

「集落水道」を未来につなぐ工事：
静岡市梅ヶ島大代地区における住民主体の社会基盤
整備

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-05-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 伊東, さの子, 巖島, 怜, 藤本, 穰彦 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00025035

論文

「集落水道」を未来につなぐ工事 —静岡市梅ヶ島大代地区における住民主体の社会基盤整備—

伊東 さの子*, 巖島 怜**, 藤本 穰彦***

1. はじめに

本論の目的は、集落で維持する水道（＝「集落水道」⁽¹⁾）の設備更新工事が、いかにして住民主体で行われたかについて、工学的・技術的な観点から考察することにある。事例は、静岡市梅ヶ島大代地区である。手仕事で行われた住民工事の要素技術とノウハウを細やかに記述することが、本論の課題となる。大代地区で今後予想される災害時のリハビリや、次の設備更新工事のためのマニュアルとして効果を発揮することが期待される。また大代地区と同様に、溪流から直接取水している他地域の集落水道問題の解決への寄与も期待したい。

なお本論を読み解くにあたり、藤本・伊東（2018b）を合わせて参照して頂きたい⁽²⁾。本論が工学的・技術的研究であるのに対し、藤本・伊東（2018b）は、同一の事例を社会的な観点から考察したものである。藤本・伊東（2018b）では、プロジェクトの生成過程から議論を立ち上げており、2014年6月のプロジェクト生成の直接的契機から、2017年9月の、工事のための基本的考え方が整理され、方針が決まるまでを主たる分析期間とした。これに対し本論では、具体的な実験をスタートさせた2017年3月以降から工事終了後の2017年12月までを分析期間とする。

以下、論述は次の手順で進める。まず取水口（以下、集落住民の呼称に倣い「水もと」と呼ぶ）の設備更新工事にむけた実験の内容を記述し（第2節）、実験の結果をまとめる（第3節）。実験結果をふまえた水もとのデザインを示す（第4節）。以上をふまえて、住民工事当日の記録を分析する（第5節）。最後に今後の課題を述べる。

2. 水もとの設備更新工事にむけた実験

大代集落の水道

大代集落の水道について概要を確認しておく⁽³⁾。図1は大代集落水道の全体図を示したものである。現在の取水口は1960年代に住民の手によって建設されたものである。生活のための水は深沢と呼ばれる溪流から直接取水されている。深沢は、安倍川の支流のひとつである濁川へと流入する。集落から取水口までは、北西へ1.7km、高低差140mの山みちを歩いていく。大代住民は、取



図1 大代集落水道の全体図（筆者作成）

水口のことを「水もと」、取水口までの道を「水みち」と呼ぶため、以下本論もそれに倣う。

なお現在の水もとには、取水口が2ヶ所ある。溪流の途中に堰堤を設けて、小さな集水を行う「上の取

* 静岡大学大学院総合科学技術研究科 ** 九州大学決断科学研究センター助教 *** 静岡大学農学部准教授

水口」と、その下流の溪流空間内に簡易なセメントを打ち、水が流れこんでくるよう直接取水口を設けている「下の取水口」である。今回の工事対象となったのは「上の取水口」部分である。「上の取水口」の機能をそのまま活かすかたちで、堰堤にマスを取り付け取水する第3の取水口を設置する工事を行った。

現在の水もとの利用は、1932年頃から集落内の個人世帯が利用し始めたことに端を発する。1945年頃からは集落内の他の世帯も利用し始め、一部世帯の共同水源となった。集落全体の水源となるのは1966年に「大代水道組合」が組織されてからである⁽⁴⁾。

大代水道組合による維持・管理活動は、「水は集落みんなのものだから」という考えを共有し、全世帯参加での共同作業と相互扶助を基本としている。管理の中心を担っている集落住民の多くが、土木業や林業、ハウス施設の配管工事の経験を有しており、何らかのトラブルが生じた際には、それぞれの技術と知恵を出し合って解決してきている。

今回の水もとと工事も、これまでの問題解決の実践と連続線上にあり、高齢化と大代水道組合の組合員の減少に対応していくための住民が主体となった工事である。

調査と実験の概要

水もとの設備更新工事にむけた調査と実験の概要を述べる。調査と実験は、2017年3月から8月にかけて、4月を除いて月に1度ずつ全5回行なった。筆者（伊東・藤本）が中心となり、水もとの定期清掃に参加している農業環境教育プロジェクトの学生の協力をえながら実験を行った。

これに先立って調査と実験の方向性や設計の基本方針を決定するために、2017年1月に予備調査を行い、おおまかな計画を考えた。そのうえで2月に、河川工学を専門とする共著者（巖島）を交え、集落住民とのワークショップを行った。取水堰堤での流量調査と新しい取水口にとりつけるためのグレーチングとメッシュを用いた実験を行うことに決まり、3月から実施した。

流量調査

流量は簡易的に把握できればよく、25ℓのポリバケツを用意し、満杯になる時間を計測することで毎秒あたりの流出量を把握した。バケツのみ、グレーチングを設置、グレーチングにメッシュを設置の大きく3パターンで流量を計測した⁽⁵⁾。実際の作業では、バケツとグレーチングを固定する係が2人、記録係1人、ストップウォッチ係1人の4人で行なった（人手が少ない場合は、記録係とストップウォッチ係は兼任）。

詳しい手順は以下の通りである。調査の結果は日ごとにフィールドノートに記録している。

- ①堰堤内の取水口からの取水を止めた状態で、堰堤の落差工から流出する水全てをバケツで受け止める。
- ②25ℓのポリバケツが満杯になるまでの時間を計測する。バケツでの測定は3回行い、平均を流量とした。グレーチングやメッシュをつけた状態では5回測定を行い、同じく平均を取水量とした。

実験内容

新しい取水口は、グレーチングを設置することにより、砂礫や落ち葉をグレーチングでトラップし、落ち水を取水するようにする方法が採用された。グレーチングの角度と規格、適正なメッシュの選定が目的である。

そこで実験では、グレーチングと、メッシュを複数パターン準備した。実験に用いたグレーチングは、縦横幅が600×300mm、溝幅240mm、穴幅30mmのU字溝タイプのものである。メッシュは10mm、6.5mm、4.0mmの3種類を用意し、その都度、グレーチングに針金で固定した。実験にかかる資材はすべて、静岡市内のホームセンターで調達した。

実験では、取水堰に流れ込んでくる砂礫や落ち葉をいかにトラップし、水をとることができるかを考えるために、実際に起こり得るつまりの発生を想定し、つまりの原因となる流入物を流して経過を観察した。

詳しい実験の手順は以下の通りである。実験内容は動画で撮影し記録している。

- ①堰堤の落差工部分にグレーチングをあて、取り付ける角度や方向を変えながら、水の入り方や水の落ち方を観察する。
- ②周辺に落ちていた流入物は、主に砂礫と落ち葉（スギおよび広葉樹）であった。実際に溪流を流れてくる流下物を想定する必要があるため、堰堤周辺に堆積している落ち葉と砂礫をサンプルとして使用した。サンプルの量は12ℓバケツ一杯分程度を設定した。
- ③グレーチングにメッシュを装着する。
- ④②を③に流し込み、メッシュの上で何がどのようにトラップするか（あるいはメッシュを通過して内部に入り込むか）を記録・観察する。水の入り方や流れ方の変化をしっかりと観察する。観察時間は流量により異なるがおおむね1分程度である。
- ⑤メッシュのサイズを変えながら、②から④を繰り返す。

3. 実験の結果

表1は、流量調査と実験の結果をまとめたものである。結果をまとめるにあたって、グレーチングの条件別に、①グレーチングの向き（タテ、ヨコ）、②流量、③グレーチング有りでの流量、④トラップの対象物の種類、⑤トラップの様子に整理して記述した。

流量

流量調査の結果を記述していこう。3月17日1.5ℓ/s、5月14日5.2ℓ/s、6月18日1.7ℓ/s、7月30日4.5ℓ/s、8月14日は17ℓ/s以上であった。8月の測定時は堰堤全体から水がオーバーフローしており、正確な計測はできなかった。最大は8月14日の17ℓ/s以上で、最少流量は3月17日の1.5ℓ/sであった。8月は、実験前の3日間で降雨が続いていたことから増水していたと思われる。3月は例年よりも降水量が少なかったため流出量が少なかったと考えられる⁽⁶⁾。小渓流の流出にたいして、降雨の直接的な影響が見受けられる。

グレーチングの向き

グレーチングの仮設実験から明らかになった傾向をまとめる。グレーチングの取り付け方向は、600mmのヨコ側か、300mmのタテ側かを検討した。6月の実験時に、目視で観察した結果、ヨコで水を受ける方が格子部分による阻害が少なく、300mmの奥行きで十分に取水できていることが確認できた。ただしいずれの場合でも、取水量はバケツのみで受けた場合と比べてやや少なくなる。

メッシュの効果

10mm、6.5mmのメッシュ場合、小さな砂礫を通過させてしまうが、4mmメッシュならば、堰堤付近に堆積しているほぼすべての砂利の流入を防げることを確認した。ただし、10mmのメッシュでも大半の砂礫をトラップできており、落ち水の様子を観察している限り、10mmで十分な効果を発揮できることを確認した。

落ち葉にたいしては、メッシュを取り付けると、スギなど棘状になっている針葉樹系の葉が引っかかりやすくなり、そこに他の落ち葉や砂礫を堆積させていく様子が確認された。広葉樹は堆積することが少ないが、メッシュに張り付き、流れにくくなってしまっていた。

グレーチングの角度

グレーチングの角度については、Itsukushima（2016）による実験結果を参考にしつつ、実験では15°～

表1 実験結果(筆者作成)

		流量調査	実験				
		流量(ℓ/s)	G 向き	G 有流量(ℓ/s)	ゴミの種類	結果	
3 月 17 日	G 単体	1.5	タテ		スギ・広葉樹の落葉	グレーチング手前で葉が堆積し流れていかない。最終的に水は左外へと抜け出ていく。	
	G+6.5mm				スギ・広葉樹の落葉 石・砂利	葉はグレーチング手前で堆積し、石・砂利ともに流れていかない。水はグレーチング内に落ちる。	
5 月 14 日	G 単体	5.2	タテ	2.1	スギ・広葉樹の落葉	葉がグレーチング手前で堆積し流れていかない。水は 60 秒後あたりから左外へと抜け出ていく。	
	G+10mm			3	スギ・広葉樹の落葉	スギの葉は 20cm 地点まで押されるが、広葉樹の葉はグレーチング手前で水の下に潜り込み網に張り付く。水は堆積した葉に当たり暴れる。	
	G+6.5mm			2.2	スギ・広葉樹の落葉	葉がグレーチング手前で止まり堆積。水は 45 秒後あたりから左外へと抜け出ていく。	
	G+4.0mm			2.5	スギ・広葉樹の落葉	葉が落差口の中で堆積していくが、100 秒後あたりでグレーチングへ押し出される。その後、水は左外へと抜け出ていく。	
6 月 18 日	G 単体	1.7	タテ	0.4	スギ・広葉樹の落葉	グレーチング手前で葉が堆積し流れていかない。水はグレーチング内に落ちる。	
			ヨコ	2.1			
	G+10mm		タテ		スギ・広葉樹の落葉	グレーチング手前で葉が堆積。水はグレーチング内に落ちる。	
			ヨコ			落差口内に葉が堆積する。水はグレーチング内に落ちる。	
7 月 30 日	G 単体	4.5	ヨコ	3.9			
	G+10mm			4	広葉樹の落葉 砂利	ゴミがグレーチング手前で堆積。流れていかない。水がゴミの上を乗り越える。	
	G+6.5mm			3.5	広葉樹の落葉 砂利	ゴミがグレーチング手前で堆積。水がゴミの上を乗り越えていくが、最終的に大部分は流れていく。	
	G+4.0mm			3.6	広葉樹の落葉 砂利	ゴミがグレーチング手前で堆積。水は 120 秒後あたりから右外へと抜け出ていく。	
8 月 14 日	G+10mm	17 以上	タテ		スギ・広葉樹の落葉	スギの葉は流れていく。広葉樹の葉は手前で水の下に潜り込み、網に張付き流れない。	
			ヨコ			網に葉がひっかかる。葉は流れて行きにくい。水はグレーチングの中に落ちる。	
	G+6.5mm		タテ		スギ・広葉樹の落葉 砂利	スギの葉が中央(30~40cm 地点)で止まり堆積。砂利の小さいものは水の勢いで飛ばされるが、10mm 以上のものはグレーチング上に残る。	
			ヨコ		スギ・広葉樹の落葉	スギの葉が中央(15cm 地点)で堆積し、水がその上を乗り越える。ゴミが流れない。	
	G+4.0mm		タテ		スギ・広葉樹の落葉 砂利	ゴミは一気に奥まで流れるが、奥(50cm 地点)でひっかかる。水はグレーチング内に落ちるよりあふれ出ていく方が多い。	
			ヨコ			スギの葉が奥(20cm 地点)でひっかかるが、水はグレーチング内に落ちる。網目に引っかかるような砂利はグレーチング上に残る。	

25°のあいだで砂礫や落ち葉のトラップと落ち水の様子を観察した⁽⁷⁾。15°の方がゆったりと水を取ることができ、落ち葉が流れず、張り付いたままとなってしまう。これに対して25°では、落ち葉をフラッシュすることが出来ていた。グレーチングの角度は、実験結果だけで決められるものではなく、管理活動の頻度や他の取水口との併用状況とも関わってくる。そのため実験結果は、住民と話し合うための観察記録とし、角度の決定は、2017年9月22日のワークショップで協議して決定された。

最終的にグレーチングの角度は、25°に決定された。角度を急にする分、グレーチングの長さを充分に保つような設計にし、600mm×300mmのグレーチングを2枚設置して取水することとした。

4. 水もと改変のデザイン

新しい取水口の設計

第3節で論じた実験結果を2017年8月24日の大代集落の常会で報告した。それを踏まえて筆者（伊東・巖島・藤本）は、2017年9月22日に、大代水道組合長・志村吉利、取水口の工事を主に担当する志村秀範、志村春男と共に現場でワークショップを行った。

ワークショップでは、詳細な測定を行うとともに、取水マスの型枠作製のイメージを固めるため、仮設の枠組みを設置しながら議論が進められた。先に述べたとおりこの日に、グレーチングの角度（25°）とサイズ（600mm×300mm×2面）が決定した。

その後、10月24日の大代常会で最終的な完成イメージと設計案（図2）が集落全世帯に共有され、工事にかかる工程を確認した。人役の確認も行われ、大代集落全世帯が参加すること（ただし世帯主が参加できない場合は代役でもよい）、大学生・教員との合同チームで工事を行うこと、集落と大学との役割分担、工事当日にメディアの取材が入ることが合意された。

新しい取水口は、既設の堰堤の落差工に、1,000mm四方のコンクリート製のマスを設け、25°の勾配をつけた600mm四方のサイズのグレーチングを設置するというものである。落差工からグレーチングまでは150mmの平坦

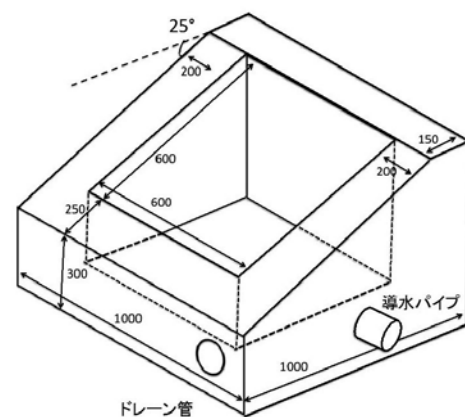


図2 新取水口のイメージ（筆者作成）

部を作って水を走らせ、グレーチングの落ち水をマスに貯留する。マスの底部は岩場をそのまま活かした形状になっており、実際には下流側に向かって、右岸側から左岸側へ傾斜のついた空間が広がる構造になる。マスから導水し、他の取水口から流れ込む既設のタンクに流入し、沈砂したうえで集落へ給水される。なお、現在使用している上下2ヶ所の取水口は当面は残し、新しい取水口の運用状況を見ながら今後の管理を検討することとなった。

グレーチングの選定は、これまでのディスカッションのなかでとりわけ重視されてきたことであった。最終的な結論では、縦横幅が600×300mmのものを2枚利用することにし、実験で検討したメッシュを重ねる方法に代わり、穴幅が10mmと細いタイプを選定した（図3）。最終的に選定されたグレーチングが、実験で使用したものと異なる理由は次の2つである。まず、住民からの意見として、毎日のように掃除にいけない場所ならば問題ないが、管理ペースを3〜4ヶ月に1度にしたいと考えていることに対応するためである。メッシュは管理を頻繁に行わなければならないため、グレーチングそのものの幅を狭くする対応を試みた。次に、「横向きにつけると水の流下でグレーチングが摩耗し、耐久性が落ちる」という住民の指摘を受け入れ、グレーチングは縦向きに設置すること



図3 設置したグレーチング（2017年11月5日、筆者・伊東撮影）

となった。そのため、グレーチングの穴も縦方向に伸びているものを選定した。グレーチングの重量は1枚につき20kg以上あり、マスの上面に設けた枠にはめこむため、形状は「みぞぶた」タイプを採用した。設置する際、ボルト固定は行わず、取り外して管理作業を行えるように工夫した。

設計のポイント

今回の設計には2種類の判断基準が存在している。一方は、単純化した条件下でデータを繰り返し集めることで理論化を行う「科学的」な知見である。他方は、住民のあいだに経験的に蓄積された知恵に基づく知見である。「科学的」な知見は、事象を客観的に分析するために有効であるが、実験条件を外れる事象に対応できないという課題がある。そのため工事設計のポイントとしては、「科学的」な知見をふまつつも、地域住民のあいだに蓄積された経験に基づく知見を大きく取り入れながら設計が考えられていった。

新しい取水口の設計のポイントをまとめていこう。第1に、維持・管理作業の省力化を実現するための設計である点が挙げられる。「安定した取水の継続と省メンテナンス化」が設計の第一義であった。当初グレーチングの取り付け角度は、15°程度を考えていたが、砂礫や落ち葉をフラッシュする力を高めるため、27°の傾斜が基本案として検討された。最終的には全体の強度や貯水量との兼ね合いをみながら25°に調整された。グレーチングの角度に合わせて使用するセメント量、段取りと工程が決まった。グレーチングの角度設定は、工事全体の主たる規定要因であった。

取水口の大きさは600×600mmとなった。これは現在の堰堤と落差工で対応できる最大の大きさである。取り付け角度25°で15ℓ/s以上の流量がある場合でも十分に取水が可能であることがItsukushima (2016)の実験で確認されている⁽⁸⁾。また8月に行った実験結果からも同様の結果が示され、17ℓ/s以上の流量でも600×300mmのグレーチングで十分に水が取れることが確認されている。

グレーチングの規格について、600×600mmを1枚で制作すると重量が50kg近くになり、維持・管理作業ができないため、600×300mmの2枚に分けることになった。それでも1枚の重量は20kg以上になるが、工事の搬入時は学生がサポートすることで輸送の課題は解決された。

マスの底を平らにするかそのままにするかについても議論になった。本来ならば取水マスの底にコンクリートを打って平らにした方が、型枠組みの作業がしやすくなる。しかし底を打つとなるとマス内部の高さが200mm程度しかとれなくなり、十分な貯水が行えない。岩場を削る作業の行程を追加したくない。このようにして岩場はそのままにして底を打たないことにした。その結果マスの深さは、最も深い場所で470mmを確保できた(2018年1月10日計測)。

第2に、大代集落住民が有している道具と技術、ホームセンターで購入可能なもの等、簡単に手に入るもので工事を行う方針が確認されながら、設計が進められた⁽⁹⁾。議論が進むなかで判断に迷う項目なども、「あるもの」で対応できるか、がひとつの決断基準になった。

象徴的な事例は、当初は堰堤の落差工を削り、取水の入り口を広く作ることが検討されていたが、現場で工事「設計の議論」をすすめるなかでこの工程は不要とされた。取水口を大きくすることで取水の効率は向上するが、それ以上に工事の労力を勘案し、負担と時間が延びる可能性があることから、実験結果と照合しながら、堰堤と落差工に手を加えずとも取水できそうであることを確認し、「そのままで良さそうなら、それでやろう」という住民判断に至った。

取水マスのサイズを少し大きなものにしようとした場合、既設の導水パイプを取り外す必要があった。だが現在の設計ならば、堰堤と落差工に手をつけないことで取水口の導水パイプにも手を加える必要がなくなり、新しいマスの横にそのまま置いておける結果となった。もしも当初案を採用していたら、現在の取水口の機能が低下していたかもしれない。全てを新しいものにリプレイスする発想ではなく、「あるもの」を点検して活かしながら、新しい技術との相乗効果を狙う発想が随所にみられた。

5. 住民が主体となった工事の記録

工事を記録する

2017年11月17日（金）から19日（日）にかけて実施された工事と、26日（日）に行われた仕上げの工事（通水）を記録する。今回の水もとの改変工事は何を達成したのか。その意味内容を考察しながら記述したい。記述にあたっては、作業スケジュール、作業の内容、参加人数、役割分担、技術的なポイントの各視点から整理して考察する。

なお、記録の確定にあたっては、いったん書き上げられた原稿をもとに、筆者（伊東）と、岩崎吉利、志村秀範とのあいだで、工事を振り返って対話しながら、確定する作業を行った（2017年12月29日、2018年1月20日、2018年1月22日）。

工事のスケジュール

工事のスケジュールを、3日間それぞれの到達点を確認しながらふり返ろう。当初の計画では、2017年11月17日午後、18、19日の全日をかけて工事する予定であった。しかし18日は雨天により作業が延期となった。このため、予定されていた型枠を組む作業を17日の午後と19日の午前に振り分けて実施した。型枠の作業は、大まかに刻んだコンパネを現場で合わせて型枠にするための調整が必要であったため、一日がかりの作業になることが予定されていた。そのため18日の雨天予報が確実になった17日朝、住民側で検討した結果、行程の変更が決定された。

大学側も臨機応変に対応した。17日13時に大代集落へ到着するやいなや準備を整え、14時には型枠組みの作業に必要な発電機、電気工具の運搬を開始した。運搬する荷物は、運搬係となる大学生・教員の人役にあわせて小分けに準備されていた。岩崎吉利・大代水道組合長との確認作業を終えて、それぞれの体格と体力に合わせて、荷物を割り振り、直ちに運搬を開始した。運搬物の内容は、20A発電機1機（30kg程度）、ガソリン10ℓ、電気ハンマー（1500W）1機、番線5kg、コンパネ7枚、サンギ（30×60mm）4m×2本と再利用分の合計4本、鉄筋類、金具・型枠固定資材類、工具類、ドラム延長コードであった。1回目の運搬を終えた後、水もとの作業担当と2回目の運搬担当にわかれた。2回目の運搬では、長さ30mの黒パイプをそのままの長さで運んだ。

水もとの作業担当は、型枠の外枠を調整する作業を進めた。最初に、作業場への水の流入を防ぐ必要があった。上流部に臨時の取水口を築いて「上の取水口」に流入しようとする水を迂回させ、「下の取水口」へとパイプをつないだ。水を迂回させて作業を開始した後、15分ほどした時に、「上の取水口」がつまり、作業場の水が切れなくなった。パイプを外し、土砂吐きをすることで問題が解決した。型枠の外枠を組むための下準備として、新しく制作する取水マスに埋め込むドレーン管の位置を決め、コンパネを刻んだ。型枠の外枠を固定する資材を打ち込むために、堰堤と岩場へ下穴をあけた。続いて、取水マスを強固なものにするための鉄筋加工が現場で行われた。17日の作業はすべて、19日の型枠組み作業を迅速に実行していくための重要な下準備であった。以上の作業が1時間30分程度で片付けられた。

16時15分頃からは、型枠となるコンパネをその場で合わせていく作業が行なわれた。まずは内枠から合わせるため、現場で岩場の起伏状況を計測し、岩場の起伏に沿うように型枠を切り出していった。起伏が複雑な部分については、設置場所に合わせては修正を加えていく作業となった。工事1日目の17日終了時点では、型枠を組むための資材運搬が完了し、最終的な現場合わせを行いながら、型枠の内枠の調整が完了した⁽¹⁰⁾。

先に述べたように18日は雨天中止であったが、前日に前倒して基礎的な作業を終えていたことで集落住民のあいだでは、雨天中止にも柔軟に対応できる雰囲気であった。朝から待機し、13時に最終的な作業の有無を確認した際も落ち着いた様子で、「明日で終わると思うけどな」と話していた。

19日は大代集落の全世帯が参加しての工事であった。19日には型枠を完成させ、コンクリートを流し込み、新しい取水口となるマスの設置を完了させることが目標だった。17日に前倒して資材運びのほとんど

を終わらせたため、19日は参加者全員がゆとりを持って工事を行うことができた。

朝8時に水みち入り口に集合し、各自必要な荷物を持って出発した。主な運搬資材はセメント100kgであり、運搬は一度に終了した。9時に水もとに到着した後、作業を開始した。

作業を開始して2時間ほど経った11時頃に型枠が組み上がった。コンクリートを練りみずもとへと運び上げる作業が始まった。12時頃までにはコンクリートを型枠の中に流し込み、新しい取水口となるマスの基本的な成形工事が完了した。休憩を挟んだのち13時頃から、30mの導水パイプを新しい取水口に固定する作業を行い、この日の作業全体は14時までにおおむね完了した。片付け作業を行ったのち、撤収した⁽¹¹⁾。

コンクリートが固まるのを待って、11月26日に型枠を外した。型枠を取り去ったあと、マスの出来具合に不備がないかを確認し、余分なコンクリートを削る調整を行なった。その後グレーチングを設置・固定し、導水パイプを接続して通水試験を行い、新しい取水口の有効性を確認した。

参加人数と世代

参加人数をカウントしたところ、17日、19日、26日の3日間で、のべ54人役で工事を行っていた。大代集落住民は全世帯から参加し、静岡大学の大学生・教員、静岡県庁農地局からのボランティアスタッフが今回の住民工事に参加した。内訳は、大代集落22人役、大学・教員28人役、その他4人役であった。

年齢別では、最も参加の多かった世代は20代の14人で、大学生を中心としたボランティアの参加であった。順に、30代3人、40代0人、50代5人、60代7人、70代1人という内訳であった。参加者の最高齢者は75歳の大代集落住民であり、50～70代の技術を持った大代集落住民を、20～30代の大学生とボランティアが、資材の運搬や補助作業で支える構図であった。

今回の工事は全世帯参加を基本としていた。そのため高齢や女性世帯を理由に直接参加できない家は、代役を立てた。普段は他出している息子や、娘婿が参加していた。また親子で参加していた世帯もあった(志村春男・1952年生まれと志村卓哉・1979年生まれ)。

役割分担

役割分担と工事の詳細を記述する。今回の集落水道工事の主役は、言うまでもなく大代集落の住民である。今回の工事では随所に、住民それぞれの技術と経験に即した役割が自然に遂行されていた。「みんなわかってるっていうのもあるし、任せられるのが一番楽」とは岩崎吉利の言葉である⁽¹²⁾。

当日の工事の中心は大代集落住民が担い、大学生・教員やボランティアは、水もとまでの資材の運搬やコンクリートのバケツリレー、このような力仕事を中心にサポートする役割分担であった。大学からはこの他に、工事の過程を詳細に記述して残す記録係(著者・伊東)と、カメラマン・小柴希菜(フリーランス)を配役した。

工事のスケジュールの項目での記述ときれいに書き分けることは難しいが、以下では役割分担の視点から作業内容を整理して記述してみたい。17日(初日)は、岩崎吉利が工事全体を取りまとめ、土木工事の経験が豊富な志村秀範と志村春男が取水マスの型枠を組む作業を行った。土木作業員としても現場監督としても経験豊富な志村秀範が、17日、19日、26日の現場での作業を取り仕切った。

新しい取水口を設置する工事では、志村秀範と志村春男は同じ工程を協力して進めていったが、志村秀範が頭^{かしら}となって状況を判断しながら指示を出して進めていた。志村春男は志村秀範の補助に回る形をとりつつも、必要な作業の「ニュアンス」を共有しているようで、予測される作業を先回りし、的確に進めていた⁽¹³⁾。2人で力を合わせて作業を行う場合にはどちらからともなく互いに声を掛け合い、それぞれの持ち分を融通しながら協力して作業を進めていった。この2人を中心に、工事のために帰郷した若手や大学生・教員がサポートしながら工事がスタートした。

型枠づくり

17日、水もとに到着すると、志村秀範の指示のもと、コンパネ、サンギ、鉄筋類、金具類、工具類、ドラム延長コードといった型枠組み作業に必要な資材を、作業場となる堰堤の少し下の岩場まで運びあげた。発電機は取水タンクの裏側に置き、資材置き場まで延長コードを伸ばして電源をとった。電気ハンマーやバイブレータなど、大型の電動工具を使用するための電源である。なおこの日運んだ型枠は、志村秀範がまる一日がかりで準備してきたものであった。

道具の作動性を確保した後、鉄筋を成形していく作業へと進んでいった。ドリルの先端から70mm程度のところに青いカラーテープを巻き、穴の深さを決めていた。志村秀範が電動ドリルで堰堤の側面に穴を3ヶ所空けた。型枠を固定するためのものである。以降、志村秀範がマーカーで印をつけ、志村春男と交代で次々と穴をあけていった。「刺し筋をする」（鉄筋をうつ穴をあけていく）のと並行して、志村春男が、型枠を組むのに邪魔になる岩場を砕いていった。続いて鉄筋を加工した。2500mmを2本と1000mmの1本の鉄筋をそれぞれ「コ」の字型に折り曲げた。

下準備を終えると型枠を組み立てていく作業がはじまった。型枠は前面から調整して高さを決める。組むときは内側から組む。あとで内側を組もうとすると間に手を入れることが大変になる。「型枠の手順はこれしかない。誰がやってもこういう手順になる。」（志村秀範）9月22日のワークショップでつけた印を基点に、内枠から合わせ込んでいく。志村秀範と志村春男がそれぞれ自分でメジャーを持って測りながら、大まかに刻んだコンパネに印をつけ、ノコギリで適宜加工しながら成形していった。コンパネには裏表があるため（準備の段階で「表」、「裏」と黒マジックで書かれていた）、間違いがないか確認しながら刻んでいった。型枠の傾斜角度は適宜、角度計で測って調整していた。

側面に導水パイプを通すための穴が必要であったため、岩場の起伏を見ながら大体の位置を決め、新たに使うドレン管をコンパネにあてて位置を決めた。岩崎吉利がコンパネに穴を開けた。志村春男が右岸側（岩場側）の外枠を細かく調整しており、志村秀範が左岸側の内枠を調整しつつ、外枠も成形していった。側面のコンパネは2枚にして、外しやすくする工夫がなされていた。この工夫を志村秀範は、「ワリを入れておく」⁽¹⁴⁾と表現していた。

19日の作業では、2人に加えて、今回の工事のために帰省した2人（2人とも土木関係の仕事をしている）と大学生2人が、志村秀範、志村春男のまわりで補助的な作業を行った。本格的に型枠を組む作業がはじまった（図4）。上側と下側で二重に囲い、強度が高められた。上側には2,500mmと1,000mmを組み合わせて「ロ」の字にしたものを用い、下側は岩場が出ている関係で、2,500mmの「コ」の字の鉄筋を用いた。



図4 型枠組み作業の風景（2017年11月19日、小柴撮影）

その後、型枠組みは内枠から先に組められた。背面（上流側）、前面（下流側）、両側面の順に4面にコンパネが取り付けられた。内枠の組み立てが済むと、左岸側面、右岸側面、前面の順番で外枠が組み立てられた。簡単な作業は、その時々周囲にいる住民と学生・教員がカバーしながら作業が進められた。

型枠のコンパネには、3～4ヶ所にドリルで穴があけられており、セパレータと呼ばれる金属の棒を通し、Pコンと呼ばれる留め具で内外の型枠を固定した。堰堤から出るセパレータは高ナットで留めた。高ナットは本来セパレータ同士をつなぐ目的で使用されるが、堰堤側で固定の強度を出すために用いられていた。堰堤に穴をあけた後、穴の中に「ホールアンカー」という内部で固定できる留め具をハンマーで打ち込み、「ツラにくるように」（留め具の頭が堰堤の表面と揃うように）する。そこに「ねじきり」を入れ込み、セパレータを接続するために「高ナット」を使用した。これは固定の強度を出す目的と、堰堤から150mmの幅をきちんと決めるための作業である。

今回の工事で一番肝心だったのは、堰堤と平行になる3枚の型枠（内枠背面・内枠前面・外枠前面）の位置を固定することであった。この作業がきちんと決まれば、側面の位置・角度・高さは自然に決まる。取水口の600×600mmも真四角に作ることができる。

コンクリートを練り、運び上げる

型枠内外が組み上がると、コンクリートを流し込んだ後に型枠が膨らむことを予防するため、「ホームタイ」（U字の金具、箱金具ともよぶ）を取り付け、サンギを刻んで井形に固定した。前面の外枠とサンギを留めるため、4ヶ所に万力をつけて固定し、適当な長さのサンギを突っ張らせ、周囲4ヶ所を固定した。

コンクリートの準備は、岩崎孝行・町内会長が、砂利の配合、練り具合、水の追加等の指示を出しながら、学生も交えて4～7人で作業にあたっていた。コンクリートは、コンクリ練り用の容器（「フネ」と呼ばれていた）を据えて、5人が交代で練り上げた。用意された100kgのセメントは10kgずつ10袋に小分けにしてあり、1袋ずつ練りあげていった。コンクリートは、セメント：砂：砂利＝1：3：6の割合で配合された。大体の硬さとしては、「塊がぼろぼろ崩れる程度」で、型枠の隙間からあふれない程度の粘土に調整された。

運び上げの際は一斗缶を半分に切り、番線で取手をつけてバケツにしたものを8つ用いた。10人程度の大学生と教員および住民が、バケツリレー方式で練り場から10m上流の堰堤まで運びあげていった（図5）。コンクリートを型枠内に入れ込む時は前面側から満たしていき、前面側の内部9分目までの高さがでたら、それをならすためにバイブレータを利用し、右岸側から順に後方へとコンクリートが広げられた。



図5 セメントを運ぶバケツリレー（2017年11月19日、小柴撮影）

グレーチングの枠をはめた後、寝かせる

コンクリートの流し込み作業を終えて、グレーチングを入れるための枠をはめこんだ（図6）。その後、コンクリートの表面を綺麗にならして成形する作業が進められた。枠をコンクリートの上に置き、落差工と同じ高さになるよう、水平器で水平を合わせ、コテで周囲のコンクリートを集めて枠周辺を固める作業が行われた。コンクリートが足りない部分には追加で少量を練り、余ったコンパネに乗せて少しずつ入れ込む作業がなされた。



図6 グレーチングの枠をはめてこの日は終了（2017年11月19日、小柴撮影）

この段階で、当初の予定から若干、成形の仕方が変更された。右岸側の側面部分にサンギをあてて3cmほど高くコンクリートが盛られた。反対に左岸側では内側に向かってゆるやかに傾斜するように成形された。流れてきた水がグレーチングの外に逃げないようにする工夫である。この時点では未だ、コンクリートが液状に近い状態であったため、傾斜に応じて緩やかに下がってくる部分を何度か修正した（「ならす」と呼ばれていた）。修正はあくまで垂れてきたものを元に戻す作業であるため、下から上にコテを静かに動かし、丁寧に表面をなぞる作業を行った。

水もとでの作業と並行し、水道設備や配管工事に詳しい岩崎則明が新しい取水口からタンクまで導水パイプ設置するための資材を準備していた。型枠へのコンクリートの流し込みと成形作業が行われた後、導水用の新しいパイプが堰堤まで引き揚げられ、仮設された。

以上の作業を終了した後、ブルーシートをかけて19日の作業は終了した。ブルーシートをかけるのは、

コンクリートが乾くまで水に濡れないようにという意味もあるが、保温の意味も大きいという。

仕上げ

26日は仕上げ工事を行った。8時に集落を出発し、9時から水もとでの作業が始まった（大学生・教員は6時30分に静岡大学農学部を出発した）。マスの中に溜まっていた水を抜き、型枠を外していった。コンクリートの欠けや不足がないか確かめた。調整作業が終わったあと、グレーチングをはめ込んだ。増水時にグレーチングが流されないよう、内部から番線で固定した。土砂吐きの蓋も開けた衝撃で飛んでいかないよう、蓋にキリで穴を開けて番線を通した。新しい導水パイプの接続は、岩崎則明の指示によって行われた。下からのパイプと上からのパイプとの長さを合わせ、余分な部分はノコギリで切り詰めた。

図7と図8は、今回の工事で制作した新しい取水口である。仕上げ作業を終えた後、通水試験を行なった。グレーチングの隙間から、水が流入し、マスをいっぱいにしていく様子が確認された。



図7 完成した新しい取水口（2017年11月26日、竹内智哉撮影）



図8 取水口は3ヶ所となった（2017年11月26日、筆者・伊東撮影）

6. むすびにかえて

手で作ること、息が合っていくこと

図9は、2017年11月19日の工事を行った後の集合写真である⁽¹⁵⁾。今回の住民が主体となった工事では何がポイントだったのか。最後に考えをまとめておきたい。住民を主体とする工事では、全ての参加者に役割がある。とりわけ土木や林業の経験者は、これまでの経験と技術、知恵が最大限に発揮される役割分担が自然に行われており、効率的な工程が自然に生み出されていたことが印象的であった。技術と経験に裏打ちされた直感で「合わせ」ながら、工事は進められた。複雑な型枠の調整を現場合わせで行いながら、グレーチングの角度がぴたっと25°に調整された時には、学生・教員から歓声があがった。



図9 工事メンバーの集合写真（2017年11月19日、小柴撮影）

振り返ってみると、最も重要だったのは、全ての行程が手仕事で、呼吸を合わせて制作されていったことであるように思う。手で触れながら岩場の起伏を測り、目で確認し、コンパネの刻み具合を決めていく。何度も微修正を加え、その場に必要なるものを、自分たちなりに創り上げていく。作業プロセスの一つひとつに確認の声が発せられ、判断が下る。声と手が現場に工事のリズムを刻み、呼吸が合っていく。

道具と資材も、それぞれの住民の手に馴染んできたものであり、確認せずとも使いこなせるものであった。自分の使いこなせる道具と資材で制作されていくこともまた、当たり前ではあるが、工事に参加する住民の創造性を発揮させたポイントであった。住民の経験とノウハウ、手に馴染んだ道具がそれぞれに力を発揮し、息を合わせながら完成のイメージが表現されていった。詳細な図面は無かった。住民の創意と技術・経験が形を結んだのである。

これから新しい取水口を維持・管理していくことになる。また現場に足を運び、手仕事で掃除をしていく。どのようなやり方と道具で新しい取水口と関わっていくか。手づくり、息をあわせて組み上げて

いった「水もと」を土地と集落に馴染ませていく時間を丁寧に過ごしていきたい。

継続的な研究課題

今回の住民工事で制作された新しい取水口が根づくのを見守る必要がある。断水を回避し、維持・管理の労力を低減させることが今回の工事の目的であった。そのため2018年度も定期的なメンテナンスに通う必要があると考えている。以下を工学的な視点からの継続的な研究課題として書きとめて、本論をいったん閉じることとしたい。

- ①深沢への流出量と取水量を把握：マスの内外2ヶ所に水位計を設置した。
- ②梅ヶ島地区への降水量と取水地点の流出量の関係性を分析
- ③新しい取水口について、つまりの原因をモニタリング
- ④新しい取水口のメンテナンス・清掃方法の開発と定着

謝辞 大代集落及び大代水道組合、工事に参加して頂いた皆さまに、この場を借りて感謝申し上げます。

注

- (1)「集落水道」問題については、次の論文を参照のこと。藤本穰彦・伊東さの子、2018a年、「人口減少の山間地域における『集落水道』問題——安倍川源流域の静岡市梅ヶ島地区の調査から」『社会環境論究』第10号、51-74頁。
- (2) 藤本穰彦・伊東さの子、2018b年、「水道を集落で維持するとはどのような営みか——静岡市梅ヶ島大代地区での集落水道を守る実践から」『静岡大学生涯学習教育研究』第20号、3-13頁。
- (3) 大代集落の水道に関する概要の記述は、藤本・伊東（2018b）と一部重複するが、本稿を読むにあたり最低限必要な情報を記した。
- (4) 大代水道組合の設立経緯、給水範囲と対象、組合組織のルールについては、藤本・伊東、2018a年、前掲を参照。
- (5) 大雨の直後に計測を行った日もあり、流出量が極端に多い場合は、安全性を考慮し、計測を断念したケースもある。
- (6) 気象庁、過去の気象データ、静岡県 梅ヶ島、2017年3月、日ごとの値
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=50&block_no=1114&year=2017&month=3&day=&view=p1、2017年12月2日最終アクセス。
気象庁、過去の気象データ、静岡県 梅ヶ島、2017年8月、日ごとの値
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=50&block_no=1114&year=2017&month=8&day=&view=p1、2017年12月2日最終アクセス。
- (7) R.Itukushima・S.Ikematsu・M.Nakano・M.Takagi and Y.Shimatani、2016年、「Optimal structure of grated bottom intakes designed for small hydroelectric power generation,” Journal of Renewable and Sustainable Energy”, Vol.8-3：全33頁、<http://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.4948918>、2018年1月8日最終アクセス。
- (8) 同上：7-8、12-13頁。
- (9) 最終的な購入物は、グレーチング、セメント、導水パイプ、パイプ関連部品（ジョイント、バルブ、継ぎ手）、ガソリン、番線である（合計160,187円）。その他金具や固定具、電気工具は、新村組から地域貢献として借り受けた。コンパネとサンギも新村組からもらいうけた。
- (10) 17日の活動内容が2017年11月18日静岡新聞に紹介された。「葵区梅ヶ島・大代地区、取水口改良へ、静大生着手」
<http://www.agr.shizuoka.ac.jp/news/detail.html?C=50406>、2018年1月9日最終アクセス。
- (11) 「コンクリートが硬化するまで、おおよそ3時間かかる。そのためコンクリートの流し込み作業は午前中までに終わらせておきたかった。工事の翌日もかなり冷え込んだが、コンクリートを早めに打てたおかげで凍ることはなかった。それぞれの仕事にかかる時間を、こちらが使える時間を合わせて逆算して工程を考える。使用するセメントが0.1㎡違っただけでも変わってくる。時間と工程がきっちり合うように段取りしていったから仕事が気持ちよく終わった。段取り勝ち。」（2018年1月22日、志村秀範へのインタビュー）
なお19日の活動内容が以下に紹介されている（2017年1月9日最終アクセス）。静岡県交通基盤部農地局、2018年、「静大生が静岡市葵区大代地区の取水口改良工事を実施」『静岡県農業農村ニュースレター「水土里」』第136号、<http://>

www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-610/nl-midori/documents/nl-midori136.pdf

- (12)「面白いよな、自然に役割分担していて。土方^{どかた}の仕事をしていた連中ばっかだからみんなわかる。近くにいる人にこれだけ切ってくれーって言やあやってくれる。そういうもんだよ。」(2018年1月22日、志村秀範へのインタビュー)
- (13) この時のことを志村秀範は次のように振り返る。「(はるさんも)『こと』をわかっているから任せられる。コンパネで型枠を組んできた経験は多くなくても、土木の経験は長い。ずっと自分でもやってきている。それを信頼しているから任せられる。」(2018年1月22日インタビュー)
- (14)「本当は内枠にもワリを入れておきたかった。普通は下が平らで、高さも決まっている。そうするとワリを入れる。今回はそれができなかったから入れておかなかった。」(2018年1月22日、志村秀範へのインタビュー)
- (15) 岩崎吉利と岩崎政巳は、「おらぁいいや」と撮影には加わず、先に山を降りた。林業を得意とする2人はこの日、学生2名とボランティア1名を連れて水みち整備を行っていた。自らの所有地から立ち木を切り出し、土留めのための丸太と杭に加工し、学生とともに整備作業を進めていた。

付記

本論は、静岡大学イノベーション社会連携推進機構2017年度地域連携応援プロジェクト「安倍川源流における集落水道の参加型管理——「水の自治」から集落自治への学習活動」、及び、静岡市・焼津市2016年度地域課題解決事業助成金「移住者目線での移住促進に向けた情報発信」の成果の一部です（以上代表、藤本稯彦）。また、静岡大学農学部生命環境倫理学研究室、農業環境教育プロジェクト（代表、鳥山優）の学生が活動に参加しました。