

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4647032号
(P4647032)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int.Cl.

F I

E O 2 B 9/04 (2006.01)

E O 2 B 9/04

A

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-2708 (P2010-2708)
 (22) 出願日 平成22年1月8日(2010.1.8)
 審査請求日 平成22年2月16日(2010.2.16)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 510009304
 黒川 一夫
 千葉県長生郡長柄町山之郷683-65
 (74) 代理人 110000062
 特許業務法人第一国際特許事務所
 (72) 発明者 黒川 一夫
 千葉県長生郡長柄町山之郷683-65

審査官 藤澤 和浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水力発電用導水路及び山岳部水力発電方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

山岳部の上部に設置され、等高線に垂直な方向に前記山岳部を流下する流水を堰き止めることなく取水する取水口と、

前記山岳部に設置され、前記取水口から取水した前記流水を、速度損失が少なく流水の流速を増加させると共に流水断面積を減少させる導水路と、
 前記導水路内を流下することにより流速が増加した流水を前記山岳部に設置された水力発電所の発電用水車に導入する導入口と、

を備えていることを特徴とする水力発電用導水路。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の水力発電用導水路において、

前記導水路は、前記取水口から前記導入口まで、直線形状、屈曲部の少ない直線に近い形状、または、懸垂線カーブを含む放物線形状に形成されていることを特徴とする水力発電用導水路。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の水力発電用導水路において、

前記取水口は、前記山岳部の源流点または源流点より落差数十m下流の、沢底が整備され、流量が増加した沢の位置に設置されることを特徴とする水力発電用導水路。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の水力発電用導水路において、

10

20

前記山岳部の頂上付近を囲む等高線に沿って緩やかな勾配をもって下降する環状集水路または環状の一部をなす弧状集水路によって集水された流水は、前記取水口から上流の流水に加えられることを特徴とする水力発電用導水路。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の水力発電用導水路において、

前記流水を、前記山岳部に設置された前記導入口を経て水力発電用水車運転用装置に接続することを特徴とする水力発電用導水路。

【請求項 6】

山岳部の源流点または源流点より落差数十 m 下流の、沢底が整備され、流量が増加した沢の位置に設置された取水口により、等高線に垂直な方向に山岳部を流下する流水を堰き止めることなく取水し、

10

前記取水口から取水した流水を、直線形状、屈曲部の少ない直線に近い形状、または、懸垂線カーブを含む放物線形状に形成されている導水路を流下させて、速度損失が少なく流水の流速を増加させると共に流水断面積を減少させた流水を、前記山岳部に設置された導入口を経て水力発電用水車運転装置に接続することを特徴とする山岳部水力発電方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の山岳部水力発電方法において、

前記山岳部の頂上付近を囲む等高線に沿って緩やかな勾配をもって下降する環状集水路または環状の一部をなす弧状集水路によって集水された流水は、前記取水口から上流の流水に加えられることを特徴とする山岳部水力発電方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、山岳の上部の流水（例えば沢）を取水して下部に設置した発電用水車の運転に必要な流水として導入する水力発電用導水路に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、世界的な環境問題として、エネルギーの脱CO₂化が叫ばれ、クリーンエネルギーとしての新エネルギーの開発が急がれている。そのひとつとして、太陽光発電が実用化されつつある。ところが、太陽光発電方式は、広大な砂漠を擁する国には適するが日本には適さない。最も大きな理由は、この技術を展開する土地がないことである。これを日本で実施すれば、自然破壊や生活様式の大変化を招き、電力料金が高騰する。

30

【0003】

ところで、日本は広大な太平洋と日本海に挟まれた小島国であり、国土は80[%]が山林で平野はわずか20[%]である。日本は地球の自然運動サイクルの結果、海洋エネルギーに恵まれ、高湿、多雨の気候であり、水力発電には適した条件を備えている。このことから、水力発電はクリーンエネルギーとして、太陽光、風力、潮力等による発電に比べて、注目すべきである。

【0004】

ここで、我が国の発電電力量を概観してみると、2009年度版のエネルギー経済統計要覧に記載の2007年度の総発電電力量は12000億[kWh]であり、その内訳は、

40

水力（7%）：840億[kWh]

火力（70%）：8400億[kWh]

原子力（22%）：2640億[kWh]

その他（1%）：120億[kWh]

となっている。火力や原子力は伸びているが、水力は発電量がほぼ一定となって伸びていない。その理由は、水力発電所の大規模な開発地点はすでに開発済みであり、中小規模の地点しか残されていないからである。

【0005】

このように、国土が狭小なため、日本では、水力発電用に適する大河がない。世界の

50

河としては、例えば、アメリカではミシシッピー河があり、その上流のミズーリ河と合わせると、その全長は約 6 0 1 9 [k m]、流域面積が約 3 2 5 万 [k m²] である。また中国では揚子江があり、その全長は約 6 3 8 0 [k m]、流域面積は約 1 1 7 万 [k m²] である。これらに対して、日本の全国土面積は約 3 7 万 [k m²] であり、ミシシッピー河や揚子江の流域面積にも及ばない。日本で最大の河川である利根川でも、全長は約 3 2 2 [k m]、流域面積は約 1 7 [k m²] である。

【 0 0 0 6 】

水力発電に寄与する基本量は、「流域面積」と「降水量」の積である。直接には、「河川流量」および「落差」である。降水量の点では、日本は有利である。世界の先進国の降水量 (1 9 7 1 ~ 2 0 0 0 年) の平均値は、平成 2 1 年度理科年表によると、

ロンドン : 7 5 0 . 6 [m m]

ベルリン : 5 7 0 . 7 [m m]

パリ : 6 4 7 . 6 [m m]

ローマ : 7 1 6 . 9 [m m]

東京 : 1 4 6 6 . 7 [m m]

である。このように、日本は降水量の点で他国を凌いでいる。

【 0 0 0 7 】

現在用られている水力発電方式の分類法は幾つかあるが、取水法によれば、図 1 に示すように、(a) 導水路発電方式、(b) ダム発電方式、(c) 導水路ダム発電方式に分けられる (例えば、非特許文献 1)。図 1 において、1 は取水河川、2 は取水堰、3 は導水路、4 は沈砂池、5 は上水槽、6 は水圧管、7 は水力発電所、8 は放水口、9 は放流河川、10 は貯水池、11 はダム、12 はサージタンクである。各水力発電方式に共通している特徴は、取水堰 2 やダム 11 で水を貯めて、そこで取水河川の流水が持つ運動エネルギーを一旦ゼロとし、その取水堰 2 やダム 11 から放水口 8 までの落差による水圧、つまり位置エネルギーを使用することである。

【 0 0 0 8 】

ある地域で利用できる水力資源の量は、その地域の流域面積を S_a [m²]、平均標高を H [m] とし、年間平均降水量を R [m] とすれば、年間平均降水量のもつ位置エネルギー E [k J] は、

$$E = S_a \cdot R \cdot g \cdot H \quad [\text{k J}] \quad (1)$$

で示される。 g は重力加速度 [m / s²] である。1 年間の秒数を T 秒で表すと、

$$T = 3 6 0 0 \times 2 4 \times 3 6 5 = 3 1 . 5 3 6 \times 1 0^6 \quad \text{秒} \quad (2)$$

となるので、位置エネルギー E を、1 年間を通じて使用することにすれば、単位秒あたりに得られる電力 W [k W] は、

$$W = (S_a \cdot R \cdot g \cdot H) / (3 1 . 5 3 6 \times 1 0^6) \quad [\text{k W}] \quad (3)$$

となる。これを電力量 E_h [k W h] に直すと、

$$E_h = W \cdot 3 6 0 0 \quad [\text{k W h}] \quad (4)$$

となる。一国の所有する水資源エネルギーによる電力量は、電力量 E_h [k W h] を国土全体に亘って積算すれば求めることができる。このようにして求めた水資源エネルギーは、「理論包蔵水力エネルギー」と呼ばれる。

【 0 0 0 9 】

この理論包蔵水力エネルギーのうち、経済的に開発することが可能な水力エネルギーが「経済包蔵水力エネルギー」である。世界的 (先進国が主) に経済包蔵水力エネルギーは、理論包蔵水力エネルギーの 2 0 [%] 程度と言われている。しかし、我が国では、山岳が多いため、鉄砲水となって海に流出してしまう流量が多いので、より少ない 1 0 ~ 1 2 [%] 程度と言われている。これら理論包蔵水力エネルギーと経済包蔵水力エネルギーを正確に求めることは困難である。特に、現在の水力発電方式は、先述のように、我が国には適さない大河方式が採用されているため、両包蔵エネルギーとも低目に出ることは否めない。

【 0 0 1 0 】

ここで、世界最大と言われている三峡ダムを例とすると、このダムは、揚子江中流域で重慶よりかなり下流に位置する。発電緒元を示すと、ダムは堤高さが185[m]、堤頂長さが2309.47[m]である。ダム湖は、その長さが約570[km]、通常水位が標高175[m]、有効貯流量が $2.215 \times 10^{10} [m^3]$ である。発電所は、その発電機1基の発電出力が70万[kW]、この発電機が26基あるので総発電出力が $26 \times 70 = 1820$ 万[kW]（さらに6基増設計画）、発電電力量が850億[kWh]である。

【0011】

これに対して、我が国最大の只見川発電所（電源開発）は、ダムは堤高さが157[m]、堤頂長さが480[m]である。ダム湖は、有効貯流量が $4.58 \times 10^8 [m^3]$ である。発電所は、発電機4基で合計発電出力が56万[kW]に過ぎない。落差においては、同程度であるが、堤頂長さは約1/5、有効貯流量では2桁近くの差がある。

10

【0012】

前述したように、日本の水力の発電電力量は、840億[kWh]であるので、これに対して三峡ダム1箇所での発電電力量が850億[kWh]であるから、日本の水力の発電電力量は数万～10万[kWh]の小発電所を複数集めて三峡ダム1つ分に当たることがわかる。なお、ここで、落差150[m]の位置エネルギーがもつ理論速度 $V [m/s]$ は、自由落下で $V = 54.21 [m/s]$ 程度であることを記しておく。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0013】

20

【非特許文献1】吉川・垣本・八尾 著、「発電工学」、電気学会、2003年、3頁 - 25頁。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

図2は、日本の水力発電の特徴を図解したものである。20A, 20Bは各々の地点の流域面積部分を示している。各流域面積部分は、いくつかの沢22があり、それらが集まって川23が作られている。国土が狭いために、川23は大河にならずに、海にそのまま流出してしまうのが大半である。しかし、水路式、ダム式、あるいは水路ダム式の水力発電に適するような取水地点24が存在すれば、そのような場所が水力発電所建設の適地とされてきたのである。なお、21は山である。ダムを建設すると、水没地域が発生するため、住民の移転や名所旧跡の喪失、水質汚染や生態系への影響等の問題が発生する。しかし、幸いなことに、日本では小規模に収まっている。ちなみに、三峡ダムの例では、2007年までに140万人、さらに2020年までに230万人の強制移転が必要とされている。

30

【0015】

山の形には種々あるが、富士山形で代表される形が多い。このような山は、山頂付近の傾斜は強く、急なところでは60度もあるが、30～45度位が多い。そして、裾野に行くにしたがって緩やかになって行くのが通常である。これまでの発電所は、図2にあるように、山の裾野や裾野からも離れた地点24に作られていた。

40

【0016】

ここで、流水が、図3のように、川23から流速 $V_0 [m/s]$ で始点A1の所より傾斜した導水路25を流下するものとする。このとき、川23の流水の持つエネルギーは損失なく流下水の運動エネルギーに変換されるものと仮定する（以下、この流下状態を理論流下状態と呼ぶ）。始点A1を通過した後の導水路25におけるt秒後の流水の速度 $V(t) [m/s]$ は、

$$V(t) = g \cdot \sin \theta \cdot t + V_0 \quad (5)$$

で表される。そのときの流水の導水路25に沿った下降走行距離 $x(t)$ は、

$$x(t) = 1/2 \cdot t^2 \cdot g \cdot \sin \theta + V_0 \cdot t \quad (6)$$

で表される。

50

【 0 0 1 7 】

図 3 において、次の実験をすることにする。

- (1) 導水路 2 5 は、その幅を a [m]、深さを d [m] とし、始点 A 1 での値は $a = 5$ [m]、 $d = 1$ [m] とする。
- (2) 始点 A 1 での流水の初期の流速を $V_0 = 1$ [m / s] とする。
- (3) 導水路 2 5 の傾斜角度は $\theta = 30$ 度で一定とする。
- (4) 導水路 2 5 を流下する流水は、その流量 Q [m³ / s] に変化がなく、流下するにつれて流速 V [m / s] を増し、幅 a [m] を一定とすると、深さ d [m] が流速 V [m / s] に逆比例して浅くなる (連結の原理) 。

【 0 0 1 8 】

図 4 がその計算結果である。 x は当該経過時刻 t での導水路 2 5 に沿った始点 A 1 からの距離、 S は当該距離 x 地点での流水の断面積 ($= a \times d$)、 b は当該距離 x 地点での断面 S を正四角形としたときの 1 辺の距離 ($b = \sqrt{S}$) である。ここで、深さ d [m] をみると、 $t = 0$ の地点 (始点 A 1) では 1 [m] であったものが 1 秒後には速度 $V = 5.9$ [m / s] になるため、約 17 [cm] に急減している。 10 秒後には速度 $V = 50$ [m / s] で $d = 2$ [cm] となっている。 30 秒後には速度 $V = 150$ [m / s] 近くに達し $d = 6.8$ [mm] となっている。このように、理論流下状態の計算ではあるが、山の頂上付近では傾斜が急であるため、流下する流水は大きな運動エネルギーをもっていることがわかる。しかし、実際の山では、雨流量が 1 cm 前後となっているので、その大きな運動エネルギーは看過されてきた。

【 0 0 1 9 】

山岳頂上部の高運動エネルギーをもつ流水は、石や岩と衝突して山肌をえぐり、その運動エネルギーを消失し、長い年月をかけて沢を形成する。このように沢の中での流水は、その流速が緩やかな緩流となるため、そのまま水力発電に利用するには不向きである。しかし、その運動エネルギーを消失しないような適当な処理を施せば、水力発電のための大きな運動エネルギー源となり得る可能性をもっている。

【 0 0 2 0 】

本発明の目的は、上記したような大きな運動エネルギーを持ち得る山岳頂上部からの流下水を取水して流下抵抗少なく発電用水車に導入できるようにし、中容量以下の発電に資する流水を生成できるようにした水力発電用導水路及び山岳部水力発電方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するために、本発明の水力発電用導水路は、山岳部の上部に設置され、等高線に垂直な方向に前記山岳部を流下する流水を取水する取水口と、前記山岳部に設置され、前記取水口から取水した前記流水を、速度損失が少なく流水の流速を増加させると共に流水断面積を減少させる導水路と、前記導水路内を流下することにより流速が増加した流水を前記山岳部に設置された水力発電所の発電用水車に導入する導入口と、を備えていることを特徴とする。

本発明の水力発電用導水路は、前記取水口から前記導入口まで、直線形状、屈曲部の少ない直線に近い形状、または、懸垂線カーブを含む放物線形状に形成されていることを特徴とする。

本発明の水力発電用導水路において、前記取水口は、前記山岳部の源流点または源流点より落差数十 m 下流の、沢底が整備され、流量が増加した沢の位置に設置されることを特徴とする。

本発明の水力発電用導水路において、前記山岳部の頂上付近を囲む等高線に沿って緩やかな勾配をもって下降する環状集水路または環状の一部をなす弧状集水路によって集水された流水は、前記取水口から上流の流水に加えられることを特徴とする。

本発明の水力発電用導水路において、前記流水を、前記山岳部に設置された前記導入口を経て、水力発電用水車運転用装置に接続することを特徴とする。

また、本発明の山岳部水力発電方法は、山岳部の源流点または源流点より落差数十m下流の、沢底が整備され、流量が増加した沢の位置に設置された取水口により、等高線に垂直な方向に山岳部を流下する流水を取水し、前記取水口から取水した流水を、直線形状、屈曲部の少ない直線に近い形状、または、懸垂線カーブを含む放物線形状に形成されている導水路を流下させて、速度損失が少なく流水の流速を増加させると共に流水断面積を減少させた流水を、前記山岳部に設置された導入口を経て、水力発電用水車運転装置に接続することを特徴とする。

また、本発明の山岳部水力発電方法において、前記山岳部の頂上付近を囲む等高線に沿って緩やかな勾配をもって下降する環状集水路または環状の一部をなす弧状集水路によって集水された流水は、前記取水口から上流の流水に加えられることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0022】

本発明の水力発電用導水路によれば、山岳の上部（例えばこれまで利用されなかった沢）から取水した流水は、石や岩等により減速されることがないので、運動エネルギーをほとんど消失することなく流下して発電用水車に導入されるため、大きな電力が発電可能となる。このとき、水路の各部の横断面方向の濡縁の長さを、そこを通過する流水の流速に逆比例して小さくなるように設定することにより、導水路における流水の分散を防止し抵抗損失を少なくすることができる。本発明は、以下のような特色を有している。（i）日本の国土はほとんどが山岳部であるため、多くの都道府県においても本発明の水力発電用導水路を利用した発電は適用可能である。（ii）ダムを必要としないので建設費が安価であると共に、地形的に恵まれれば、1つの山に複数の沢（川）が存在し、それぞれの沢（川）に対応した水力発電用水路を設置可能であり、日本全体で膨大な発電能力を発揮できる。（iii）山岳部の上部に建設できるため、下流の河川には殆ど影響を与えない。（iv）雨は無料であるために、運転費用が殆どかからない。（v）地域ごとに発電された電力の一部は、その地で消費することにより、ソフト・パス方式への移行が早まる。（vi）金融危機で地方に有効な投資が必要となっている現在、日本のみならず山岳地帯を持つ国で利用可能であり、特に多雨で山岳地帯が多い東南アジアでは多くの需要が見込まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】従来の水力発電方式の説明図である。

30

【図2】従来の発電用の取水の説明図である。

【図3】傾斜角度 θ の導水路を流下する流水の説明図である。

【図4】図3において、導水路の傾斜角度 θ が30度である場合の各時刻 t での流速 V 、傾斜面に沿った距離 x 、流水深さ d 、流水断面積 S 、流水断面が正方形の場合の一辺の長さ b のデータを示す説明図である。

【図5】図3において、導水路の傾斜角 θ が30度、45度、50度の場合の各時刻 t での流速 V 、傾斜面に沿った距離 x 、水平距離 l 、落差 h のデータを示す説明図である。

【図6】流水の流量 Q と流速 V から得られる発電電力 P のデータを示す説明図である。

【図7】本発明を実施する対象となる山岳部の地図である。

【図8】図7におけるA1 - A2間の断面図である。

40

【図9】図7におけるA2 - A3間の断面図である

【図10】導水路を空中導水路とした場合の説明図である。

【図11】ペルトン水車における2種のノズル径の流速 V と流量 Q から得られる理論発電電力 P のデータを示す説明図である。

【図12】山岳部の保水の説明図である。

【図13】山岳頂上近くの雨水や融雪水を集水する集水路の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

まず、発電用水車に流入する流水の流量を Q [m^3 / s]、水車に有効に作用する落差を h [m]とすると、理論発電電力 P_g [kW]は、よく知られているように、

50

$$P_{e_h} = g Q h \text{ [kW]} \quad (7)$$

で表される。この理論発電電力 P_{e_h} は理論水力とも呼ばれている。(7)式は、発電用水車に導入される流水の速度を $V \text{ [m/s]}$ とすれば、

$$P_{e_v} = 1/2 \cdot Q V^2 \text{ [kW]} \quad (8)$$

と書き換えられる。山岳頂上部での流水は流量 Q は小さいが流速 V は大きくなる。平野部では流量 Q は大きいが落差 h は小さくなる。

【0025】

従来のダム式発電方式では、山岳頂上部の流水のもつ大きな速度エネルギーを全く使用せずに、ダムに静水として蓄蔵していた。つまり、運動エネルギーを貯水池に捨てていたのである。日本のように、山岳部が多く平野部が少ない国土には、大きな速度 V を得ることが出来る山岳部の有する運動エネルギーを活用することなく破棄するような図1で説明した水力発電方式は、適していないのである。日本国内では、図1で説明した方式の水力発電方式の開発適地は残り少なくなり、今後は、水力以外の発電方式に頼らなくてはならないというのが、一般の認識である。

【0026】

このように、図1で説明した方式の水力発電方式の適地は少ないが、山岳頂上部の流水の速度エネルギーを活用する場合は、日本国中、水力発電所に適する地が多数存在する。山岳頂上部であるので、利用し得る流量は限られた値になるため、大容量発電所には適しないが、10万～数千[kW]程度の中規模容量から小容量の発電所の適地は、広く分布して存在している。

【0027】

山岳頂上部には、その傾斜角度が30度から45度、場所によっては50度にも達する沢が随所にある。傾斜角度 θ を30、45度、および50度としたとき、図3において、1秒経過ごとに流速 $V \text{ [m/s]}$ 、距離 $x \text{ [m]}$ 、距離 $l \text{ [m]}$ 、落差 $h \text{ [m]}$ を求めたのが、図5である。距離 $l \text{ [m]}$ は始点A1からの水平距離であり、落差 $h \text{ [m]}$ は始点A1からの落差を示している。流水は、流下してくるにつれて流速が増し、その分だけ流下地点での流水断面積は減少していく。

【0028】

山岳頂上部の高速な流水を用いて水力発電を実施する場合、どのくらいの理論発電電力 $P_{e_v} \text{ [kW]}$ が得られるかが問題である。流量 $Q \text{ [m}^3/\text{s]}$ で速度 $V \text{ [m/s]}$ の流水から得られる理論発電電力 $P_{e_v} \text{ [kW]}$ は、前述の式(8)で得られる。この式(8)から、 Q 、 V 、 P_{e_v} の関係を求めたのが、図6である。例えば、 $Q = 10 \text{ [m}^3/\text{s}]$ 、 $V = 100 \text{ [m/s]}$ では、理論発電電力は、 $P_{e_v} = 5 \text{ 万 [kW]}$ となる。これは、流水のもつ運動エネルギーが100「%」電気エネルギーに変換されるものとしての計算である。流水の流速 V も損失分は考慮されていない。したがって、実際の発電電力は、この30～60「%」程度のものになると思われる。30「%」の発電電力を P_{30} とすれば、 $P_{30} = 1 \text{ 万} 5 \text{ 千 [kW]}$ となり、60「%」では、 $P_{60} = 3 \text{ 万 [kW]}$ となる。

【0029】

日本国土に本発明による水力発電方式に適合するような山が幾つくらい存在するかは、明らかでない。いわゆる、山地、山脈地帯では、2000～3000[m]の標高をもつ山が連なっている。そのような山岳部では、150～200[m/s]を越すような速度の流水が得られる可能性がある。しかし、あまり高速の流水を扱うのは、技術的にも得策ではないので、適当な流速のところで一旦発電に利用し、その放水を下流で再度利用して発電を得る方が安全である。

【0030】

標高が1000[m]を越える高山は偏在しているが、500[m]前後の山は日本全国のあらゆる個所に存在している。「竹内正；日本山名総覧、白山書房」によると、日本の山の総数は18000となっている。この中には標高、数[m]程度の丘も含まれているので、500[m]以上の山で水力発電に利用し得るものを、少なく見積もって8000(正確には、500[m]以上の山が13098で、700[m]以上の山が7712

10

20

30

40

50

である。)とし、さらに標高500[m]の山で、発電用導水路として利用し得る有効落差が、その半分の250[m]と仮定する。この仮定によれば、落差250[m]から得られる自由落下の流速 V [m/s]は簡単な計算で、約70[m/s]と求められる。

【0031】

標高が500[m]程度の山での流量を一定の $= 6$ [m³/s]と仮定して、流速 V [m/s]の条件で計算し、導水路下端に発電用水車を設置したとき得られる理論発電電力 P_e [kW]を求めると、式(8)より、

$$P_{e \cdot V} = 1/2 \cdot Q V^2 = 14700 \text{ [kW]}$$

となる。1つの山に沢や沢を形成できる個所が平均2個所あるとすると、1つの山で合計理論発電電力 P_m [kW]は、 $P_m = 29400$ [kW]と2倍になる。日本全体では、この8000倍が流水の仮想発電電力 P_s [kW]となるので、

$$P_s = 29400 \times 8000 = 2.352 \times 10^8 \text{ [kW]}$$

となる。

【0032】

この仮想発電電力 P_s を電力量 W_s [kWh]にすると、

$$W_s = 20603 \text{ 億 [kWh]}$$

となる。この電力量 W_s は理論発電電力量に基づいたものであり、実際の総発電電力量 W_t [kWh]は、

$$W_t = \eta \cdot W_s$$

となる。 η は諸変換損失を含めた変換効率である。 η の値は不明であるが、0.3~0.6くらいの間にあると思われる。よって、

$$W_t = 6182 \sim 12362 \text{ 億 [kWh]}$$

となる。

【0033】

日本の総発電電力量は段落0004で前述したように、約12000億[kWh]弱である。そのため、上記の実際の総発電電力量 W_t は、水力発電を上手に使い、悪くとも総発電電力量の約50[%]、良い場合は全電力需要を賄うことが可能となることを示している。なお、ここで用いた数値は、やや小さめの値を採用しているので、実際の総発電電力量 W_t よりも大きな出力量を得る可能性もある。

【0034】

本発明の要点は、沢等のような山岳の上部を流下する流水の速度が石や岩等によって消失されないようにすることである。沢の流水は、勾配のある個所を下る時、速度を増加させながら下って行く。このことの理解が特に山岳地帯の流水の応用には重要な意味を持つてくる。図4で説明したように、傾斜角度 $\theta = 30$ 度の導水路では、その導水路の幅 a を5[m]に固定しておく、始めに $d = 1$ [m]の深さだけあった水が、1秒後には約17[cm]の深さに減少してしまい、10秒後には約2[cm]の深さに減少し、しかも山岳地帯には、石や岩等がゴロゴロしているため、通常では深さの減少した流水がこれらに衝突して、運動エネルギーを消失し、沢は緩やかな流水となって、発電には利用できなくなってしまう。そこで本発明は、沢の流水を滑らかに流下させる導水路を形成して、そこに流水を導き、流水の運動エネルギーが消失することを防ぎ、大きな発電能力を発揮させるものである。

【0035】

本発明を実施する対象となる山岳部の沢およびそこに形成する導水路について説明する。図7は国土地理院発行の2万5千分の1の地図であり、米沢地区の天元台の一部を示したものである。この地区は、特別に高い山が存在することもなく、標高が1500[m]前後の山が点在している。目標とする沢は、渋川23Aの上流である。なお、天元台地区には、西隣の横川23B(長倉沢23C、座々沢23Dを含む)と、図7にはないが東側に同程度の沢が1本あり、横川23Bの西にはひとまわり大きな沢が存在している。また、渋川23Aより小さな沢が、4~5箇所ある。渋川23Aは、図7の東南端より発し、沢としては緩やかな傾斜で東北方向へ流れている。渋川23Aから西の渓谷は下って最上

10

20

30

40

50

川へ流入し、渋川 2 3 A より東の沢は羽黒川への下がっている。

【 0 0 3 6 】

図 7 において、渋川 2 3 A に沿って、始点 A 1 (渋川 2 3 A の源流点より数十 m 下流) からの落差が 5 0 0 [m] の地点に A 2 点があり、始点 A 1 からの落差が 1 0 0 0 [m] 点の地点に A 3 点がある。なお、図 7 の等高線の間隔は 5 0 m であり、5 0 m ごとに太線で表示されている。始点 A 1 で渋川 2 3 A の沢の流水を取水して、この A 1 - A 2 - A 3 の地点間に導水路を形成してそこを流下させるとし、A 2 点の流速を V_{A2} [m / s]、A 3 点の流速を V_{A3} [m / s] とすると、

$$V_{A2} = 1.00 \text{ [m / s]}$$

$$V_{A3} = 1.40 \text{ [m / s]}$$

である。流量は不明であるが、 $Q = 6 \text{ [m}^3 \text{ / s]}$ と仮定し、A 1 点での流水の初速を $V_0 = 1 \text{ [m / s]}$ と仮定すれば、A 2 点、A 3 点での理論発電電力 P_{A2} 、 P_{A3} は、式 (8) や図 6 から、

$$P_{A2} = 3 \text{ 万 [kW]}$$

$$P_{A3} = 5.8 \text{ 万 [kW]}$$

となる。地点 A 3 の上くまで林道等が設けられていて、これらは導水路建設用の機材の運搬に役立つ。

【 0 0 3 7 】

山岳高所より低所に高速流水を導く導水路を設けることが、本発明の目的である。原理的には、本来高速流水であるべき沢の流水の速度を遅らせている石や岩を除去した導水路を構築する。しかし、一般に、沢は図 7 に見えるように、屈折しながら下降していくのが普通である。流水は、屈折につれて速度損失が生じてくるので、高速流水を得るためには、屈折はできるだけ避けなければならない。そのために、導水路の構築法として次の 3 種が考えられる。(a) . 既存の沢を発電用高速流水用の導水路に改修する建設方式、(b) . 既存の沢の近くに屈折部が少なく直線に近い導水路を建設する方式、(c) . 流水の取水口から発電用導入口まで直線的に導水路を建設する方式、である。次に、各方式を具体的に述べる。

【 0 0 3 8 】

< (a) . 既存の沢を発電用高速流水用の導水路に改修する建設方式 >

沢が直線的に流下している場所だけに用いられる方式である。沢の石や岩石を撤去し、断面が長方形、台形、半円形等の露天の導水路をその沢に直接構築する。このとき、流水の断面積は、流速に逆比例して小さくなるので、これに対応するように導水路の各断面の大きさを設定する。つまり、各部の横断面方向の内周をそこを通過する流水の流速に逆比例して小さくなるようすることで、流水が分散しないようにし流下の際の抵抗損失を少なくする。また、半円形の導水路を除いては、床面を石畳、コンクリート、金属等の低摩擦抵抗材で形成して流下抵抗を減ずる。さらに、側壁 (含 : 半円形) を水の染み出る石積や化学合成物等の親水性素材で形成することが望ましい。親水性素材を用いれば、導水路の途中に地下水の流入を図ることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

< (b) . 既存の沢の近くに屈折部の少ない直線に近い導水路を建設する方式 >

沢としては (a) のように直線的に流下する条件を満たすものは少ない。実際は図 7 に示したようにくねくねと屈折して流下していくのが通常である。この屈折の部分で流水の速度損失が大きくなるので、できる限り直線に近づきたい。沢の近くを通る直線経路が得られれば、沢と同じ流域面積で速度損失の少ない導水路を構築できる。その一例が、図 7 の A 1 - A 2 間の実線で示した導水路 2 5 A である。この導水路 2 5 A は、山肌に沿って形成されるので新たに掘削する必要があるが沢の石や岩石を除去する必要がある。この導水路 2 5 A の構成法は、(a) で説明したのと同様に行う。図 8 にこの A 1 - A 2 間の断面を示した。A 1 点から A 2 点に掛けて順次降下しているの、始点 A 1 で取水した流水を露天の導水路 2 5 A で A 2 点まで導くことができる。なお、この A 1 - A 2 間の導水路 2 5 A は、必ずしも山肌に沿う必要はなく、一部を掘削しあるいは埋め立てて傾斜が一定

10

20

30

40

50

な導水路とすることもできる。

【 0 0 4 0 】

< (c) . 流水の取水口から、発電用水取入口まで直線的に導水路を建設する方式 >

この方式は、導水路の出発点（取水口）と最終点（発電用水車への導入口）との間の経路を直線的に結ぶ方式であり、導水路中の流水の速度損失を最も小さくすることができる。図 7 の A 2 - A 3 間の導水路 2 5 B がこれに相当する。本方式は (a) 、 (b) の方式と異なって、渓谷（沢）を通らず尾根越え（貫通）のルートとなるため、トンネル工事を必要とすることが多い。図 9 に A 2 - A 3 間の断面を示した。図 9 の A 2 - A 3 間の点線は、A 2 点と A 3 点を結んだ直線の導水路 2 5 B であり、この導水路 2 5 B よりも断面曲線（地表）2 6 が上にある所では、導水路 2 5 B は地中に埋められるトンネルとなる。なお、A 2 - A 3 間の導水路 2 5 B は、直線に限られず、カテナリー（懸垂線）カーブを含む放物線形状であってもよい。

【 0 0 4 1 】

以上の各方式（a）～（c）において、その導水路の一部または全部として、図 1 0 に示すように、地表 3 1 から浮くように、支柱 3 2 により支持した空中導水路 2 5 C を設置することができる。このとき、空中導水路 2 5 C は地表 3 1 より高さ h_1 だけ高くなるので、この空中導水路 2 5 C を図 9 の点線 A 2 ～ A 3 の間の導水路 2 5 B の露出部分に適用するときは、トンネル部分を減少させることができる。高さ h_1 は設置場所の地質、傾斜角度、トンネル部の長さ、流水の流量等によって定められる。この空中導水路 2 5 C の上端が取水口 3 3 になる場合は、その取水口 3 3 にフィルタ等（図示せず）を設置して、沢 2 2 からの流水を取り込むようにする。沢 2 2 の下流は始めの間は空中導水路 2 5 C に流水が流れたため枯れ沢 2 2 A となっている。なお、空中導水管 2 5 C を水管（パイプ）型とする場合は、その水管の上部の所々に小穴 2 5 C a を空けて大気を導入し、水管内部を大気圧に保つ。（いわゆる、「開渠式（かいきょしき）」の導水路を構成する。）

【 0 0 4 2 】

山岳地帯では、導水路に流し得る流量 Q [m^3 / s] は、それほど大きな量にはならない。したがって、山岳部に設置される水力発電所で使用する発電用水車は、ペルトン水車系が主となる。ペルトン水車は、流量によりノズルの数が決められているが、最大で 6 個である。ノズルの直径を 1 2 [cm] と 1 5 [cm] とした場合、水車の導入口の流水速度 V [m / s]、流量 Q [m^3 / s] から、式（8）で求めた発電電力 P_e [kW] を図 1 1 に示す。現在使用されているペルトン水車のノズル直径は 1 0 [cm] 程度が普通であるが、ここでは目標値として 1 2 [cm] と 1 5 [cm] を掲げた。

【 0 0 4 3 】

ここで示した発電電力 P_e [kW] は、水車及び発電機の効率を 1 0 0 [%] としたが、実際は、水車と発電機での損失があるため 7 0 ～ 8 0 [%] くらいが発電電力となる。なお、図 1 1 の流量 Q [m^3 / s] 自体は、本発明の導水路は流速 V [m / s] に逆比例して断面積を絞っていくので、導水路の始点終点において大略同一である。

【 0 0 4 4 】

本発明を実施するに当たって問題となるのは、急斜面での作業に使用できる土木機械の開発であろう。山岳高所の急斜面で沢や沢状態の地帯において、目的を達成するような機械は、現時点では存在していないであろうから、これらの開発を行う必要がある。山岳地帯は荒れているが、特に頂上付近の荒廃はひどいといわれている。この荒れた急勾配の地を安定して登り、沢等に存在する石や岩石を取り出し処分する作業を安全に速やかに実行し得る機械が必要となる。日本の優れた技術開発力に期待する。

【 0 0 4 5 】

発電システムとしては、年間を通じて一定の出力を保ちえ得ることが要求される。乾期や雨期にかかわらず、一定の出力を発電し得るのが理想である。そのためには、荒廃の著しい山頂一体への恒常的な手入れを行い、山岳頂上部付近の保水量を増すことが重要である。特に山岳頂上から導水路の取水口付近までの保水量を高めることが発電効率向上に不可欠になる。

【 0 0 4 6 】

当該土地の保水量に関係するものとして、図 1 2 に示したように、灌木や喬木等の灌喬木 4 1、地表の枯れ葉層（腐葉土）4 2 および土壌 4 3 がある（樹木の葉は省略している）。昔から、比較的低位山岳部の保水量増強のために採用されてきた有効な手段は植林であった。通常、植林の第 1 目的は木材生産であり、寧ろ保水は 2 次的な効果であった。そのため植林材木の切り出しが困難であった山岳上層部は、ほとんど自然状態に放置されてきたのが実情である。大きな保水量をもち木材としても優れた木を、積極的に植林することが必要である。林道の整備も伴って行わなければならない。また、樹木の葉も一時的な保水に役立つといわれている。

【 0 0 4 7 】

10

山岳上部に落ち葉や枯れ葉があれば枯れ葉層 4 2 となり、落ち葉や枯れ葉の相互間にはかなりの水分が貯まり、それらは次第に発酵・腐敗して腐葉土となり、最後は土壌 4 3 になる。枯れ葉層 4 2 の保水力増強の組織的研究が重要である。枯れ葉層 4 2 の上や落ち葉相互間に保水剤を散布することにより、この層の保水力を高めることができる。保水剤は経年変化により土に還って行かなくてはならない。

【 0 0 4 8 】

最後は、土壌 4 3 そのものの改善である。土壌 4 3 の改善は植物の育成を主目的に、古くから行われてきた。しかし、近年は自然気象の変化によるものか、以前は想定していなかったような激しい降水が各所に発生し甚大な災害を起こしている。そのような災害を防ぐ手段として、土壌 4 3 の保水能力を高める研究が盛んになってきているが、できるだけ大きな保水力をもった土壌 4 3 で山岳上部を覆うことが望ましい。例えば、保水能力を従来の数百倍～数千倍程度に増大させれば、中、低地の山岳であっても、ダムに相当する保水量を確保可能となる。以上のようにして山岳上部の保水力増強を行い、従来の山岳上部の保水量を数百倍から数千倍にすれば、本発明による安定した高出力の水力発電所の実現を容易にすることができる。

20

【 0 0 4 9 】

現在、山岳頂上地帯に降った雨水や融雪水の一部が沢に流入しているが、残りは地下水となったり、山岳部を下って枯れ沢や河川に入ったりし、また、人間生活には利用されることがなく、そのまま海に流出してしまっている。山岳頂上部の雨水や融雪水を出来るだけ有効に活用することも、本発明を一層、有効にする手段である。

30

【 0 0 5 0 】

そのためには、種々な手段が考えられるが、図 1 3 は比較的単純な方法によって、山岳頂上の雨水や融雪水を集水する具体的な例である。図 1 3 において、5 1 は山岳頂上、5 2 A ~ 5 2 E 山岳頂上 5 1 から下方に連なる尾根であり、2 5 D ~ 2 5 F は尾根の間の沢に構築された本発明の発電用導水路を表している。尾根 5 2 C - 5 2 D 間、尾根 5 2 E - 5 2 A 間は、地形などの影響により沢が生成されることがなく、この間の山岳頂上 5 1 の雨水や融雪水は下流に向かって流失していると仮定している。

【 0 0 5 1 】

このような場合に、地点 X から緩やかな勾配をもって下降し地点 Y に至るように、山岳頂上 5 1 をほぼ一回りする環状集水路 5 3 を構築し、この環状集水路 5 3 を各導水路 2 5 D ~ 2 5 F の上部の取水口に接続しておけば、環状集水路 5 3 で集水した雨水や融雪水を各導水路 2 5 D ~ 2 5 F に分流させ、各導水路 2 5 D ~ 2 5 F の流量 Q を増大させることができる。この環状集水路 5 3 の環内に、前記の保水力増強策が施してあれば、山岳頂上 5 1 の雨水や融雪水の有効利用は、ほとんど理想的状態まで高める事が可能となる。以上は理想的な場合の説明であり、実際の山容水態によっては、環状集水路が必ずしも閉じなくても、集水の目的を達成し得ればよい。

40

【 0 0 5 2 】

なお、下端の流水が発電用水車に導入されるようにした本流の導水路の上流部分には、複数の支流導水路を設けて、それらの各支流導水路の流水が本流の導水路に合流するようにしてもよい。このようにすれば、発電用水車に導入させる最終的な流水の流量 Q を大き

50

くすることができ、発電効率を高めることができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

1 : 取水河川、2 : 取水堰、3 : 導水路、4 : 沈砂池、5 : 上水槽、6 : 水圧管、7 : 水力発電所、8 : 放水口、9 : 放水河川、10 : 貯水池、11 : ダム、12 : サージタンク

20A, 20B : 流域面積部分、21 : 山、22 : 沢、22A : 枯れ沢、23 : 川、23A : 洪川、23B : 横川、23C : 長倉沢、23D : 座々沢、24 : 取水地点、25 : 導水路、25A ~ 25F : 導水路、25Ca : 穴、26 : 地表

31 : 地表、32 : 支柱、33 : 取水口

41 : 樹木、41 : 枯れ葉層、42 : 土壌

51 : 山岳頂上、52A ~ 52E : 尾根、53 : 環状集水路

10

【要約】

【課題】大きな運動エネルギーを持っている山岳頂上部からの流下水を取水して流下抵抗少なく発電用水車に導入できるようにし、中容量以下の発電に資する流水を生成できるようにする。

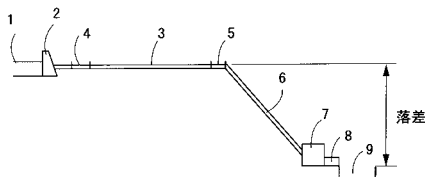
【解決手段】山岳の沢等の流水の上部から取水して下部に設置した発電用水車の運転に必要な流水として導入する水力発電用導水路である。その導水路は、少なくとも一部を傾斜配置し、該傾斜配置部により前記取水した流水を低速流水から高速流水に変換してから前記

20

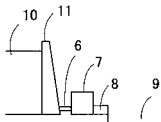
【選択図】図7

【図1】

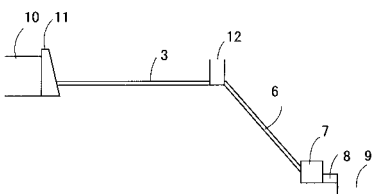
(a)水路発電方式



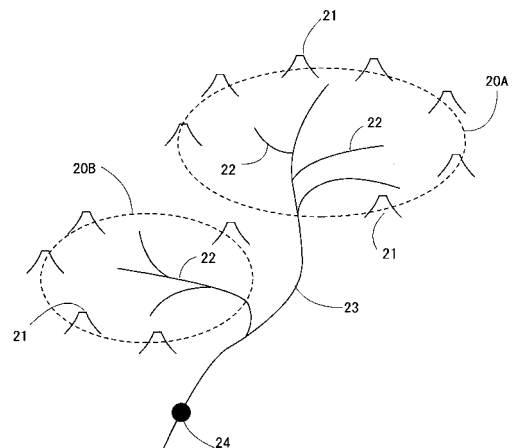
(b)ダム発電方式



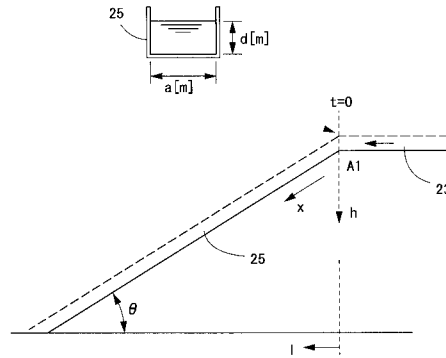
(c)水路ダム発電方式



【図2】



【図 3】



【図 4】

t	V(m/s)	x(m)	d(m)	S(m ²)	b(m)
0	1.00	0.00	1.0000	5.0000	2.236
1	5.90	3.45	0.1695	0.8475	0.921
2	10.80	11.80	0.0926	0.4630	0.680
3	15.70	25.05	0.0637	0.3185	0.564
4	20.60	43.20	0.0485	0.2427	0.493
5	25.50	66.25	0.0392	0.1961	0.443
6	30.40	94.20	0.0329	0.1645	0.406
7	35.30	127.05	0.0283	0.1416	0.376
8	40.20	164.80	0.0249	0.1244	0.353
9	45.10	207.45	0.0222	0.1109	0.333
10	50.00	255.00	0.0200	0.1000	0.316
11	54.90	307.45	0.0182	0.0911	0.302
12	59.80	364.80	0.0167	0.0836	0.289
13	64.70	427.05	0.0155	0.0773	0.278
14	69.60	494.20	0.0144	0.0718	0.268
15	74.50	566.25	0.0134	0.0671	0.259
16	79.40	643.20	0.0126	0.0630	0.251
17	84.30	725.05	0.0119	0.0593	0.244
18	89.20	811.80	0.0112	0.0561	0.237
19	94.10	903.45	0.0106	0.0531	0.231
20	99.00	1000.00	0.0101	0.0505	0.225
21	103.90	1101.45	0.0096	0.0481	0.219
22	108.80	1207.80	0.0092	0.0460	0.214
23	113.70	1319.05	0.0088	0.0440	0.210
24	118.60	1435.20	0.0084	0.0422	0.205
25	123.50	1556.25	0.0081	0.0405	0.201
26	128.40	1682.20	0.0078	0.0389	0.197
27	133.30	1813.05	0.0075	0.0375	0.194
28	138.20	1948.80	0.0072	0.0362	0.190
29	143.10	2089.45	0.0070	0.0349	0.187
30	148.00	2235.00	0.0068	0.0338	0.184
31	152.90	2385.45	0.0065	0.0327	0.181
32	157.80	2540.80	0.0063	0.0317	0.178

【図 5】

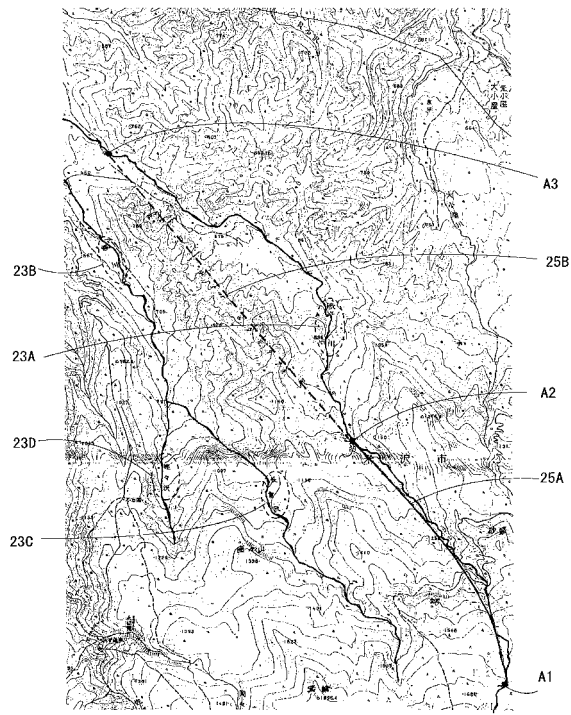
t(s)	30度			45度			50度		
	V(m/s)	x(m)	h(m)	V(m/s)	x(m)	h(m)	V(m/s)	x(m)	h(m)
1	5.9	3.45	2.99	7.93	4.46	3.16	8.51	4.75	3.06
2	10.8	11.8	10.22	14.66	15.86	11.21	11.21	16.01	10.84
3	15.7	25.05	21.69	21.79	34.18	24.17	24.17	33.78	23.84
4	20.6	43.2	37.41	28.72	59.44	42.03	42.03	64.06	41.18
5	25.5	66.25	57.37	35.65	91.62	64.79	64.79	98.84	63.53
6	30.4	94.2	81.58	42.58	130.73	92.44	92.44	141.13	90.72
7	35.3	127.05	110.03	49.51	176.78	125	125	204.81	122.73
8	40.2	164.8	142.72	56.44	228.75	162.46	162.46	283.04	160.26
9	45.1	207.45	179.66	63.37	295.65	204.81	204.81	385.36	202.22
10	50.0	255.0	220.64	70.3	378.48	252.07	252.07	507.71	238.8
11	54.9	307.45	266.26	77.23	476.24	304.23	304.23	676.4	296.36
12	59.8	364.8	315.83	84.16	589.33	361.29	361.29	910.52	355.15
13	64.7	427.05	369.24	91.09	717.86	423.24	423.24	1161.7	416.12
14	69.6	494.2	427.69	98.02	861.81	485.11	485.11	1480.7	463.31
15	74.5	566.25	490.39	104.94	1021.4	546.96	546.96	1897.3	514.31
16	79.4	643.2	557.03	111.87	1197.99	608.81	608.81	2422.6	568.49
17	84.3	725.05	627.81	118.8	1391.3	670.67	670.67	3067.6	625.67
18	89.2	811.8	703.04	125.73	1591.6	732.53	732.53	3842.2	685.83
19	94.1	903.45	782.41	132.66	1808.8	794.4	794.4	4746.4	748.0
20	99.0	1000.0	866.03	139.59	2042.9	856.29	856.29	5790.2	812.16
21	103.9	1101.5	953.88	146.52	2293.6	918.14	918.14	6984.6	878.4
22	108.8	1207.8	1046	153.45	2560.9	980.0	980.0	8329.6	945.6
23	113.7	1319.1	1142.3	160.38	2845.0	1041.9	1041.9	9835.2	1013.8
24	118.6	1435.2	1242.3	167.31	3146.1	1103.8	1103.8	11501.4	1083.0
25	123.5	1556.3	1347.8	174.24	3464.2	1165.7	1165.7	13328.2	1153.2
26	128.4	1682.4	1458.8	181.17	3800.3	1227.6	1227.6	15315.4	1224.6
27	133.3	1813.1	1576.2	188.1	4154.4	1289.5	1289.5	17473.0	1297.0
28	138.2	1948.8	1697.7	195.03	4526.5	1351.4	1351.4	19800.2	1370.4
29	143.1	2089.5	1825.5	201.96	4916.6	1413.3	1413.3	22307.0	1444.8
30	148.0	2235.0	1959.5	208.89	5324.7	1475.2	1475.2	24993.4	1520.2
31	152.9	2385.5	2099.5	215.82	5750.8	1537.1	1537.1	27869.6	1596.6
32	157.8	2540.8	2255.5	222.75	6194.9	1599.0	1599.0	30936.4	1674.0

【図 6】

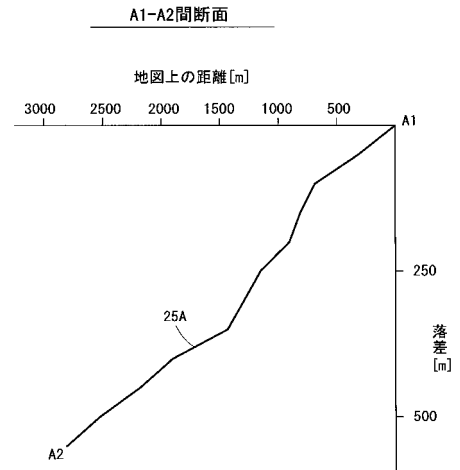
発電電力 P_g [kW]

V(m/s)	25	50	75	100	125	150
Q(m ³ /s)						
1	312.5	1250	2812.5	5000	7812.5	11250
2	625	2500	5625	10000	15625	22500
3	937.5	3750	8437.5	15000	23437.5	33750
4	1250	5000	11250	20000	31250	45000
5	1562.5	6250	14062.5	25000	39062.5	56250
6	1875	7500	16875	30000	46875	67500
7	2187.5	8750	19687.5	35000	54687.5	78750
8	2500	10000	22500	40000	62500	90000
9	2812.5	11250	25312.5	45000	70312.5	101250
10	3125	12500	28125	50000	78125	112500
11	3437.5	13750	30937.5	55000	85937.5	123750
12	3750	15000	33750	60000	93750	135000
13	4062.5	16250	36562.5	65000	101562.5	146250
14	4375	17500	39375	70000	109375	157500
15	4687.5	18750	42187.5	75000	117187.5	168750

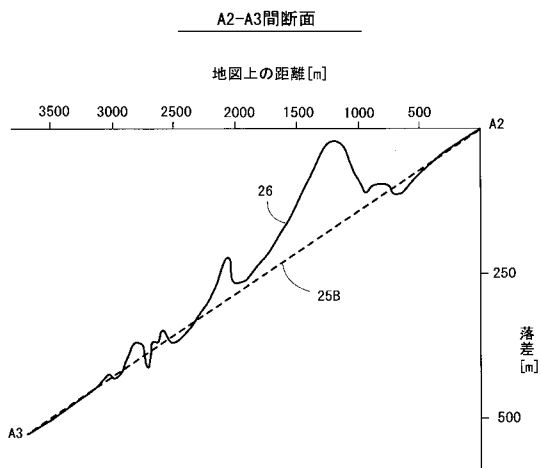
【図 7】



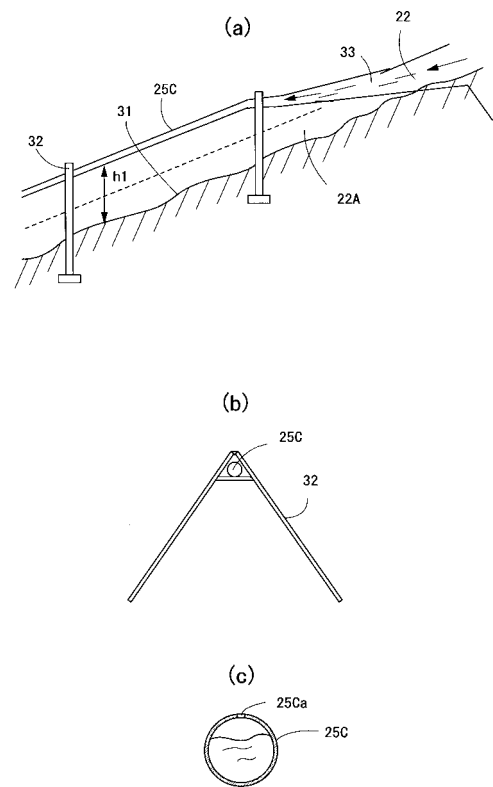
【図 8】



【図 9】



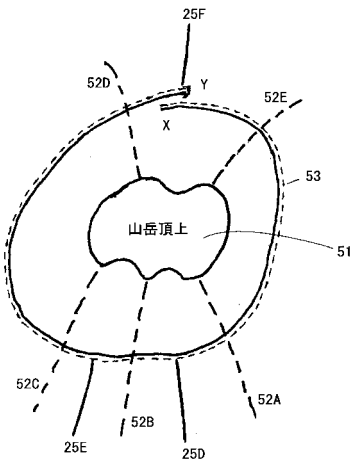
【図 10】



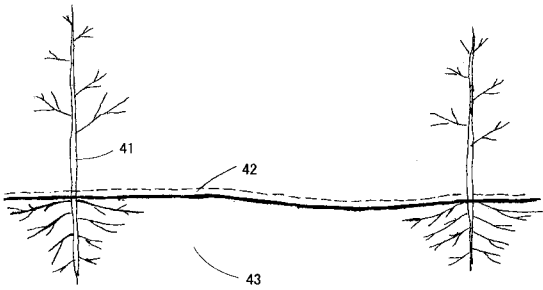
【図 1 1】

V (m/s)	直径12 [cm]		直径15 [cm]	
	Q (m ³ /s)	P (kW)	Q (m ³ /s)	P (kW)
50	3.39	4200	5.3	6600
80	5.43	17300	8.48	27000
100	6.79	33900	10.6	53000
120	8.14	58600	12.76	91000
150	10.18	114500	15.9	178000

【図 1 3】



【図 1 2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭25-001743(JP,B1)
特開2005-155334(JP,A)
特開2001-214424(JP,A)
実開昭60-097477(JP,U)
特公昭25-001922(JP,B1)
実公昭48-032871(JP,Y1)
特開昭61-049007(JP,A)
実開昭53-155230(JP,U)
特開昭62-129409(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02B 9/00 ~ 9/06