

(II-115) 深層水取水管の流速係数

清水建設(株)土木本部機械技術部

清水建設(株)エンジニアリング本部海洋開発エンジニアリング部 正会員

海洋科学技術センター海洋生態・環境研究部

藤原 龍雄

清水 勝公

豊田 孝義

1. はじめに

我が国での深層水の利用研究は、1976年、海洋科学技術センター(JAMSTEC)により開始され、技術開発のための基礎資料が収集され、1984年に陸上型、海域型などの深層水利用技術の概念検討[1][2]が行われた。これを受けて1989年に陸上型の深層水取水装置がJAMSTECにより開発され建造された。本装置を核に高知県により研究支援施設として、我が国で初めての深層水利用研究施設、高知県海洋深層水研究所が高知県室戸市に設立された。以来、本研究所では深層水の資源的有用性の実証とその実用化を目指して、産・学・官の連携のもとで、「深層水利用システムの研究開発」および「深層水利用手法の研究開発」を始めとする様々な研究開発課題、すなわち水産、有用物質生産、淡水生産、エネルギー回収などの多分野にまたがる基礎と応用研究が行われている。これらの「海洋深層資源の有効利用技術の開発に関する研究」の成果は1990年[3]および1991年[4]に科学技術庁研究開発局によって取り纏められている。

また、これ以外に[5][6][7][8][9]を始め、多くの成果報告や文献がある。このうち、[4]では稼動2年後の深層水取水管内の観察結果により生物汚損が進んでないことが確認されている。

今回の研究報告は、研究開発課題「深層水利用手法の研究開発」における運用技術に関するもので、深層水取水管の建造当初と約8.5年後の稼働状況から取水管の摩擦係数(ヘーゼン・ウィリアムス式における流速係数)を比較し、評価したものである。

2. 目的

今後の深層水利用技術の発展・向上のために、高知県海洋深層水研究所における深層水取水管の約8.5年間の耐用結果を現場検証することにより、深層水取水管の摩擦係数(流速係数)の実際値を算出し、次の設計・施工にフィードバックする。

3. 方法

ベルヌーイの定理による流線に沿ってのエネルギー保存則を管路内の流れに拡張すると、圧力水頭、速度水頭、位置水頭以外に損失水頭が加味され、管路内の各エネルギー水頭を算定することができる。この損失水頭計算に用いる管長は、直管の場合は実長をそのまま用いるが、エルボや弁等の局部の場合はヘーゼン・ウィリアムス式への代入の利便性から一般に相当長を用いる。また、相当長には種々の文献・資料があるが、当件においては引用が簡便な「第7・28図 水配管の局部抵抗の相当長さ(空気調和設備の実務の知識 S.47/空気調和・衛生工学会)」による。

この損失水頭計算を、取水ポンプ吸込口の連成計の計算値と実測値の誤差がほぼ0になるまで収束計算を繰り返し、誤差がほぼ0になった時点の流速係数を実際値とする。

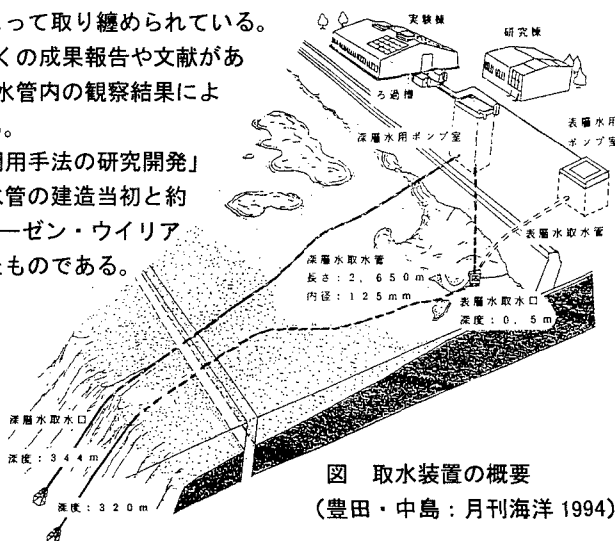
4. 結果と考察

算定に用いたデータを下表に示し、流速係数(実際値)の算定結果を以下に解説する。

	1989年3月15日設立時	1997年9月16日時点
深層水取水量 (実測値)	619.2 m ³ /day	684.0 m ³ /day
計測時潮位 (実測値)	1.2 m	1.2 m

キーワード ; 深層水, 取水管, 摩擦係数, ヘーゼン・ウィリアムス, 流速係数

連絡先 ; 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館, (TEL)03-5441-0662, (FAX)03-5441-0515



密度差水頭	(設計値)	0.5 m		0.5 m	
深層水比重	(設計値)	1.029		1.029	
取水口損失水頭	(計算値)	0.0099 m		0.0119 m	
鉄線鎧装PE管損失水頭	(計算値)	6.2614 m		7.5267 m	
局部損失水頭	(計算値)	0.3058 m		0.3388 m	
連成計水頭	(実測値)	(計算値)	(実測値)	(計算値)	
		-4.1 m	-4.122 m	-6.1 m	-6.088 m
流速係数	(實際値)	160.0		160.0	

- ① 8.5年経過しているにも関わらず、流速係数≒160で殆ど変化がない。
- ② 流速係数 160 は多種ある管材の中でも極めて損失の小さい部類(主な管材:高密度ポリエチレン)であり、深層水中の過飽和炭酸ガスによる取水量への影響は見られない。
- ③ 8.5年経過しても流速係数に殆ど変化がないことから、深層水取水管の管材の折損や断面縮小がなく、内面粗さに経年変化が殆どないと評価できる。
- ④ 深層水取水管内面粗さに経年変化が殆どないことにより、深層水取水管内面への砂の流入・沈積や生物付着が殆どないことが推察できる。

この生物付着が殆どない理由は次のような深層水の特性に由来するものと考えられる。

- a. 太陽光が届かないため、植物プランクトンや海藻の発生が殆どない。
- b. 植物プランクトンや海藻を餌とする動物プランクトンへの食物連鎖が殆どないため、海産付着生物の発生が殆どない。
- c. 有機物は深海に沈降してくるまでに殆ど分解される。
- d. 低温により、生物が繁殖しにくい。
- e. 表層水との混合が殆ど行われないため、付着生物等が少なく清浄である。

以上から、深層水の水質は極めて清浄であり、また、深層水取水管はメンテナンスフリーであると評価できる。

5. おわりに

現在、深層水はその有用性が実証され、全国的に深層水利用施設の建設・運用が着々と進んでいる。これらの施設の深層水取水管の増設や、新たに建設される深層水利用施設にとって、今回得られた流速係数の実測値は、取水管サイズや取水管理設浅度限界を算定するうえで重要なパラメータであり、建設費を安価にするために非常に貴重なものといえる。また、このきれいな深層水資源を未来に引継ぐために温暖化や陸上からの汚染を防ぐ努力と共に、再生循環できるように心して大切に使う必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたり、お世話を戴いた海洋科学技術センター 中島敏光 学術博士、並びに高知県海洋深層水研究所所長 谷口道子 農学博士に深く感謝の意を表します。また、研究にご助力を戴いた高知県海洋深層水研究所の皆様には厚く御礼を申し上げます。(以上)

- [1] 中島敏光, 豊田孝義: 深層水人工湧昇—海洋生物生産への応用—, 月刊海洋, Vol. 21, pp. 618-625(1989)
- [2] 木谷浩三, 長田宏: 人工湧昇システム—洋上設置型深層水利用装置—, 月刊海洋, Vol. 21, pp. 612-617(1989)
- [3] 科学技術庁研究開発局: 科学技術振興調整費研究成果報告書(第I期昭和61~63年度)(1990)
- [4] 科学技術庁研究開発局: 科学技術振興調整費研究成果報告書(第II期平成元年~2年度)(1991)
- [5] 高橋正征: 海にねむる資源が地球を救う—海洋深層水の利用—, あすなろ書房, 189pp. (1991)
- [6] 海洋科学技術センター, 高知大学農学部, クロレラ工業(株), 清水建設(株)技術研究所, 日本水産(株)中央研究所, 日本郵船(株)技術開発センター: 深層水有効利用技術の実用化に関する研究, 平成3年度研究成果報告会要旨集, 25pp. (1991)
- [7] T. Toyota and T. Nakashima: "Operational experience of deep sea water supply system at Kochi Artificial Upwelling Laboratory", Proceedings of the Mie international forum and symposium on global environment and friendly technology, pp. 109-112(1994)
- [8] SYMPOSIUM: 海洋深層水の利用研究, 月刊海洋, Vol. 26, pp. 133-200(1994)
- [9] 豊田孝義: 室戸海域における深層水利用研究, 沿岸の環境圏, フジ・テクノシステム, pp. 1253-1265(1998)