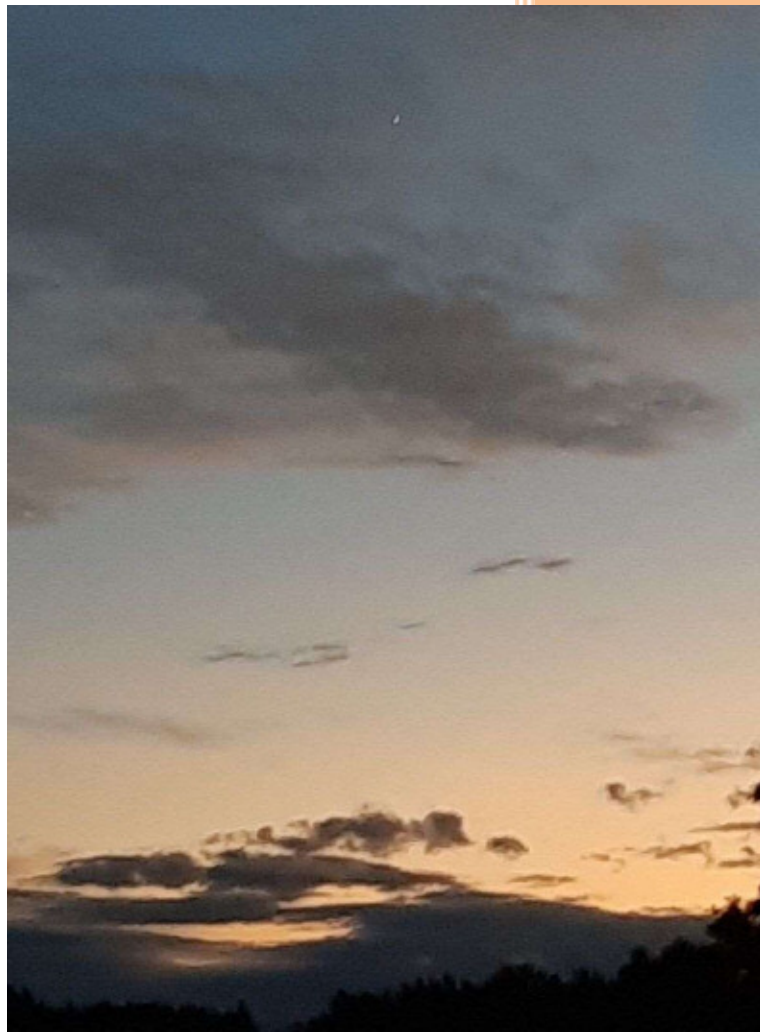


2022年

10月

技術士みえ No.20(98)



秋の夕焼けといちばん星

公益社団法人 日本技術士会

中部本部 三重県支部

技術士みえ No. 20(98)

コーナー	タイトル	筆者	ページ
巻頭言	日本技術の今後の課題	伊藤 博	1
2022年度第2回セミナー	会員講演 北勢地域に水を供給する三重用水	小河輝一	2
2022年度第2回セミナー	特別講演 人を支援するアシスト装置の開発	池浦良淳	7
今後の行事予定など			10



巻頭言

日本技術の今後の課題

三重県支部 幹事会オブザーバー

伊藤 博 技術士 (建設、総合技術監理)



ウクライナ戦争(筆者は侵攻ではなく戦争と言いたい)原因による西側のロシアへの制裁などにより、わが国の物価が高騰してい

ます。特にエネルギーと食料の値上げは、庶民にとっては耐え難いことになっています。収入は実質にむしろ減る方向です。敗戦後70年間以上も平和な日本では、高度成長期も経て、かつては世界でトップクラスの技術力となった時代もありました。しかし、ここには、日本のエネルギー自給率は11%(2020年 資源エネルギー庁)、食料自給率は39%(2015年 農林水産省)しかないの、グローバル影響で、生活を脅かされています。

われわれ技術者にとっては、これからの日本の技術をどのようにして進歩・発展させるのかが、課題となっています。わが国民が技術者への見方を参考にする指標として、内閣府が行った世論調査の結果があります。少し古いですが、2010年調査によると、科学技術へは63%が関心を持ち、62%が科学者や技術者に関心を持って、34%がわかり

三重県支部長 竹居 信幸

〒510-0025 三重県四日市市東新町2-23

東邦地水(株)内

TEL 059-331-7311

FAX 059-331-8107

E-mail: nobuyuki-takei@chisui.co.jp

やすい説明を得ています。科学技術の発展により豊かさと安全性が向上した(84%、67%)としています。一方で、科学技術のマイナス面は少ないと、誤解しています。また、科学者や技術者を身近な親しみは無いが、社会的地位は高いとも、誤解されています。だが、特にエネルギーや医療への期待は大きいし、科学技術の発展は必要としています。

アンケート内容には一部に疑問点もありますが、技術者・技術士の責務は非常に大きいという現状は理解できます。

筆者個人のことを言えば、老人の域になって貢献することは、だんだん減っていきます。が、今でもサラリーマン(会社員)としての業務と、非常勤講師としての学生への教育を、細々と実施しています。若い技術者が技術士資格を得て、大いに活躍する方が普及していくことに、期待します。それとともに、それに少しでも力を注ぎたいと思っています。

皆様も一緒に、健康に気を付けて、努力しましょう。

—以上—

2022 年度第 2 回セミナー 会員講演レジュメ (1)

日 時 2022 年 6 月 18 日 (土)
場 所 ウェブ開催

[講演題目]北勢地域に水を供給する三重用水

小河輝一

建設部門
農業部門
総合技術監理部門



(はじめに)

令和 4 年 6 月 18 日開催の三重県支部第 2 回セミナーで「三重用水事業」を紹介する機会をいただきました。三重用水は、私が 60 歳の定年を迎えるまでに在籍していました独立行政法人水資源機構が管理する施設です。私は、1980 年代と 2010 年代の 2 回、通算で約 7 年間、三重用水の事務所に勤務していたことから、三重県北勢地域に農業用水、水道用水および工業用水の主要な水源となっている三重用水施設の紹介をさせていただくことになりました。なお、水に関するライフラインつながりの話題として、講演の前半に 5 月 15 日に発生した「明治用水頭首工の漏水」についてその時点で分かっていることなどを新聞記事や委員会資料などから紹介させていただきました。また、このレジュメ作成にあたって、講演会以降で分かったことの概要をレポートします。

(明治用水頭首工の漏水事故について)

(1) 明治用水の概要

明治用水は、江戸時代末期に都築弥厚により開発計画が立てられ、明治 13 年に、岡本兵松らによってその施設が現在の愛知県豊田市に完成しました。その後、国営かんがい排水事業明治用水地区により現在の頭首工 (1958 年) が、国営かんがい排水事業矢作川総合地区により幹線水路の改修が行わ

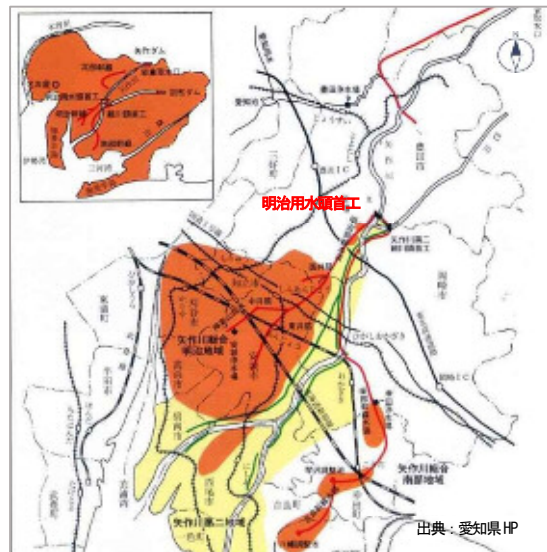


図-1 明治用水頭首工位置図

れました。1975 年から明治用水に工業用水と一緒に流し始め、現在の水利用計画では、約 5340ha の農地に最大 30 m³/秒、愛知県企業庁安城浄水場で浄化した水を 131 社の工場に最大 4.02 m³/秒供給しています。

頭首工の管理は農林水産省が行っており、2015 年から 2021 年度の非出水期に堰の区間を分け締め切り、水を抜いて堰柱の鋼板巻き立て、堰柱補強基礎杭打設およびゲート設備などの耐震補強を実施していました。

(2) 漏水発生からの対応状況

漏水の発見からの対応状況は表-1 のとおりです。利水者の愛知県が施設管理者に先んじて公表したことは、現場での事態逼迫度合いをうかがうことができます。

(表-1) 漏水発生以降の対応

21 年 12 月	小規模漏水があり農政局が対策
5 月 15 日	漏水を確認
5 月 16 日	碎石投入するも止水できず
5 月 17 日	・漏水範囲が拡大し、上水、工業用水及び農業用水の取水量が大幅に減少し取水できない状況。 ・愛知県が記者発表
5 月 18 日	農政局の公表
5 月 19 日	・調査団による現地調査 ・工水段階的に給水開始
5 月 24 日	農業用水の試験通水開始
5 月 30 日	農業用水の 4 ブロック割通水開始
6 月 2 日	明治用水頭首工復旧対策検討委員会 (第 1 回) を開催
6 月 3 日	頭首工右岸の応急対策工事に着手
6 月 14 日	頭首工左岸の応急対策工事に着手
6 月 16 日	明治用水頭首工復旧対策検討委員会 (第 2 回) を開催

(3) 漏水状況

漏水は図-2 の頭首工左岸で発生しており、図-3 のとおり頭首工の上流には、まったく貯水できない状況となっています。明治用水幹線水路の取水水位は標高 30.10m です。したがって、頭首工の上流に5~6mの深さで水が溜まっていないと、水を取り込むことができないため、仮設の水中ポンプを設置して矢作川から取水しています。



図-3 貯水の無い明治用水頭首工

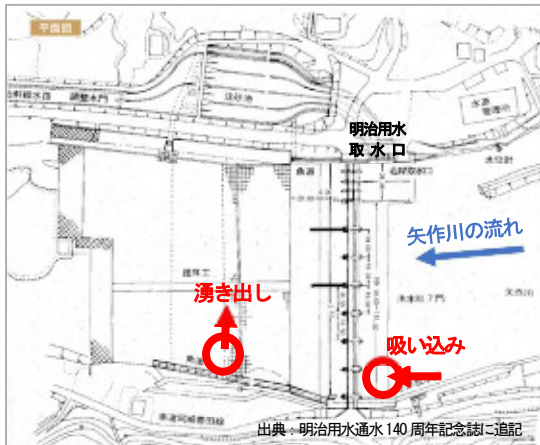


図-2 明治用水頭首工平面図

(4) 明治用水頭首工の構造

明治用水頭首工は、本体が透水性地盤の上に設けられている「フローティングタイプ」という型式です。この型式では透水性地盤内の浸透流によるパイピングなどによる基礎地盤の破壊を防止するために、頭首工の上下流にエプロンと呼ばれるコンクリートの床版、止水壁や止水矢板を設置して対策を行います。

明治用水頭首工においても、図-4、図-5、表-1 のとおり止水壁、止水矢板およびエプロンの設置がなされていました。

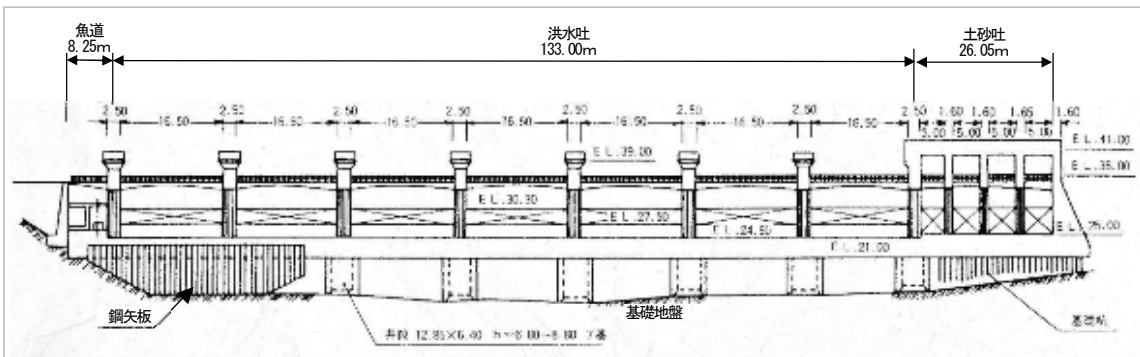


図-4 明治用水頭首工正面図

出典：明治用水通水140周年記念誌

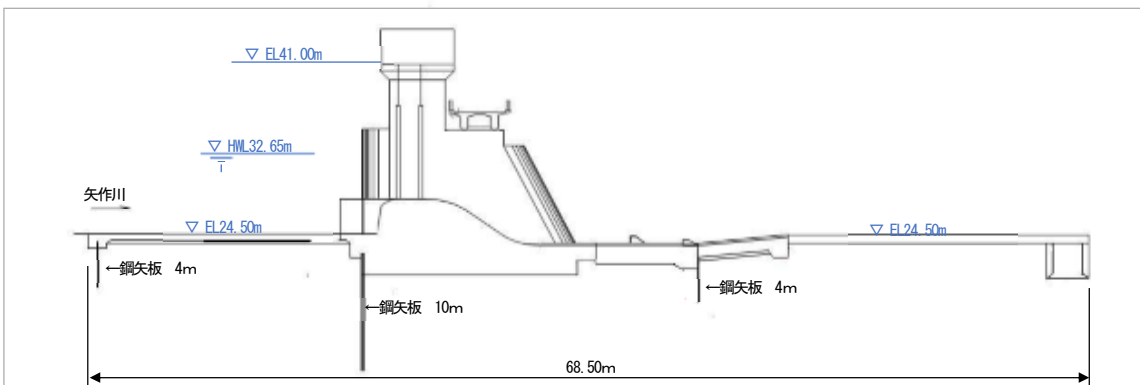


図-5 明治用水頭首工断面図

出典：明治用水通水140周年記念誌

(表-2) 頭首工の諸元

型式	フローティングタイプ
堤長	L=167.3m
洪水吐	径間6.5m×扉高2.8m×7門(ラゲート)、L=133.0m、エプロン長35.5m、護床工長99.2m(異形ブロック)
土砂吐	径間5.0m×扉高5.3m×4門(ラゲート)、L=26.05m、エプロン長35.5m、護床工長125.0m(異形ブロック)
魚道	L=167.3m
取水位	E L. 30.10m

(5) 漏水原因の推定

東海農政局によると、「頭首工では、堰の底部と岩盤の間(約十メートル)に、地中の水の流れをせき止める鉄板が三カ所に設置されている。東海農政局は、鉄板と岩盤との隙間に水の通り道ができていたり、鉄板の老朽化で漏水が起きていたりする可能性を想定している。」としています。

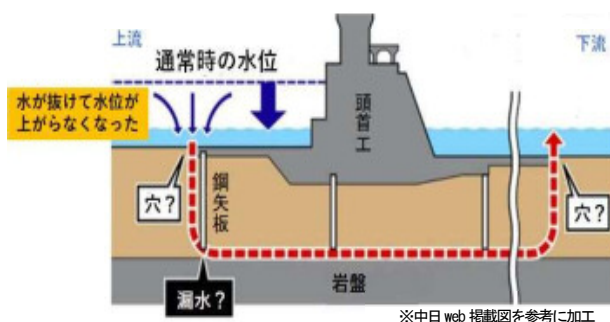


図-6 漏水のイメージ図

(6) この漏水で考えさせられること

現在の明治用水頭首工は、建設から60年以上経過し、日常的に目視で点検ができる老朽劣化は補修補強されてきていたと思います。しかし、川の中の、さらに土の中になると容易には点検できません。今回の漏水に先立つ、昨年12月の小規模な漏水の前兆がありました。この時に、利水ユーザーに情報提供することや、原因調査に着手できていれば、今回のような大ごとにはなっていなかったかもしれません。

水インフラに関しては、このような断水を伴う事故が生じると、他地区からの融通や二重化の話題が湧きあがります。しかし、実現しようとする水利権の問題や水は余っておりそんなに要らないとも言われます。

難しい問題です。

(7) 講演会以降に公表されたこと

7月26日に明治用水頭首工復旧対策検討委員会(第三回)を東海農政局で開き、これまでの調査結果や今後のスケジュールを示しました。調査結果によると、最も左岸側に位置する頭首工の柱の地下の川底部分に、流入口とみられる幅5.8m、高さ1.8mの空洞があり、ここから水が流れ込み、下流にある三カ所の空洞から噴き出しているということです。頭首工の地下部分には水を止めるための鋼矢板が設置されていますが、1958年の完成当初から一部分で岩盤と鋼矢板に隙間が空いており、この隙間が漏水につながったとみられています。さらに、頭首工地下に水が流れ込んだことにより川底のコンクリート部分が崩落し、漏水が拡大したと見られています。

本格復旧に向けては柱の基礎を補強するか、建て直す必要があり、農水省は三つの工法案を示しました。本格復旧の工期は2~3年かかると見積もられており、今秋から最も工期が短い工法で開始しても、完了は2024年となります。

さらに、工事では漏水原因となった穴周辺の水を抜かなければ作業に着手できないため、非出水期の10月から翌年5月に行うことが求められています。

漏水発生メカニズム及び本復旧対策の工法などについては、9月30日に予定されている第4回検討委員会で議論されます。興味があれば、添付の二次元コードから農水省のホームページをご覧ください。



(北勢地域に水を供給する三重用水)

(1) 三重用水事業

三重県北勢地方の鈴鹿山麓から伊勢湾にわたる広大な農業地帯の水田は、地区内の中小河川、ため池などを水源としていましたが、いずれも水量が乏しく、安定して取水できる水源の確保にせまられていました。また、山麓の畑地帯は全く水源をもたず、天水に依存せざるを得ない状況であったため、土地改良事業の実施が強く要望されていました。

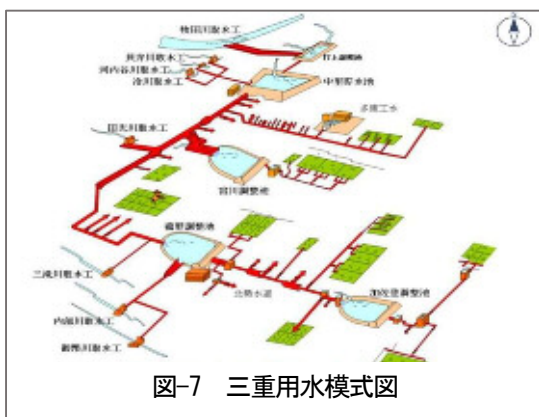


図-7 三重用水模式図

一方、この地方の産業発展に伴い、都市用水の重要が増大し、その充足も緊急の課題となっていました。

三重用水事業はこれらの要請に対処するため、中里貯水池を主水源とし、岐阜県側の木曾川水系揖斐川支流牧田川から取水するとともに、員弁川・河内谷川・冷川より取水して貯留します。

また、宮川・菰野・加佐登の調整池及び幹線水路等の建設により、田光川、三滝川、内部川及び御幣川から、取水して貯留します。

これらの施設計画により4市2町(いなべ市、桑名市(旧多度町を含む)、四日市市(旧楠町を含む)、鈴鹿市及び菰野町、東員町)の農地約 7,300ha に対する農業用水として最大 5.99m³/s、三重県企業庁により浄水後、水道用水として四日市市、鈴鹿市、菰野町の各家庭に最大 0.668m³/s 及び工業用水として最大 0.194m³/s の供給を行う総合的な利水事業です。

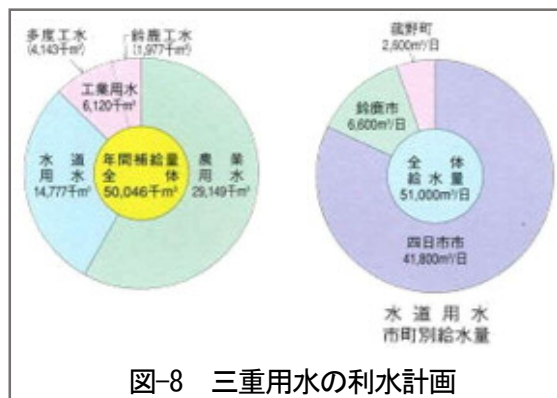


図-8 三重用水の利水計画

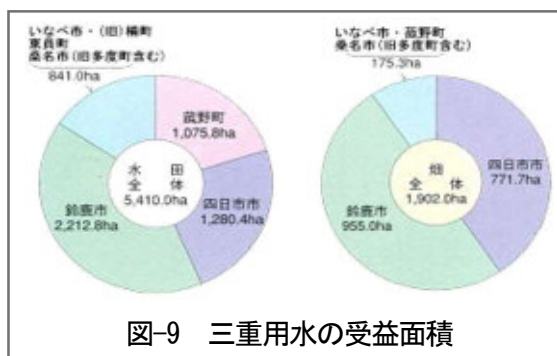


図-9 三重用水の受益面積

表-3 三重用水のあゆみ

年月	出来事
1951年 10月	農水省が調査開始
1966年 8月	三重用水土地改良区設立認可
1971年 2月	三重用水事業に関する事業実施方針・指示
3月	三重用水事業に関する事業実施計画・認可 農林省から事業継承し、三重用水建設所発足
1972年 3月	中里ダム着工 (昭和52年3月完成) 幹線水路着工
1977年 6月	宮川ダム着工 (昭和55年3月完成)
1978年 3月	加佐登ダム着工 (昭和58年2月完成)
1983年 1月	員弁幹線水路着工 (昭和61年3月全線完成)
6月	幹線水路中里ダムから宮川ダム間完成
1984年 4月	農業用水暫定通水開始
1986年 3月	打上ダム着工 (平成元年7月完成) 菰野ダム着工 (平成元年10月完成)
1987年 3月	幹線水路宮川ダムから弓削分水工まで全線完成
1991年 4月	水道用水暫定通水開始
1993年 3月	三重用水施設に関する施設管理方針指示 三重用水施設に関する施設管理規程認可
4月	三重用水管理所発足
2003年 10月	独立行政法人 水資源機構へ移行

(三重用水の特徴)

(1) 8つの溪流から取水

三重用水の取水口は、北から岐阜県を流れる揖斐川支流の牧田川、三重県内の員弁川、その支流の河内谷川と冷川、朝明川支流の田光川、三滝川、鈴鹿川支流の内部川と御幣川の8か所です。それぞれの河川の最上流部、いわゆる溪流と言われるような急流に図-10に示す施設を設け取水しています。

最上流部で取水していますが、図-10の取水構造により、先行した利水者に支障がないよう、河川流量が取水制限流量を上回ったときのみ、上回った水量を取水する仕組みになっています。

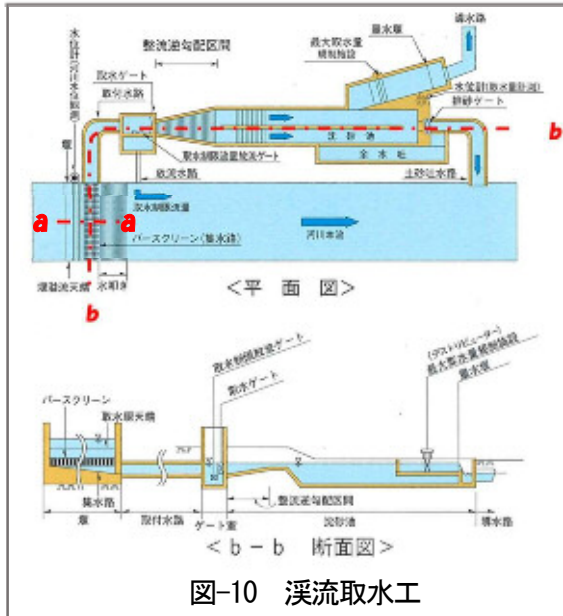
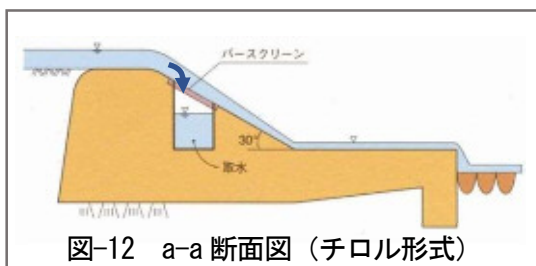
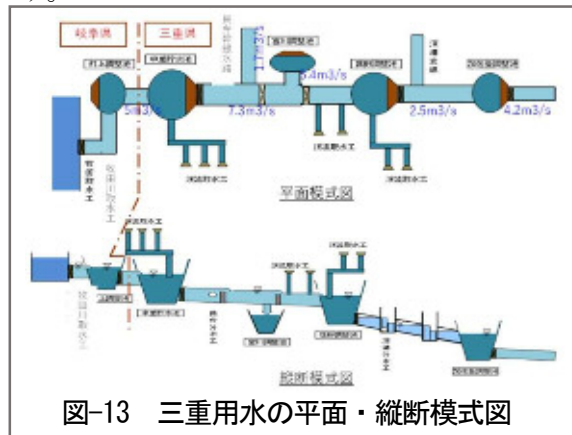


図-11は冷川取水工を下流から見た状況です。マニアの方が動画撮影されユーチューブで公開されていますので、写真に埋め込んである二次元コードを読み込んでもらうと動画を見ることができます。冷川取水工はチロル形式の堰で、断面は図-12のとおりです。



(2) 5つのダムで水の安定供給

三重用水の取水口は、大げさに言えば大雨の時でないとならない取水できないような、通常時は流量の少ない河川に設けてあります。三重県の北勢地域には、水源となりえる河川はそのような河川しか無かったということです。このため、取水できるときに取水して、一旦蓄え、必要な時に安定的に給水するための施設が設けられました。これが図-13の平面模式図に示した5つの貯水池・調整池です。岐阜県にある牧田川で取水した水を三重県側に年間1千万 m^3 の水を導水するために蓄える打上調整池。そして打上調整池と員弁川水系にある3つの取水口から導水し貯留する中里貯水池を幹線水路の最上流部に設け主水源としています。幹線水路の途中に宮川、菰野および加佐登の各調整池を設け合わせて5つの貯水池、調整池を有効に活用できるように、管理所で集中管理し安定供給に努めています。



(3) 自然流下方式

幹線水路や用水路は、牧田川の取水口から鈴鹿市内の末端に至るまで、高低差(約200m)を利用し流れています。途中にある山はトンネルで潜り抜け、川は水路橋や逆サイホンで横断しています。

(おわりに)

今回、初めてのweb発表でした。受け手側の反応が分からないこともあり、伝わったかどうか不安が残ります。このような機会をいただき紙面をお借りしてお礼申し上げます。(以上)

2022年度第2回セミナー

特別講演レジュメ

日 時 6月18日(土)

場 所 ウェブ開催

[講演題目]人を支援するアシスト装置の開発

[講師] 池浦良淳 工学博士

三重大学 大学院工学研究科

工学研究科長



人は、様々な環境で体に負担をかけながら作業を行っている。その負担は精神的なものから肉体的なものまで様々あるが、健全な生活を送っていくには、負担を減らすことが重要である。ここでは、人の負担評価とそれを改善するアシスト装置の開発例を紹介する。

様々な重作業を行う上で、腰痛に悩まされている人も多いのではなかろうか。腰痛には様々な原因があるが、ここでは、骨盤から頸までの背筋である脊柱起立筋と脊柱関節部に加わる腰部椎間板圧迫力について評価してみる。いずれも負担が大きくなると痛みを発症するが、特に椎間板が損傷すると椎間板ヘルニアを引き起こし、重篤となるので注意が必要である。体を前傾し、重量物を持つと上半身や重量物の重力に釣り合うように、脊柱起立筋が筋力を発生する。また、重量物を持ち上げる際には、腹部に空気をためて腹圧により、脊柱起立筋の筋力の補助を行う。持ち上げる際に、おなかに力を入れることがあるが、それは腹圧を高めるためである。近年では、脊柱起立筋の負担を軽減するアシスト

器具が開発されており、いくつかは販売されている。



図1 開発中の腰のアシスト装置

特に、ゴムの弾性力を利用したアシストスーツは、体にフィットしており、軽量で取り扱っても良いことから市場に多く出回っているようである。筆者も図1に示すような、腰をサポートする装置の開発を行っている。これは、背中から足まで弾性材を配置することで、その曲げ力より腰回りのトルクを発生させて、腰の負担を軽減するものである。ゴムのタイプと上記のタイプでは、アシストする力の方向が異なる。ゴムでは、脊柱起立筋と平行にゴムを配置するため、アシスト力も脊柱起立筋と平行に発生する。一方、筆者のようなタイプでは、脊柱起立筋と垂直に力を発生する。図2に、この2つのタイプで、脊柱起立筋と椎間板圧迫力を比較した結果を示す。これは、体を35度に前傾した場合で、図の青色がアシストなし、灰色が筋肉と平行のアシスト、橙色が筋肉と垂直のアシストである。図より、いずれも筋肉と垂直にアシストした方が筋肉と椎間板への負担が減少していることが分かる。

このように、体にアシスト装置を装着する

ことにより、腰部の負担を軽減すること

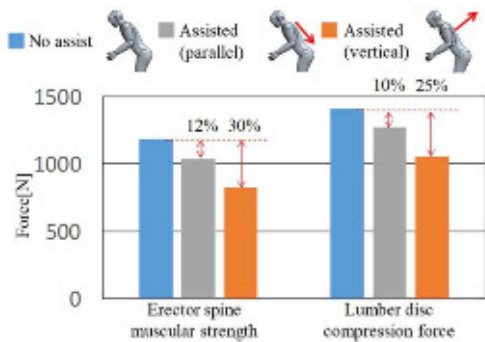


図2 腰部の負担評価

は可能であるが、特に、椎間板への負担軽減については、解明されていない部分も多く、注意が必要である。例えば、今回は圧迫力のみを評価しているが、剪断力も評価する必要がある。いずれにしても、体に装着するアシスト装置では、ある部分の負担を軽減すると、別の部分の負担が増加する。例えば、ガンダムのようなロボットに乗り込んでロボットを操縦するタイプであれば負担は全て、ロボットが補ってくれるが、実用的ではない。また、背筋の痛みは負荷がかかると分かるが、椎間板は損傷しないと現れないことが多い。そして、椎間板の損傷による腰痛は、背筋よりひどくなり、治療も容易ではない。従って、腰部をアシストする装置は、過信して使いすぎないことが重要と考えられる。アシスト器具を使わなければ、背筋の痛みから自ずと無理な運動を控えるが、アシストされていると背筋の痛みはあまり感じないため、椎間板に過大な圧迫がかかっていたとしても無理に運動をし続けて椎間板を損傷しかねない。その様なことから筆者は、アシストロボットや器具を重量物の運搬作業に使うべきではないと考えている。例えば、長時間前傾姿勢を取らなければならない作業などの背筋のサ

ポートをする程度にとどめるべきと考えている。

次に、車のシートに着座する場合の負担評価とそれを軽減するアシスト装置について述べる。車を長時間運転していると、腰回りが痛くなるのは、よく経験することである。これは、運転姿勢を長時間維持することで、腰回りの筋肉に長時間負担がかかり、筋肉が硬直することによって起こる。従って、姿勢を定期的に変化させて、腰回りの負担集中を回避することが重要である。しかしながら、運転中に大きく姿勢を変化させることは、運転動作に影響を与え、危険である。そこで、筆者らは、図3に示すように、腰椎部を前に押し出す機構を組み込んだシートの開発を行ってきた。

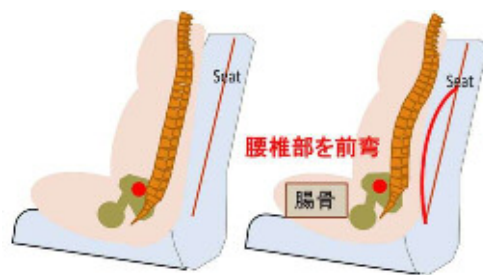


図3 腰椎部を押し出す機構のシート（右図）

腰椎部を押し出すことにより、体が逆S字の姿勢となり、腰部の筋肉は緩み、負担が減少する。しかしながら、この姿勢を長時間続けていると、別の場所に負担が長時間かかり、その部分の痛みが発生する。従って、定期的に姿勢を変化させることが重要である。筆者らの研究では、腰部を押し出す姿勢と元に戻した姿勢を交互に15分ずつ維持ことが最適であることが分かっている。次に、これらの負担を脈波と血中乳酸値で評価したので、その結果を示そう。脈波は、図4に示すように、

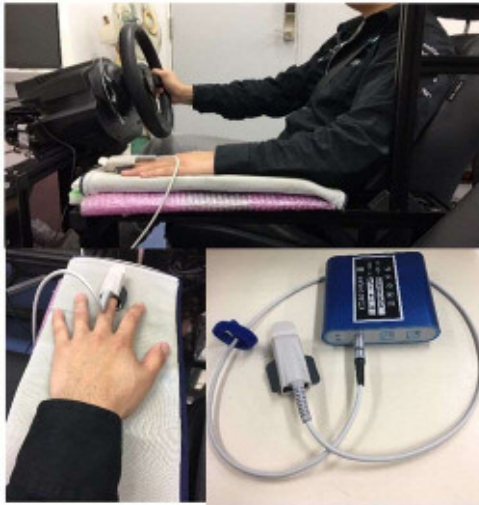


図4 脈波を計測する装置

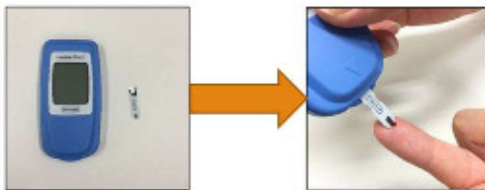


図5 血中乳酸値の計測

指先のセンサから血流量の変化を捉えることにより計測するものである。そして、脈波より藤田ら（2004年）が開発した、脈波筋疲労曲線を算出することにより、疲労を評価する。また、血中乳酸値は、図5に示すように指先から血液を採取することにより計測する。そして、ドライビングシミュレータにより90分の運転動作をした場合の姿勢を変化させた場合とさせていない場合で、筋疲労曲線と血中乳酸値を評価した。その結果、筋疲労曲線では約25%、血中乳酸値では、約35%の負担削減効果があることが分かっている。また、合わせてアンケートによる聞き取り調査も行っているが、腰椎や背中あたりの痛みが削減されていることが確認された。

以上、腰部を支援する2つのアシスト装置の事例を紹介したが、講演では、さらに、脚部を支援するアシスト装置の紹介も行った。紙面の都合により詳細な説明については省略するが、あぐら姿勢をアシストする器具と碎石敷地の歩行のためのアシスト器具について説明を行った。いずれも、人間工学的な評価に基づいて、器具の開発を行っており、その効果を検証している。

様々な製品において、今までは、性能や扱いのし易さに重点が置かれ、紹介してきた負担を軽減することは、二の次にされるが多かったようにも思われる。これは、1つに、負担はコスト換算することが難しいことにも起因する。しかし、今後の高齢社会においては、若年層に対して高齢者が多くなり、負担の削減はますます重要になってくると考えられる。負担軽減のための装置開発には、単なる思いつきではなく、人間工学に基づいた設計と開発が重要である。

—以上—

今後の行事予定など

★セミナー★

2022年度 第4回セミナー

日程: 2023年1月7日(土)PM

場所: 三重県教育文化会館(津市)

(ウェブ開催の場合もあります)

会員講演

山口 昇吾 技術士(機械)

特別講演

三重大学 鵜飼 直也 教授

★みえテクノロジーカフェ★

第51回みえテクノロジーカフェ

日程: 2022年12月18日(日)

10:00~12:00

場所:

①MG YOKKAICHI

②Zoomによるウェブ配信併用

参加費:

① 会場: 500円(ドリンク付)

② ウェブ: 無料

★中部本部行事★

◎冬季講演会 12月3日(土)

(ツドイコ名駅カンファレンスセンター

&Web)

★統括本部行事★

◎地域産官学と技術士合同セミナー

日程: 2022年11月11日(金)PM

場所: じゅうろくプラザ(岐阜市)

+Web 会議システム

公益社団法人 日本技術士会 中部本部 三重県支部

「技術士みえ」発行及び責任者

竹居信幸 技術士(建設、総合技術監理)

〒510-0025 三重県四日市市東新町2-23

東邦地水(株)内

TEL 059-331-7311

FAX 059-331-8107

E-mail: nobuyuki-takei@chisui.co.jp

広報委員

西方伸広 技術士(機械)

井上正喜 技術士(機械、総合技術監理)