, 5, 6, 7, 8 は、南南東方向に突出した岩盤 11 - 1 の斜面に存在する。図はこの実験の一部で、開口亀裂 12 - 1 にトレーサーを挿入することによって行われた。その結果はトレーサーが矢印に示すように、開口亀裂 12 - 5, 6, 7, 8 から流出して開口亀裂の連続性が確認できた。開口亀裂 12 - 1 から各開口亀裂 12 - 5, 6, 7, 8 までの見かけの移動距離（ここでは流入口から流出口までの直線距離）及び移動速度は、開口亀裂 12 - 5 が 6.5m 及び 0.28m/sec、開口亀裂 12 - 6 が 9.5m 及び 0.06m/sec、開口亀裂 12 - 7 が 2.7m 及び 0.04m/sec、開口亀裂 12 - 8 が 11.2m 及び 0.10m/sec であった。このように移動時間 / 距離から開口亀裂 12 - 6 と 12 - 8 への連続性が良いことが判明し、他の実験結果を総合して検討すると、開口亀裂 12 - 5, 6 を結んだ開口亀裂、及び開口亀裂 12 - 1, 8 を結んだ開口亀裂の連続性の良いことが判明した。

【0012】つぎに探査方法 II についてトレーサーとし

6

て煙を使用した例を、図 2 の B、図 4 を参照して説明すると、ボーリング孔 13 - 1 にある各開口亀裂 12 - 1 の前後をダブルパッカー 7 で閉塞して煙を挿入し、岩盤 11 - 2 の表面では目視によって流出した開口亀裂 12 - 3 の位置の確認と移動時間の計測、またボーリング孔 13 - 2 の内部にボアホールテレビカメラ 9 を設置し、常時定位置又は移動しながら流出した開口亀裂 12 - 9、10、11 の位置の確認と移動時間の計測とを行った。

【0013】前記のようにして亀裂の探査を行った結果、岩盤 11 - 2 の表面にある開口亀裂 12 - 3、ボーリング孔 13 - 2 内の開口亀裂 12 - 9、10、11 にてトレーサーの移動が確認することができ、とくに、挿入した開口亀裂 12 - 2 と岩盤 11 - 2 表面の開口亀裂 12 - 3 を結んだ開口亀裂、挿入した開口亀裂 12 - 2 とボーリング孔 13 - 2 の開口亀裂 12 - 9 を結んだ開口亀裂の連続性が良いことが判明した。また、手法適応の範囲として開口幅 2 ~ 3 mm 以下の小さい亀裂においても、この亀裂探査方法が活用できることが判明した。このほかトレーサーの流出個所の面的な分布状況から、岩盤が数 m 四方にブロック化している状況、斜面安定対策として行われている目地詰め、岩盤内の亀裂の発達状況推測に役立つことがわかった。

【0014】この探査方法 II において、熱をトレーサーとして使用した場合についての実験例について、図 5、図 6 を参照して述べることにすると、図 5、図 6 はボーリング孔 13 内に熱気を挿入し、岩盤 11 の表面について熱赤外線映像装置からなる映像装置 10 を使用して観察した場合の、同映像装置による熱赤外線映像であって、図 5 は蒸気挿入直後の、また図 6 は蒸気を挿入してから 3 分後の状況を示す。

【0015】前記のことから、蒸気挿入直後のボーリング孔 13 の周辺では、熱源によるフレアが発生していることとともに、蒸気挿入位置から左右 2 m くらいのところで亀裂を伝わって熱による高温域が出現していることが矢印 a、b によってわかり、高温域は蒸気送入終了後に急速に減衰し、1 分後に消滅した。このように岩盤斜面内の亀裂を通じて、熱の移動が行われていることを確認することができ、開口亀裂の連続性を面的に把握することができた。

【0016】つぎに探査方法 III について、トレーサーの挿入部は、調査坑・トンネルの坑壁の開口亀裂からなり、トレーサーとして煙を使用した例を、図 7 を参照して説明すると、岩盤 11 には掘削された調査用トンネル 14 - 1 と 14 - 2 が存在する。調査用トンネル 14 - 1 にある開口亀裂 12 - 2 の前後をトンネル用のダブルパッカー 7 で閉塞してトレーサーを挿入し、岩盤 11 の表面にある開口亀裂 12 - 3 と調査用トンネル 14 - 2 の坑壁にある開口亀裂 12 - 4 から流出したトレーサーを目視によって、開口亀裂 12 - 3 の位置の確認と移動時間の計測とを行った。

【0017】つぎに探査方法IVについて、トレーサーとして粉体を使用した例を、図2を参照して説明すると、この場合は岩盤11の表面にある開口亀裂12-1にトレーサーを挿入して調査する方法であって、噴霧状にして挿入された粉体が開口亀裂12の中を移動し、岩盤11の表面に流出した開口亀裂12-3の位置と移動時間を目視、岩盤表面を常時撮影する映像装置10で、ボーリング孔13-2の中で流出した開口亀裂12-4の位置、移動時間をボーリング孔内に設置し、特定の亀裂の位置で、又は複数の亀裂を孔内でカメラを移動させながらボアホールテレビカメラ9で観察する。濃度変化については岩盤表面の流出した開口亀裂12-3と、ボーリング孔内にボアホールテレビカメラ9と接近して設置した濃度計で、常時定位置で又は孔内を移動しながら計測する。この例のようにトレーサーとして粉体を使用することができ、使用した粉体は2 μ m以下の重炭酸カルシウムであって、無公害物質による環境負荷低減効果を期待することができるが、同効のものであればこれに限定されることはない。

【0018】

【発明の効果】この発明は、前記のように、岩盤中の亀裂探査方法であって、岩盤中の開口亀裂に、煙、熱、粉体等をトレーサーとして挿入し、地表面又は他のボーリング孔内において、トレーサーの出現位置、移動時間、濃度、温度を計測することにより、岩盤中の開口亀裂間の連続性を確認するとともに、岩盤表面やボーリング孔、調査用トンネル等で観察された岩盤亀裂の状況と、トレーサー試験によってえられた流出量等から開口亀裂全体としての開口度やゆるみの度合いとを推定して評価するので、岩盤斜面内部の幅数mm~10cm程度の特定の亀裂から他の特定の亀裂との連続性を確認した上で、開口亀裂によってゆるんだ岩盤ブロックの形状を検出することができ、また安全上問題となるような急傾斜な岩盤斜面に計測機材の設置が少なく、岩盤斜面のように地下水のない条件下で測定することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の際に使用される亀裂探査の1例の各部の配置状態の説明図である。

【図2】この発明による亀裂探査方法の概略説明図である。

【図3】図2のAに示す亀裂探査方法I、II、IVの実験例の概略説明図である。

【図4】図2のBに示す亀裂探査方法IIの実験例の概略説明図である。

【図5】図4に示す実験例の熱気送入直後の状態を示す図面代用写真である。

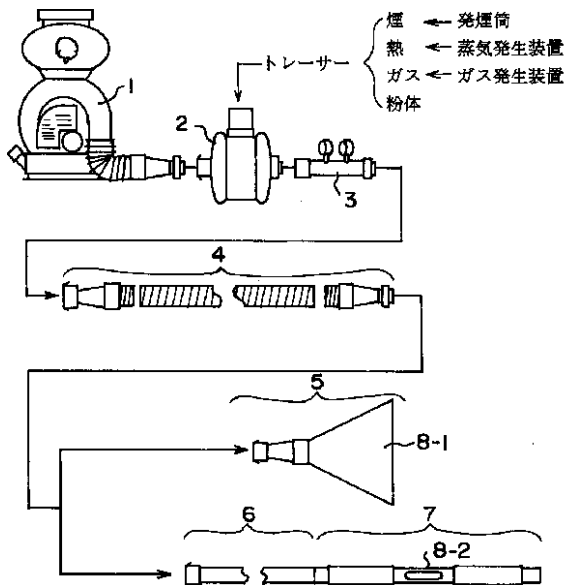
【図6】図4に示す実験例の熱気挿入2分後の状態を示す図面代用写真である。

【図7】この発明による亀裂探査方法IIIの実験例の概略説明図である。

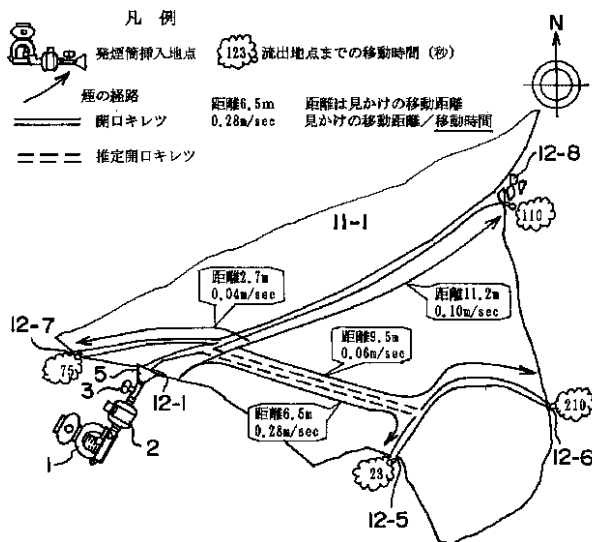
【符号の説明】

- | | |
|----|-------------------------------------|
| 10 | 1 送風機 |
| | 2 トレーサー混成装置 |
| | 3 計測器 |
| | 4 送気管 |
| | 5 表面開口亀裂挿入パッカー |
| | 6 ロッド |
| | 7 ダブルパッカー |
| | 8 - 1 トレーサー流出孔 |
| | 8 - 2 トレーサー流出孔 |
| | 9 ボアホールテレビカメラ |
| 20 | 10 映像装置 |
| | 11 岩盤 |
| | 11 - 1 岩盤表面の特定の開口亀裂からトレーサーを挿入した岩盤 |
| | 11 - 2 ボーリング孔の特定の開口亀裂からトレーサーを挿入した岩盤 |
| | 12 開口亀裂 |
| | 12 - 1 岩盤斜面の表面にありトレーサーを挿入する開口亀裂 |
| | 12 - 2 ボーリング孔内にありトレーサーを挿入する開口亀裂 |
| 30 | 12 - 3 岩盤斜面の表面にありトレーサーの流出する開口亀裂 |
| | 12 - 4 ボーリング孔内にありトレーサーの流出する開口亀裂 |
| | 12 - 5 ~ 11 トレーサーの流出した開口亀裂 |
| | 13 ボーリング孔 |
| | 13 - 1 トレーサーを挿入するボーリング孔 |
| | 13 - 2 ボアホールテレビ観察を行うボーリング孔 |
| | 14 調査坑・トンネル |
| 40 | 14 - 1 トレーサーを挿入する調査坑・トンネル |
| | 14 - 2 トレーサーを観察する調査坑・トンネル |

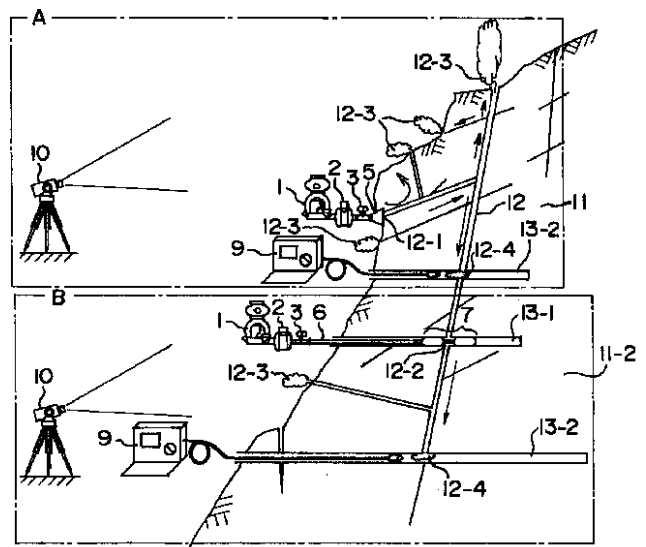
【図 1】



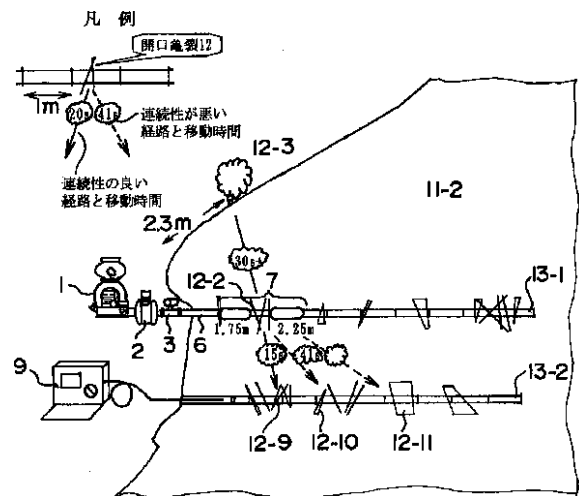
【図 3】



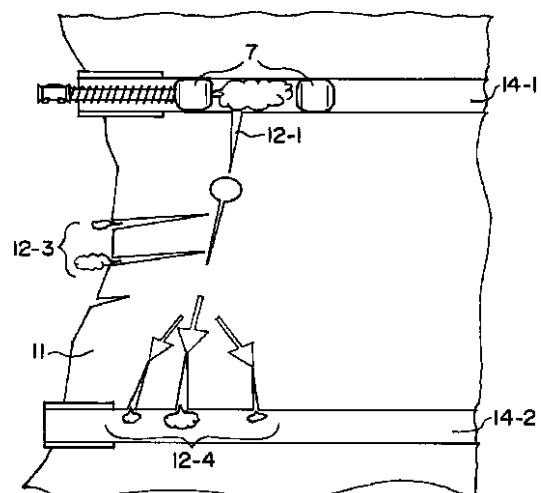
【図 2】



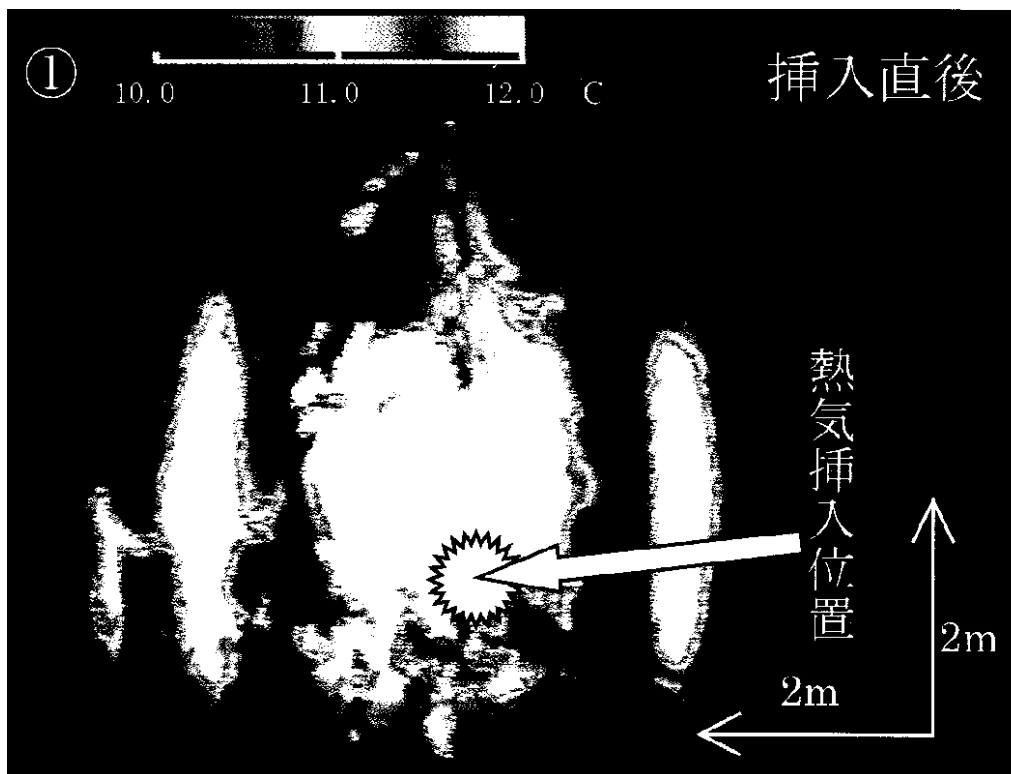
【図 4】



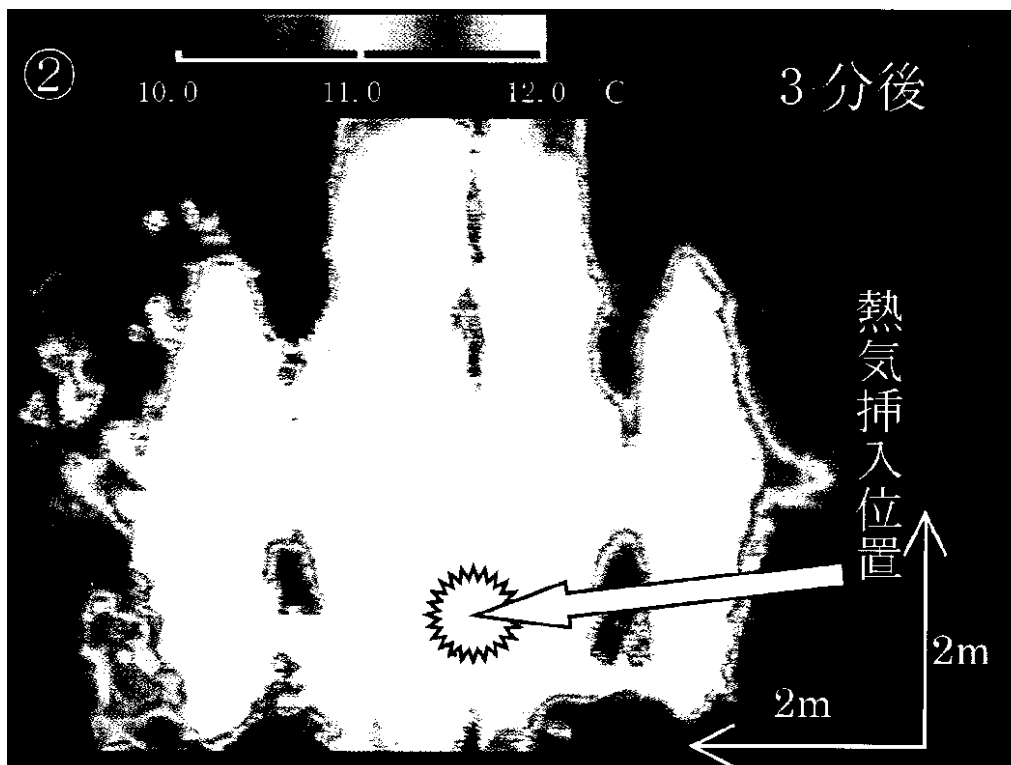
【図 7】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

E21B 47/10

E02D 1/02