

# Guidance on Good practices for



水使用データ算定のための手引き

セメント産業部会 (CSI)

# 目次

1	はじめに	2
2	水使用データ算定に対する要求事項	2
2.1	集計範囲	2
2.2	集計場所の水の経路	2
3	水使用データの算定	3
3.1	水使用データ算定に対する要求事項と原則	4
4	測定方法	7
4.1	管路用流量計(強制流動)	7
4.1.1	流量計の選定	8
	流量計の設置・維持管理・校正	10
4.2	開水路用流量計	11
4.2.1	刃型堰式流量計	11
	刃型堰式流量計による開水路の流量測定	13
	刃型堰式流量計:設置・維持管理・校正	14
4.2.2	パーシャルフリューム式流量計	15
	パーシャルフリューム式流量計:設置・維持管理・校正	17
5	実測による流量算定	18
5.1	体積法	18
5.2	流速法	18
5.3	散水車への積み込み量からの算定	20
5.4	製品の水含有量からの算定	20
5.5	ポンプ流速と稼働時間からの算定	21
5.6	水使用の請求書	21
6	推定による算定	22
6.1	ポンプ能力と稼働時間からの算定	22
6.2	自然蒸散からの算定	23
6.3	凝集からの算定	23
7	データの品質管理	24
8	用語集	26

## 付録

付録 1	水の流れの概観 .....	28
付録 2	2次的方法 .....	31
付録 3	工程水消費量の例示値(一般値) .....	31

## 表

表 1	取水源とCSIでの報告の要(Yes)・否(No) .....	4
表 2	排水の排水先とCSIでの報告の要(Yes)・否(No) .....	4
表 3	水の消費 .....	5
表 4	最も一般的なメーター .....	8
表 5	正圧パイプの流量計の一般的指針 .....	8
表 6	寸法と排水によるパーシャル・フリュームの数値 .....	16
表 7	測定の定期的と連続、それぞれの優劣 .....	24

## 図

図 1	3つの主要な算定方法の定義 .....	3
図 2	再利用・再使用水の流量の計算例 .....	6
図 3	切り込みのある堰の正面と側面 .....	11
図 4	水頭Hの測定 .....	13
図 5	堰の概略図 .....	14
図 6	パーシャル・フリュームの概略図 .....	15
図 7	水路内の流速分布 .....	18
図 8	水流の断面を等分の区分に分割した図 .....	19
図 9	製造者が提供するポンプ稼働能力曲線 .....	22
図 10	水使用量算定収支図 .....	25

# 1 はじめに

この手引きは、CSI発行の「水使用データの算定報告規  
準」<sup>1</sup>(以下、水プロトコル)に付随するものです。水プ  
ロトコルは、セメント工場(鉱山含む)、骨材鉱山、生コ  
ン工場における水使用データの算定報告ならびに基準  
値設定に対する要求事項を定めたものです。

この手引きは、報告企業の取水量、排水量、水消費量  
などの水使用データ算定の精度・信頼性を改善するた  
めに、推奨事項、技術的指針、測定方法、推定方法な  
どを提供します。この手引きで、推奨事項はセメント  
工場(鉱山含む)、骨材鉱山、生コン工場を対象として  
いる。

推奨事項は、以下の分野を対象としている。

- 水データ算定、集計範囲の特定、水の流入路と流出  
路の特定のための必要条件
- 測定機器の測定操作、選択、設置、維持管理
- 連続測定器あるいはメーターの直読が出来ない場合  
の、測定による算定方法と第三の方法による推定に  
よる算定方法。骨材鉱山と生コン工場の消費水量の  
計量の代替法を含む
- メーターとデータの記録と管理
- セメント工場の操業指標は、ユーザーが、会計目的  
のために水消費量を評価することを助ける。

## 2 水使用データ算定の要求事項

### 2.1 集計対象範囲

水使用データ算定の第一段階は、集計対象範囲を確定  
することです。集計範囲の確定とは、水使用のデータ  
と指標として考慮する境界あるいは範囲を特定する  
ことです。集計範囲は、水プロトコルに準じて確定さ  
れ、全ての活動と製品の製造と事務所、維持管理、造  
園などの付帯活動を含む、現場での全ての作業を含  
む。

集計範囲にふくまれないもの

- 自家発電設備
- 地域社会への水道供給や集計範囲内の社宅等の住居
- 貯水されず流出する雨水

### 2.2 集計範囲内の水の流れ

水の流れに関する信頼できるデータは、集計範囲内の  
全ての水の流れを正確に理解できているかに拠る。集  
計範囲の水の流れは、水プロトコルに示されている(水  
プロトコル5ページ,集計範囲境界の略図とCSI水関連指  
標)。この手順は、各現場において工程を管理・制御し  
ている管理者が行うべきである。

現場の水の流れの略図は、製造のための工程の水の流  
れと同等である。略図には、全ての集計範囲の境界と  
集計範囲内の取水源、使用、消費、再利用と排水を特  
定する。略図は、全ての水の流れが概観でき、現場を  
良く知らない人の理解を促す。

<sup>1</sup> The CSI Protocol for Water Reporting, [www.wbcscement.org/water](http://www.wbcscement.org/water)

水の流れの略図には、以下の事項を特定する。

- 現場の操業している範囲
- 全ての現場に流入あるいは流出している水
- 可能であれば、取水源と排水先

- 主要消費先を考慮した、水の配水
- メーターの設置位置、推定算定の位置

セメント工場、骨材鉱山、生コン工場の水の流れの略図を付録1(28ページ)に示す。

### 3 水使用データの算定

観測位置に適した、測定方法、推定算定方法を選択する。この手引きは、CSI会員企業によって、CSIの水指標の量を特定することを助ける方法が述べてある。

#### CSIの水指標は以下の通り

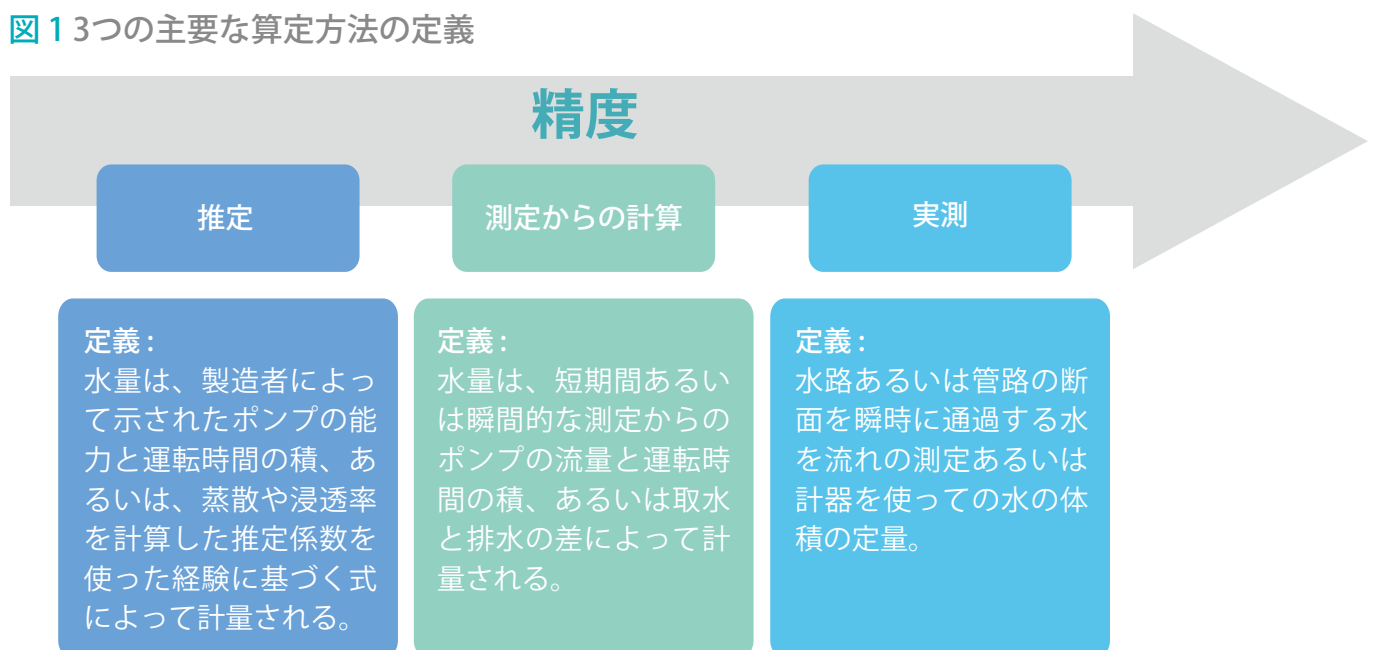
- 水源毎の取水量(G4 EN8)
- 排水先毎の排水量とその排水の質
- 水消費量(GWT-CSI)
- 水の再利用をしている工場の割合(%)。業態によって2つの指標から成っています。  
( i ) 再利用している工場の割合、( ii ) 再利用装置のある工場の割合

CSIの会社は、特定の条件下では、このガイドラインの方針と水プロトコルの要求事項を満足している他の方法を自由に使える。

概略的には、水使用の算定方法は3つの種類に分けられる。

- 実測
- 測定からの計算
- 推定

図1 3つの主要な算定方法の定義



### 3.1 水使用データ算定に対する要求事項と原則

水プロトコルに詳細に議論されている水指標の定義と水使用データ算定の要求事項をここに述べる。

**総取水量：**報告期間内に使用のために集計範囲内に取り込んだ、表層水、地下水、鉱山水、用水、収集した雨水などの全ての水。表1に取水源と水プロトコルでの報告事項の概要を示す。

表1 取水源とCSIでの報告の要(Yes)・否(No)

水源	取水源	淡水	非淡水 (海水等)
表層水 (河川、湖沼) <sup>2</sup>	Yes	Yes	Yes <sup>6</sup>
地下水 (井戸、穿孔) <sup>2</sup>	Yes	Yes	Yes <sup>6</sup>
鉱山水 (鉱山で収集された水) <sup>3</sup>	Yes	Yes	Yes <sup>6</sup>
用水 (工業、上水) <sup>4</sup>	Yes	Yes	No
外部の廃水	Yes	Yes	Yes <sup>6</sup>
収集された 雨水 <sup>5</sup>	Yes	No	No
海水 (海、大洋)	Yes	No	Yes <sup>6</sup>

2 集計範囲の内外に係らず

3 雨水、地下水、湧き水など

4 公共水道からの取水を含む

5 工程あるいは工程以外で収集して貯蔵し、使用した水を含む

6 汽水や塩分含有水を含む

雨や嵐の雨水で流出したもの、集計範囲内で収集されたものの使われずに排出されたものに関しては、特別の取り扱いをする(水プロトコル参照)。

これらの水は、取水量、排水量、消費水量に含めない。

**総排水量：**集計期間中に海洋、表層/井戸、場外の処理場へ、特定された排水口から流出した水、地面に散水されたあるいは不特定の排水系路から流出した水、集計範囲からトラック等によって移動された廃水。

下水道への廃水は、総排水量に含める。

表2 排水の排水先とCSIでの報告の要(Yes)・否(No)

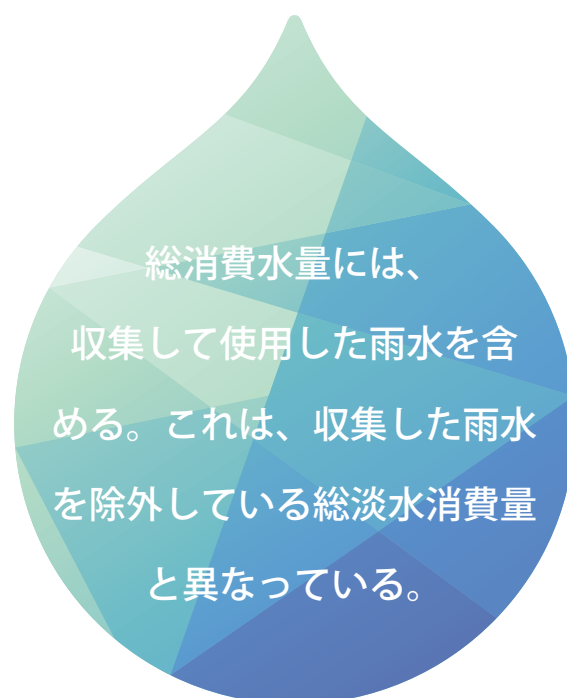
排水先	排水	
	淡水	非淡水 (海水等)
海洋	Yes	Yes
表層	Yes	Yes <sup>6</sup>
表層/井戸・浸透	Yes	Yes <sup>6</sup>
場外水処理場	Yes	Yes <sup>6</sup>
場外での再利用	Yes	Yes <sup>6</sup>

**総消費水量**：集計範囲から消失してさらなる使用が不可能な水。冷却のために、貯留中に蒸発した水、流路中で損失した水、製品に含まれることになった水、と集計範囲内で使用された水を含む。

それは、以下の式で計算される。

$$\text{総消費水量} = \text{取水量} - \text{排水量}$$

本手引きでは、表3に特定し計量する主要な水の消費項目を示す。



**表3 水の消費**

\*(再使用、再利用を含む)

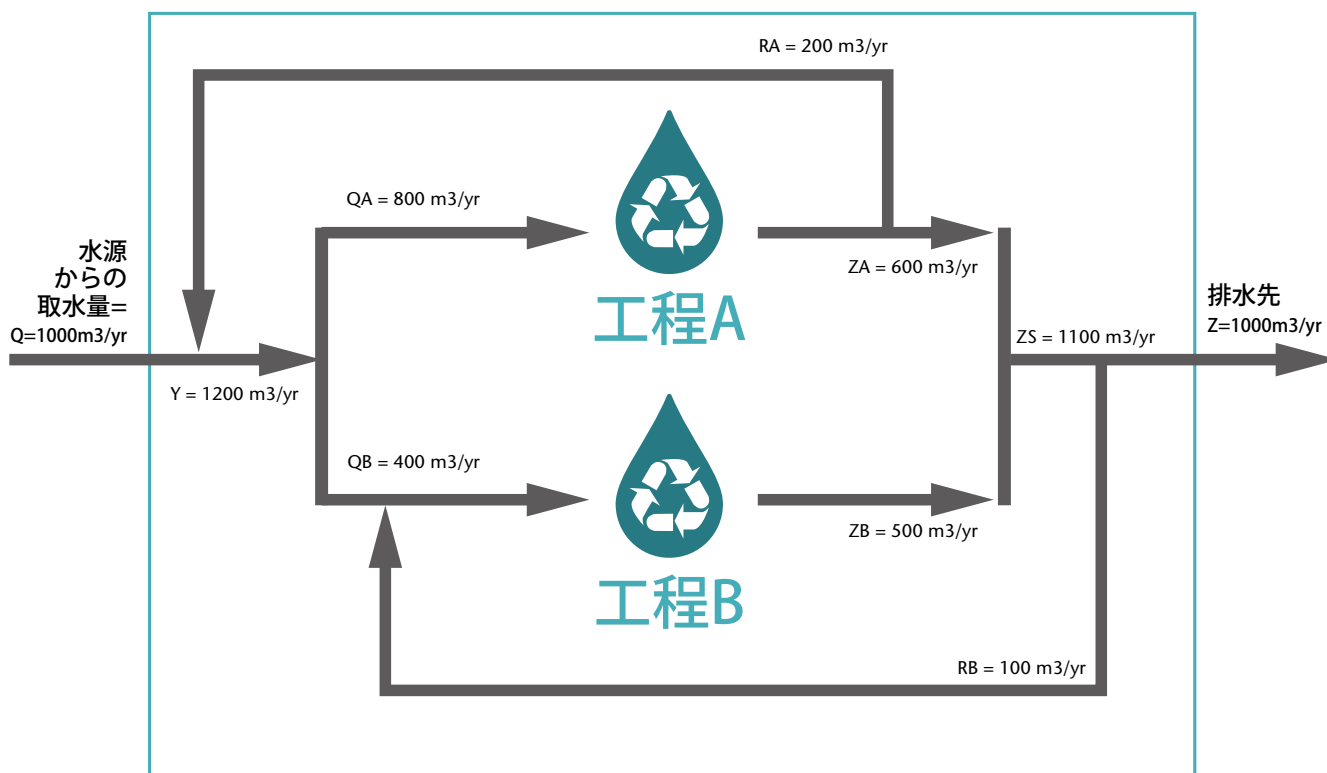
セメント工場	骨材製造	生コン工場
湿式のスラリー製造、半湿式・半乾式の造粒	水篩	コンクリート製造
機械装置の冷却(例えばセメント冷却器)	骨材洗浄	ミキサーや装置の洗浄
材料の冷却(例えばクリンクーラーへの散水)		アジテーター車の洗浄
排ガス調整		
大気汚染物質制御、例えば、火炎制御、無触媒脱硝、脱硫スクラバ		
廃熱回収		
道路、原材料、貯蔵槽の散水による発塵制御		
事務所、一般サービス、修理工場など支援や補助作業		
集計範囲内での植物への水遣り		
事業所固有の水使用		
自然蒸散		
漏水、損失		

再利用再使用水：集計範囲内で再利用、再使用が可能な水。閉回路のセメント冷却、骨材洗浄、機械やトラ

ックの洗浄、道路・植生への散水など、同一用途で再使用する水。

図2 再利用・再使用水の流量の計算例

再利用/再使用の流量 =  $RA + RB = 300\text{m}^3/\text{yr}$   
 再利用/再使用の流量(%) =  $(RA + RB)/Q = 30\%$



集計範囲

注：この例では、工程A及びBにおいて損失はないものと仮定

**鉱山の灌漑水：**水面下にある採石作業の場を水没させないために汲み上げられた水。取水された水は、雨水、地下水、湧き水などである。鉱山の灌漑水で、集計範囲内で使用された量は、鉱山水として報告する。そして、表1(4ページ)の取水量へ含める。セメント産業用Global Water Toolで水ストレスあるいは高水ストレス地域に集計範囲がある場合、鉱山の灌漑水で使用しなかった分も、(i)これが流域に与える影響を評価しなければならないため、(ii)水プロトコ

ルでは取水量に含めないが、使用しなかった鉱山水として報告する。他の流域では、この指の報告は、報告会社の判断による。

データの取り扱いに関する詳細は7章(24ページ)参照。セメント工程での使用水量の事例を付録3(ページ31)に示す。骨材製造と生コンのための事例は、リンクを示す。



## 4 測定方法

この章は、最も正確で信頼性の高い、水使用量算定のための方法を提供する。一方、取水、排水、主要な水使用の地点に測定装置を設置するかどうかは、報告会社の判断による。管路あるいは開水路を流れる水の流量や流速を測定する計器は多様なものがある。

計器は、最も正確で信頼性の高い水流を測定する方法を提供し、正確で連続的な流量の記録を確かにする。それには、以下の事項を基に適切な機器を選択することが重要である。

- **水質**—羽根車式の測器などでは、時々、測器に巻き込まれたゴミによって、読み値が高くなったり低くなったり表示されなくなったりする。これを回避するには、測器の前にろ過器を取り付ける。電磁誘導式のもの、水中の電解質の排除やゴム引き遮蔽パイプの使用が要求される。
- **流量測定範囲**—測定流量にあわせ測器の容量を選択する必要がある。最低速度を測定する測器では、最高速度の測定値が不正確になる場合がある。予測さ

### 4.1 強制流動計(全管路)

流量の測定には、通常2つの方法が取られる

- 体積変位
- 速度

体積変位計、例えば回転ピストン計や回転円盤計は、直接的に可動要素の運動を基に通過する水の量に換算

れる最低流量でも100%近い精度で測定できるものを選択する。最高精度を得るために、予想される流量が測器容量の半分くらいになるようにする。

- 流量の一貫性と変動—測器容量の中位から高位での測定が良好な精度を提供するが、低位でも同様な精度を維持すること。
- **電源**—遠隔設置の測器の選択では、太陽電池、電池、あるいは無電源での動作安定性を考慮する。
- **アクセスの容易性**—測器は、検針や検査のために容易にアクセスできること。機器や障害物でブロックされたり、たびたび浸水するような所に置かない。
- **費用**—一般的に高精度で高信頼性の測器は高価である。購入費用の他に、設置、維持補修、記録収集、校正、費用を考慮すること。

測器は、データロガー、テレメーターなどの多様なオプションが実装される。インラインの測器は、2種類に分けられる。

する。この形式は、穿孔、用水、湧き水などの綺麗な水の低速から中速の測定に適し精度が良い。

速度計は、既知の要素を通る流体の速度を測定する。速度は体積へ換算される。これは、シングルあるいはマルチジェット、タービン、電磁誘導、超音波計を含む。

表 4 最も一般的なメーター

タービンメーター / インペラメーター	電磁誘導メーター
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ローターあるいはタービンは、水の流過で回転する。</li> <li>• ローターはパイプ外の記録計に機械的に接続され、メーターを通過した水量を計測する。</li> <li>• 電力を必要としない。</li> <li>• 特別なものは、少々海藻や小さな粒の通過を許容する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電磁誘導で動作する。</li> <li>• 可動部がなく信頼性が高い</li> <li>• 汚染が少ない</li> <li>• 低損失</li> <li>• 電力の供給が必要</li> </ul>

それぞれのメーターに優劣がある。正確で堅固な測定を確かとするため、選択、設置、保守に注意を払う。

#### 4.1.1 強制流量計の選択

メーターは、システムの形態に適合したものでなければならない、でなければ測定と記録が不正確となる。

表 5 正圧パイプの流量計の一般的指針

メーター形式		優	劣
体積変位	回転ピストン	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高精度、再現性</li> <li>• 耐磨耗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 清浄水にのみ適用可</li> </ul>
	回転円盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多様な材質で構成</li> <li>• 高精度、再現性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 流体粘度が設計値を下回る場合、精度に影響</li> </ul>
速度	マルチジェット	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高信頼性の技術</li> <li>• メーター前のパイプを直線にする必要がない</li> <li>• 懸濁液に対し高耐久</li> <li>• 低価格</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小径管には不適</li> <li>• 大流量のための記録容量が小さい</li> <li>• 漏れを検出するには検出限界が高い</li> </ul>
	タービン	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高精度、再現性</li> <li>• 粘性流にも適用可</li> <li>• 低価格</li> <li>• 粘度変化でも高精度</li> <li>• 保守手間小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主要部品が腐食に弱い</li> </ul>

メーター形式		優	劣
速度	電磁誘導	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低圧損</li> <li>• 可動部品がなく無磨耗、定期修繕不要</li> <li>• 密度、粘度、圧力、温度、流れの質に鈍感</li> <li>• 多様ものに適用可、でなければ測定が難しい</li> <li>• 正確</li> <li>• 比較的低価格</li> <li>• 測定は、温度、圧力、密度、速度、電気伝導率の影響を受けにくい</li> <li>• 順流、逆流とも測定可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 導電性液体にのみ適用可</li> <li>• 電磁ノイズの影響を受ける</li> <li>• 電極がぬれていてもパイプが満たされていないと測定不可</li> <li>• 測定部の上下流に直線部が必要</li> <li>• スラッジやグリース水がゆっくり流れる場合は、測定に影響がある。</li> </ul>
	超音波	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 非侵襲性無圧損</li> <li>• 機械的電気的ノイズの発生がないので取り付け場所を選ばない</li> <li>• 多様な管径と流れ状態で動作</li> <li>• 測定は、温度、圧力、密度、速度、電気伝導率の影響を受けにくい</li> <li>• 磨耗とセンサーの汚染に強い</li> <li>• 取り付けが簡単</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 比較的清浄な水にのみ適用可</li> <li>• 多量の固形分や気泡は、超音波信号を阻害</li> </ul>

## 流量計：設置、補修、校正

### 設置

設置不良は、不正確な測定を招く。流量計の設置・測定は、メーカーの指示に従う。

設置あたっては以下の指示を守る

- メーター用の抽出点は、流路からできるだけ近くにする。
- メーターと元管の接続には分岐を設けない
- メーターの手前にはろ過器を設ける
- メーターを凍結から守る
- 空気を巻き込む高所が出来ることを避ける
- タービンメーターを設置する場合は、上下流に堅固な管で直線部を設ける。メーター公称径の取水あるいは上流側には10倍長を、排水あるいは下流側には5倍長の直線部を設ける
- ポンプの下流にメーターの公称径の20倍長を設ける
- 測定時は、メーター内を水で常時満した状態とする
- メーターは、読み、保守、検査のために安全に接近できなければならない
- 記録器は、明確に読めるように維持する
- メーターの取り扱いには注意する
- メーターから記録器の電気出力の線は、検査のために接近可能にする
- 電気集計器の読みは、停電から保護する

### 維持と校正

メーターの性能は、時間とともに劣化し、不正確な測定をもたらす。メーターの指示に従った保守手順を確立しておく必要がある。体系的な測定には、保守と校正を維持しなければならない。

メーターの機能が最適となるよう次の手順を行う

- メーターは端部をシールして貯蔵する
- 水の静浄度によりメーターのタイプに応じて、定期的にメーターの損耗、腐食や損傷を調べる
- メーター内部は清浄に保ち汚染を防ぐ
- 電池を定期的に交換する
- 適用する規格に応じたメーターの動作を確かにするため、校正確認を行う。確認の頻度は、水質、使用時間、水源の環境条件に因る。例えば、タービンメーターは、3年毎に中の砂や砂利を確認する、綺麗な水で使われている電磁誘導メーターは、7年毎に確認する。校正業者は、認証を受けていなければならない、校正の全てを行う。

## 4.2 開水路/自由流れメーター

開水路は、圧力の無い状態で重力によって自由水面の流れの水路を言う。開水路における流れの恒久的かつ正確な測定のためには、（主要な要素として知られている）構造を使用することが推奨される。適切に較正された場

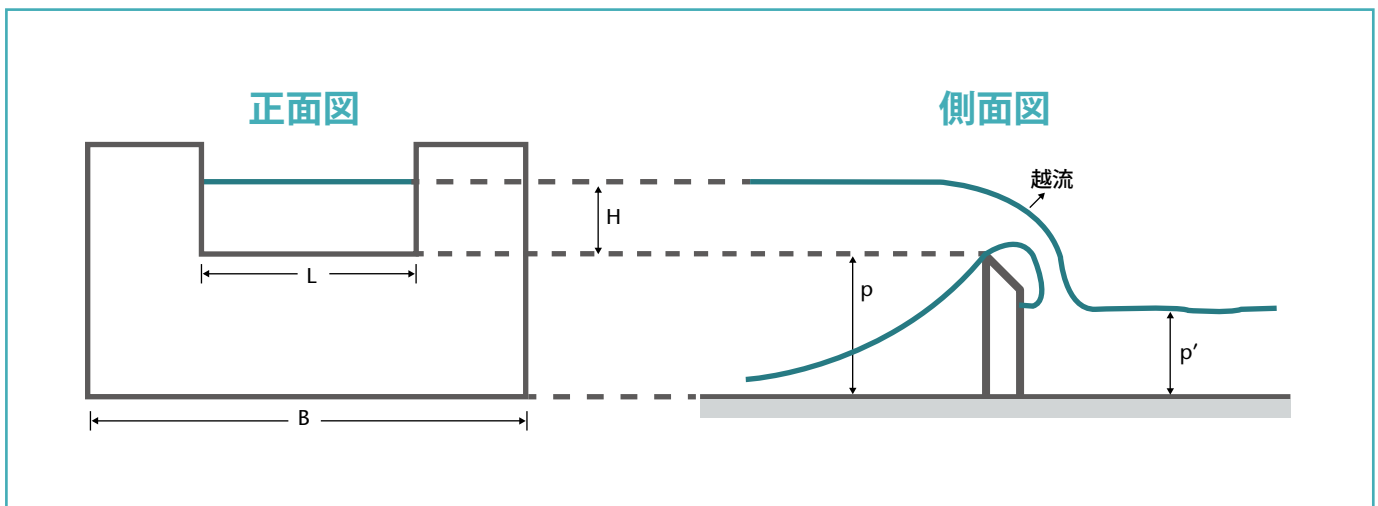
合、流動方程式が、幾何学的形状と流れ、損失、水頭の推理特性に応じて、瞬時流量の計算に使用することができる。よく使われる構造は、鋭角な切り込みのある堰とパーシャル・フリュームです。

### 4.2.1 切り込みのある堰

切り込みのある堰は、上流面に切り込みのある垂直の板から成り、脱着のできる水力器具です(下図3参照)。この形式の堰は、水路内の堰が水を逆流させ、堰の背面の水頭を上げる原理を利用している。水頭あるいは堰を越え

る流れの深さは、堰を越える流量に関する。堰板を越える流れがより深ければ、より大きな流量であることを表す。

図3 切り込みのある堰の正面と側面



ここに：

H = 堰上の水頭  
L = 堰頭(堰の切り込み)長さ  
B = 水路の幅

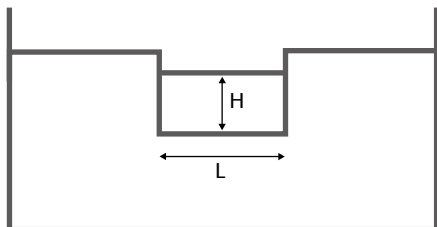
切り込みのある堰は、以下の定義で種類分けできる。

- 切り込みの形あるいは堰板：長方形、三角(V-ノッチ)、台形
- 堰頭の相対高さ：フルあるいはフリー( $p > p'$ )と不完全あるいは沈下堰( $p < p'$ )
- 堰頭(堰の切り込み)長さ：脇壁なし( $L = B$ )、脇壁あり( $L < B$ )

堰は、正しく作り設置する。精度は85から95%である。

開水路における流量測定のための最も一般的に使用される堰の実験式は次のとおりです。

脇壁あり長方形切り込み：

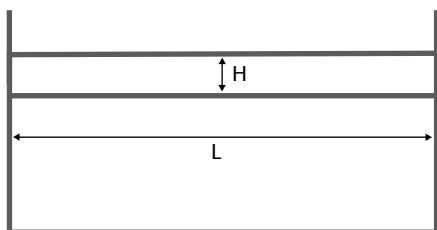


$$Q = C * L * H^{3/2}$$

ここに：

Q = 流量  
C = 実験定数

脇壁なし：

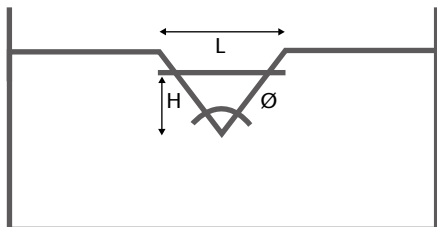


$$Q = 3,3 * L * H^{3/2}$$

ここに：

Q = 流量

三角 (V-ノッチ)：



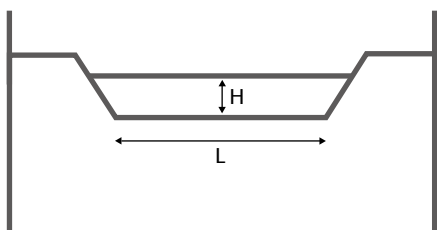
$$Q = C * \tan (\varphi/2) * H^{5/2}$$

ここに：

Q = 流量  
C = 実験定数 (1.859)

この形式の堰は、少流量(<120L/s)の測定に広く用いられる。ノッチの角度は、90° と60° が一般的に用いられる。

台形



$$Q = C * L * H^{3/2}$$

ここに：

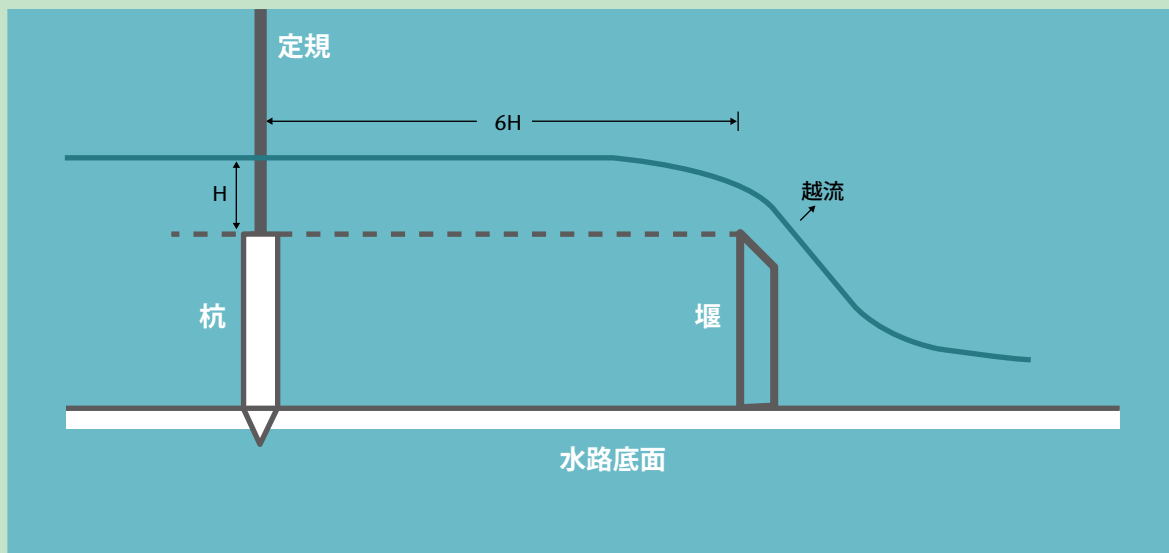
Q = 流量

## 開水路の測定

堰を用いて測定する時、次の要素を考慮すること

- 流量は、堰に到達する水の速さに依存する。もし速ければ、流量は測定の影響を大きく受ける、つまり、上流側の水路は、流速が小さく( $<0.15\text{m/s}$ )なるよう拡幅することが大切である。
- 水路内の連続流を確認すること、一定の水面高さを維持していること、乱流でないこと、表面が波立たないようにする。
- 越流は、堰近くに形作られ、水頭 $H$ は、 $2.5H$ 以上で想定される最大水頭の6倍以上上流に離れた距離で測定する。ピエゾメーターで測定するか、あるいは、図4のように堰頭と等高の杭の上に定規を設置するかして水頭 $H$ を測定する。

図4 水頭 $H$ の測定



- 流量を計算するために、堰に校正式を定める。実験的にこの校正式を定める方法では、流れは、上流側は静圧分布で、速度分布は均一で、堰の面まで水面は水平で、流れは水平に移動して越流し、粘度と表面張力は無視でき、越流断面の圧力は大気圧と仮定される。校正式を得るために、数回の定量測定を行う、それぞれの水頭について10回程度の測定が必要である。

Excelのような表を使い、水頭 $H$ と流量 $Q$ の関係を作り、近似線によって校正式を導く。

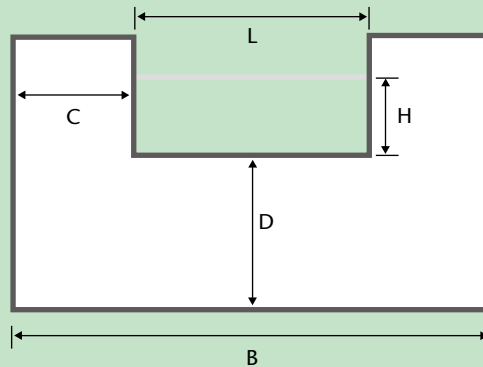
- この方法には2つの主な欠点があります：高い圧力損失や懸濁固形物が含まれている場合、上流に滞留を形成し、それらが徐々に排出係数を変化させる。

## 開水路：設置、補修、校正

### 設置

図5に堰の概略図を示す。

図5 堰の概略図



以下の指示を守る。

- 堰は、堰の幅の8倍以上の長さの水路で、流れに渦巻きや乱流を発生させないように流速が0.15m/s以下の所に設置する。
- 堰は、水路の直線部で一定断面の区間、上流側に堰頭幅の少なくとも10倍の長さの取れる区間に、流れに直角に設置する。
- 堰の頭部と脇を作る、ノッチの厚さは最大1/8インチ(3mm)とする。
- 構造を設計するにあたり、水路中の最大水頭は、堰頭幅の1/3を超えないこと。
- 堰頭は、粘度や表面張力の効果を減らし、越流が付着しないようにして、堰頭の圧力損失を低減するため、鋭い形状とする。
- 堰放流の浸水を防止するため、堰の上流側での閉塞を回避する。
- 堰頭は、まっすぐで、水平で、よく切り込む。
- 水路底面から堰頭の高さは、水頭の約3倍とする。
- 堰の切り込みの両脇と水路壁との距離(C)は、水頭の2倍以下とし、堰の狭窄を防ぐ。堰の切り込みの両脇と水路壁との距離(C)は、水頭の2倍以下とし、堰の狭窄を防ぐ。
- 水路幅は、堰によって完全に塞がれ、全ての流れは堰を通過するようにする。
- Hは、0.06から0.6mとする。
- V-ノッチの堰は、小さい水頭に適用する。
- 長方形あるいは台形の堰において、高さは堰幅の1/3以下とする。
- 刃型堰は、校正式の定数を増加させる、木、プラスチック、ファイバーグラス、金属板や他の平滑な材料が通常使われる。切り込みは、面取りした金属で作ることができる。
- 刃型堰は、一般的に300 l /s以下の流量の測定に使われる。

### 補修と校正

水路と構造の定形部品は、予防保全のため定期的に以下の点を点検する。

- 設計条件の維持に努める



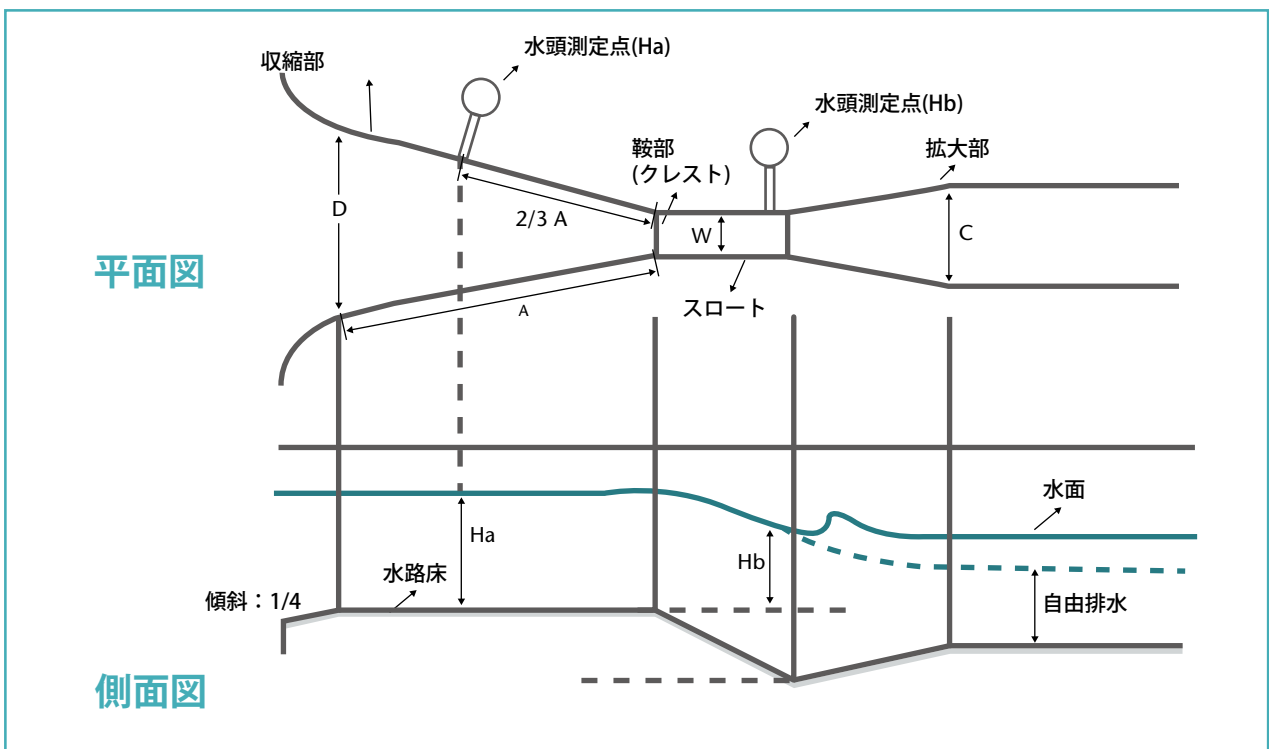
- 水路を定期的を確認し、水路上流の底の堆積物や水草を除去する。堆積物や他の障害物は、流れの方向を変え、不正確な測定値を出す。
- 水頭測定に使用している定規や他の機器の位置や状態を確認する。必要であればトポグラフィーを利用する。
- 堰頭の位置と水平を確認し、正しい維持作業をする。
- 堰壁からの漏れを補修する。
- 横壁、底壁の状態を確認し、維持作業をする。
- 1年に2度、検量線(水頭 vs 流量)の更新を、異なる水頭の実測で行う。実測で得られた検量線と理論線を比較する。

### 4.2.2 パーシャル・フリユーム

パーシャル・フリユームは、開方型のベンチュリー管で、漸収する垂直壁と水平の床板の導入部、平行な垂直壁と下り勾配の床からなる細いスロート部、漸拡する垂直壁と上り勾配の床からなる排出部からなる(図6参照)。

このスロート部で流れの関数としての水位の上昇が起きます。スロート部の幅(W)は、フリユームの大きさを示す。例えば、9インチのパーシャル・フリユームとは、スロート部の幅が9インチのものを指す。

図6 パーシャル・フリユームの概略図



ここに:

- W = スロート部の幅
- A = 収縮部の側壁の長さ
- 2/3 A = 水頭(Ha)測定点と鞍部の距離
- Ha = 収縮部の水頭
- Hb = スロート部の水頭
- D = フリユームの取り込み口の幅
- C = フリユームの排出口の幅

フリュームには以下の優れた点がある。

自浄作用。ゆるい傾斜を持つかなり浅い水路の場合、比較的低圧力損失である。スロート部で増加する流速は堆積を防止する。耐食性のために多様な材料で構築することができ、永久施設とする場合コンクリートで作ることもできる。測定精度は、98%に達することもできる。

パーシャル・フリュームは、通常、狭窄部(スロート)に臨界深度を持つ自由流れ状態と拡大部での跳水がある状態で使用される。しかし、フリュームを通過する流れに影響し、遅延させるのに十分な高さの下流の水位があるとき、跳水は、流れに埋もれる(潜流)。

自由流れの状態、水頭Haの測定（収縮部の側壁長さの2/3相当長さの位置での、例えば図6の2/3A）で、流量が十分測定できる。メーターが沈んでいる場合、第二の水頭Hbは、スロート部の最終部に近い位置で(図6参照)測定する。例えば、0.15mから2.4mのフリュームでは、Hbの測定位置はスロート部の最終位置から上流0.05mの位置とする。水頭を測定するために、水路壁に定規を設置するか、ピエゾメーターを使用する。Hb/Ha率は、潜水(S)の程度である。この関係は、排水が自由流れか潜流かを決定付ける。

表6 寸法と排水によるパーシャル・フリュームの数値

フリュームの寸法 (m)	自由流れ排水	潜流排水
W < 0.30	S < 0.6 (60%)	0.6 < S < 0.95 (95%)
0.30 < W < 2.50	S < 0.7 (70%)	0.7 < S < 0.95 (95%)
2.50 < W < 15	S < 0.8 (80%)	0.8 < S < 0.95 (95%)

潜流の程度が95%以上である場合、流量の定量能力が不確かとなる。

次の式で、パーシャル・フリュームの排水量の定量を行える。

自由流れ：

$$Q = K Ha^n$$

定数Kとnは、フリュームの実験で得られる校正式より決められる。Kとnの数値表は、フリュームの幅別に作られる。

潜流：

潜水は流れを遅延させ、排水を減少させる。

例えば、上記の自由流れの式を使用した流量よりも、実際の流量は小さくなる。正確な実際の流量を得るためには、補正定数(C)を用いて次のようにする。

$$Q = K Ha^n - C$$

ここに： C = 補正定数 (L/s)

補正定数Cは、Ha, S と Wに關係して測定できる。

## パーシャル・フリューム：設置、補修、校正

### 設置

正しい設置のために、以下のガイドに従う。

- 乱流は波や渦巻きを発生し、精度を害するので、最初の部分の大きな乱流を避けるために、閘門や曲部のすぐ後ろには設置しない。均一な流れを確かにするため、石や砂のような障害物のない水路の直線部に設置する。フリューム上流部の距離は、水路幅の10倍以上取ることとする。
- 水路上流の水流の速度は、臨界速度以下とする。
- 可能であれば、収縮部の直前に1/4の上り傾斜を設ける。
- フリュームのスロート部の幅は、水路幅の1/3-1/2とする。
- フリュームの鞍部を下流の排水を自由流れとするために設ける、しかし、事情が許さない場合、潜流率  $H_b/H_a$  を95%以下とする。
- フリュームを良く使用するには、水路底面から適切な高さの鞍部に設置することが好ましく、フリュームの上流の水のレベルが、水路の自由端を越えないようにする。

### 補修と校正

構造を正しく管理するために次の作業をする。

- 定期的に各部の寸法を確認する。
- 垂直壁と床板の傾きと水平を確認する。
- 流れの種類や潜水の程度、使用中の水流状態の確認をする。
- 雑草が壁面に茂ったり、フリューム取り付け部の底に堆積物が溜まったりするので、定期的に清掃をする。金属フリュームは、金属ブラシで酸化物を除去する。
- 腐食や錆の防止し寿命を延ばすため、フリュームをアスファルトペインで被覆する。
- 年に2度は、校正曲線(水頭-流量)を得るために異なるレベルでの詳細な定量を行い、理論式と比較する。

## 5 流量の推定計算

測定により流量を求めない場合、計算により推定をする。推定法には以下のようなものがある。

- ・ サンプル測定
- ・ 流速－断面積法

- ・ 防塵散水消費量
- ・ 製品含有水の試験室での測定
- ・ ポンプのサンプリングによる流量と稼働時間
- ・ 第三者からの請求書

### 5.1 サンプリング測定

既知の容量の容器を水で満たす。

水使用量定量のために、総体積を記録する。

この方法は、水路あるいは排水口に、容器を設置できる落差がある時に適用できる。容器の充填時間(t)と容器の容量(V)の測定によって、少量の排水を測定するのに適用できる。流量Qは、収集された水の量を収集に要した時間で除して求める。時間が長いほど、精度が上がる。

計算式：

$$Q = V / t$$

ここに：

Q = 流量 (L/s)  
V = 収集量 (L)  
t = 収集時間 (s)

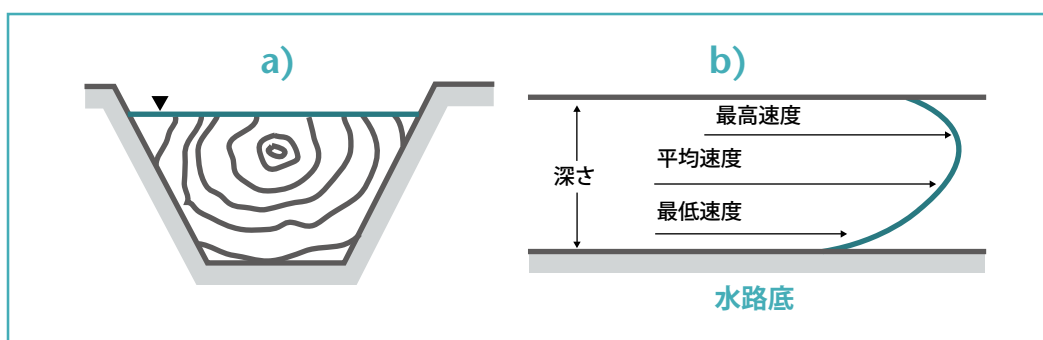
校正された体積を示すための目盛りの入った目盛り付き容器が、一般に使われる。他には、正確な寸法の大きなタンクを用いて測定する。容器で、溢す事無く100%集水する。時間の測定は、ストップウォッチなど正確なもので行い、容器に水を入れ始めると同時に動かし、容器を退かすと同時に止める。流量を測定した後、この流量に流れの流れている時間を乗じて所定時間の総流量を計算する。この作業は、装置での操作は誤差の原因となるので手動で行われ、それゆえ恒久的な測定方法としては勧められない。

### 5.2 流速断面法

水流の流量は、水路の断面積に平均流速を乗じて求めることができる。この計算法は、以下の事を元に行っている。流れは層流で、流線は断面に垂直である。流速の測定は、平均速度が得られる断面内の点で行わなければならない。

水路内で、最大速度は深さの5から25%の位置で記録され、壁面の粗度により流れが阻害される水路壁面で最小速度が記録される。平均流速は、深さの約60%の位置で記録される。図7に水路内の流速分布の例を示す。

図7 水路内の流速分布、a)断面、b)速度分布



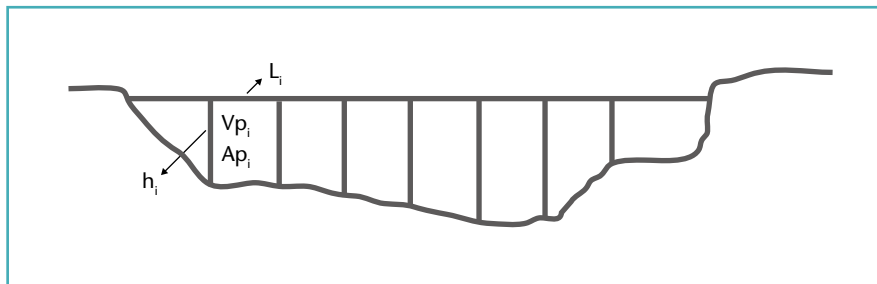
最も信頼の置ける流速の測定方法は、2次要素を使う方法である(詳細は付録参照)。

例えば、最も一般的な装置は、流速計である。水流にこれを沈めると流速に比例して回転する。

流速計で水流の流速を測定する場合、以下の事項に従う。

- 水流区分(断面積)の幅は、同等の区分あるいは断面に分割すること。3m以下の幅の狭い水路は、4つ以上に分割し、それより幅の広い水路は、それ以上に分割する(図8参照)

図8 水流の断面を等分の区分に分割した図



- それぞれの区分の深さを計る。浅い水路の場合、計深棒を、より深い水路の場合、錘付きワイヤで測定する。
- それぞれの区分で平均速度を測定するために流速計を沈める。浅い水路の場合は計深棒を、深い場合はワイヤを使い流速計を橋あるいは足場から正しい位置に設置する。この方法では、水流の深さや求められる精度によって以下の選択肢がある。

- **1点法**：流速計を平均流速が記録できる深さの60%の位置に沈める。
- **2点法**：深さの20%の位置と80%の位置に沈めて、平均値を平均流速とする。：

$$\text{平均流速} = (\text{深さの20\%位置の流速} + \text{深さの80\%位置の流速}) / 2$$

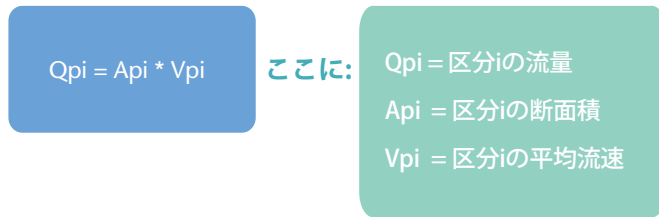
- **3点法**：流速計を深さの20%の位置、60%の位置、80%の位置に置く：

$$\text{平均流速} = 0.25 \times (\text{深さの20\%位置の流速} + (2 \times \text{深さの60\%位置の流速}) + \text{深さの80\%位置の流速})$$

- **5点法**：水面近く、深さの20%、60%、80%の位置、水底近くに置く。流速計が、水面あるいは水底に擦らないようにする。

$$\text{平均流速} = 0.1 \times (\text{水面近くの流速} + (3 \times \text{深さの20\%位置の流速}) + (2 \times \text{深さの60\%位置の流速}) + (3 \times \text{深さの80\%位置の流速}) + \text{水底近くの流速})$$

- 部分水流を元にした総流量の測定は以下の通り：



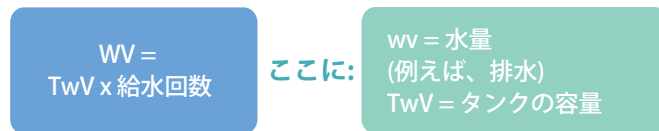
総流量は、個々の区分における部分流量の総計として計算される。：



所定期間の総流量は、総流量に流下時間を乗じて求める。断面速度法を使った2次要素による測定の詳細情報は、付録2(31ページ)参照。

### 5.3 防塵散水消費量からの水使用量の計算

多くの現場で、道路の発塵低減のために小さな水タンク車を使っている。集計範囲の外から水を取り込んでいるとき、この車の使用量で取水量を計算する。計算は、以下の式を使う。



### 5.4 製品含有水の分析

この方法は、骨材や生コンの製造に適用する。製品に含有する水量は、製品の含水量を試験室で分析し、製品の生産量に乗じて求められる。

骨材洗浄で消費される水は、製品貯蔵ヤードから試料を採取し、水分含有量を試験室で測定することで求められる。

製品含水量は、粒度に準じたそれぞれの骨材規格毎に定期的に測定する。測定を最低月に1回は、行う。

沈降と蒸発の影響を排除するために、試料は、製造したての製品から採取する。

この手順は、標準品質管理試験に基づく。含水量は、採取した状態(湿潤)の試料の質量と乾燥後の試料の質量の差によって求められる。正式な手順を作成するために、以下の指針を使う。作成には、品質管理の技術者の支援を得ることができる。

- 湿分損失防止のため、製造直後の骨材を試料として採取する。
- 骨材粒度によって試料採取量を変化させる。粒径の小さい骨材の場合、少量が良い。
- 試料重量を計る：一定量の骨材を計り取り、試料とする。湿分を測定する。質量を記録する。
- 110°Cの乾燥機で、恒量となるまで乾燥し、室温で冷却する。
- 110°C12時間の乾燥で普通は十分である。試料はバットに広げると簡単に冷却できる。
- 試料が室温まで冷却されたら、質量を測定し乾燥質量とする。
- 含水率は、湿潤試料の質量から乾燥試料の質量を差し引き、乾燥試料の質量で除して得られる。

$$\text{含水率}\% = \frac{(\text{湿潤試料の質量}) - (\text{乾燥試料の質量})}{\text{乾燥試料の質量}} \times 100 /$$

生コン製造に置いて、プラントの計量器をコンクリート練り水やミキサー洗浄などに使用する水の計量に使用することができる。通常、バッチャー制御システム(PLC)などで、計量器は記録装置やオンラインのデータ収集システムと連携している。



## 5.5 ポンプ流量と稼動時間

ポンプによる所定時間の汲み上げ量は、次の式で求められる。：

$$\text{水量} = \text{時間} \times \text{測定されたポンプ流量}$$

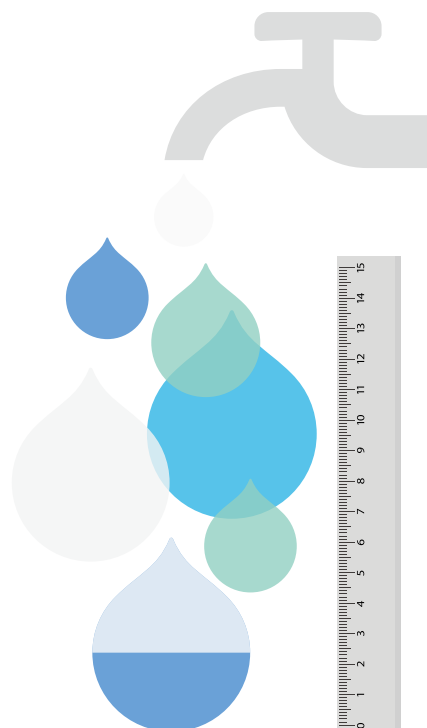
ポンプ流量を決定するために、可搬式の流量計で一定時間の流量を測定し、ポンプの能力の替えて、測定し

## 5.6 第三者の請求書

第三者に属するメーターは、メーターの直読と同等の信頼性がある。市水のメーターのように第三者に属する測定器具は、現場での読みに使用する場合、検定されていなければならない。請求書により、正確なデータが記録されているか確認する。

また、生コンの含水量は、現場での生コンの含水量測定によっても求められる。生コン試料を採取し、80℃から110℃で恒量になるまで乾燥し、含水量を求める。

た流量を使う。流量は、定常状態において少なくとも四半期に1回測定し、運転状態に変化があった場合も測定し直す。例えば、水頭変化を起こすポンプ吸入部貯水池の水面変化やポンプの移設や代替。この方法の主な欠点は、流量の正確な読み頻度が少ないことにより、ポンプの経時変動を考慮していないことです。



## 6 推定による算定法

実測されない以下の流量に対し、推定法が有用である。

- ポンプ能力と稼働時間
- 蒸散量と雨水流出量

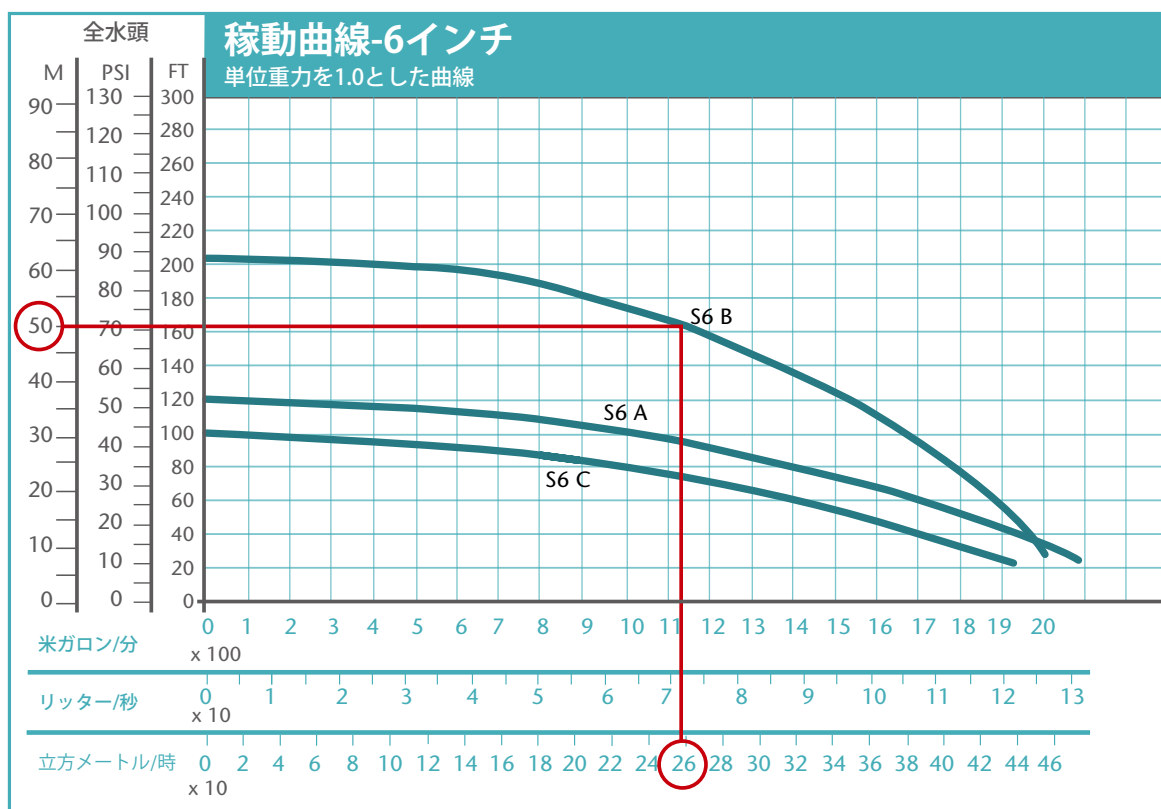
### 6.1 ポンプ能力と稼働時間

実際の流量と大きな差がある場合があるので、ポンプ能力を使うことは推奨されない。しかし、他の方法が無い場合は、使わざるをえない。

#### ポンプ能力

排水口での理論的な流量は、ポンプ能力と管路による水頭損失から計算できる。製造者は、ポンプ稼働能力グラフを提供している。

図9 製造者が提供するポンプ稼働能力曲線



ポンプ稼働曲線は、総水頭損失の関数として流量の変化を表している。ポンプの設定に応じて製造者はポンプ稼働曲線を用い、総水頭損失と流量を計算する。

一度、流量が計算されたら、所定時間の流量を稼働時間を乗じて求める。



## 6.2 自然蒸散の計算

自然蒸散は、水の消費に大きな影響を与える。広い開空間において、風、温度、湿度は蒸散速度に影響を与える。

自然蒸散は測定することができない、しかし、経験式によって算定することができる。

## 6.3 降雨の計算

貯水池の面積と降水量を基に降雨量を算定することができる。

貯水池の面積に降水量を乗じて降雨量を求めることができる。

### 降雨量

現場に設置された雨量計や政府や気象機関によって発行されている委託データは、両方とも降雨量の算定に使用ができる。

**雨量計** - ある点における降水の深さを計る。それぞれの現場に固有のもので、最も信頼性の高い方法である。

**原理**：雨量計は、空に向かって空いた容器に雨水を溜める。雨水は容器に落ち、質量あるいは体積として測定される。測定値は、現場であるいは自動気象所で記録される。

**精度**：気象条件が、精度に影響する。

強風、微少降雨、液体の混合、固体の落下、凍結は、誤測定の原因となる。降雪には、適用することができる。

精度を上げるために、雨水の収集に邪魔になる木や建物などの障害物のない開空間に雨量計を設置する。

**受託データ** - 政府や気象庁などの認知されている機関からの気象データ。これらの組織は、雪を含むすべての降水量の高い測定精度を維持している。しかし、それは、現場固有のものでなく、現場の雨量計が好ましいが、強制されるものではない。

### 貯水池

降水の流出を集水する貯水池の水面面積を算定する。一度算定したら、このデータは現場の構造が変更されるまで変わらない。

貯水池への降雨で流出する量は、排水部の地形の特性に直接関係する。

貯水池の排水部の特徴

- 貯水池の寸法と形状
- 斜面と丘や山の長さ
- 植生や表面被覆状況
- 土壌や岩石層の種類と状態
- 小川、池、湖やその他の水域の存在

## 7 データの管理

データの元には、2種類ある。

- 定期的水量測定
- 連続水量測定

表 7 測定の定期的と連続、それぞれの優劣

項目	連続測定	定期的測定
測定時間	全時間あるいはほぼ全時間	瞬間・一時的
結果算出までの時間	ほぼ即時の結果の算出	可搬式装置の場合は即時、試験室で処理する場合は算出が遅れる
安定性	時間経過に伴いセンサーに汚れが発生しやすい	解析の前に、個々のデータを統合する
有効性	決定因子が限られている	方法の包括的な範囲
適用性	要求性能に達しない場合がある	多くの規制の要求に対応できる
報告結果	日平均あるいは瞬間	一般的に、1時間あるいは24時間で、結果は連続的に平均される。
設置費用	概して、同等の定期測定器に対して高価	概して、同等の連続測定器に対して廉価
機器の認証	可能	可能, 試験室の機器はISO17025あるいは同等規格の認証
測定の適格性認定	適用性不可	測定と解析に適用可

連続測定が推奨される。

システムは、この手引きに沿って選択され、設置され、維持され、校正される。

形式、参考図書、メーターの維持・校正の記録は、記録用紙に記述し保存する。

データの管理を含む連続と定期的測定のための手順は、文書化して測定と報告に係る現場で使用可能なように、以下のものを含む：

- 測定対象水流の特定
- 標準、定期測定の方法
- 月に1回の頻度を推奨
- 記録用紙
- 担当者

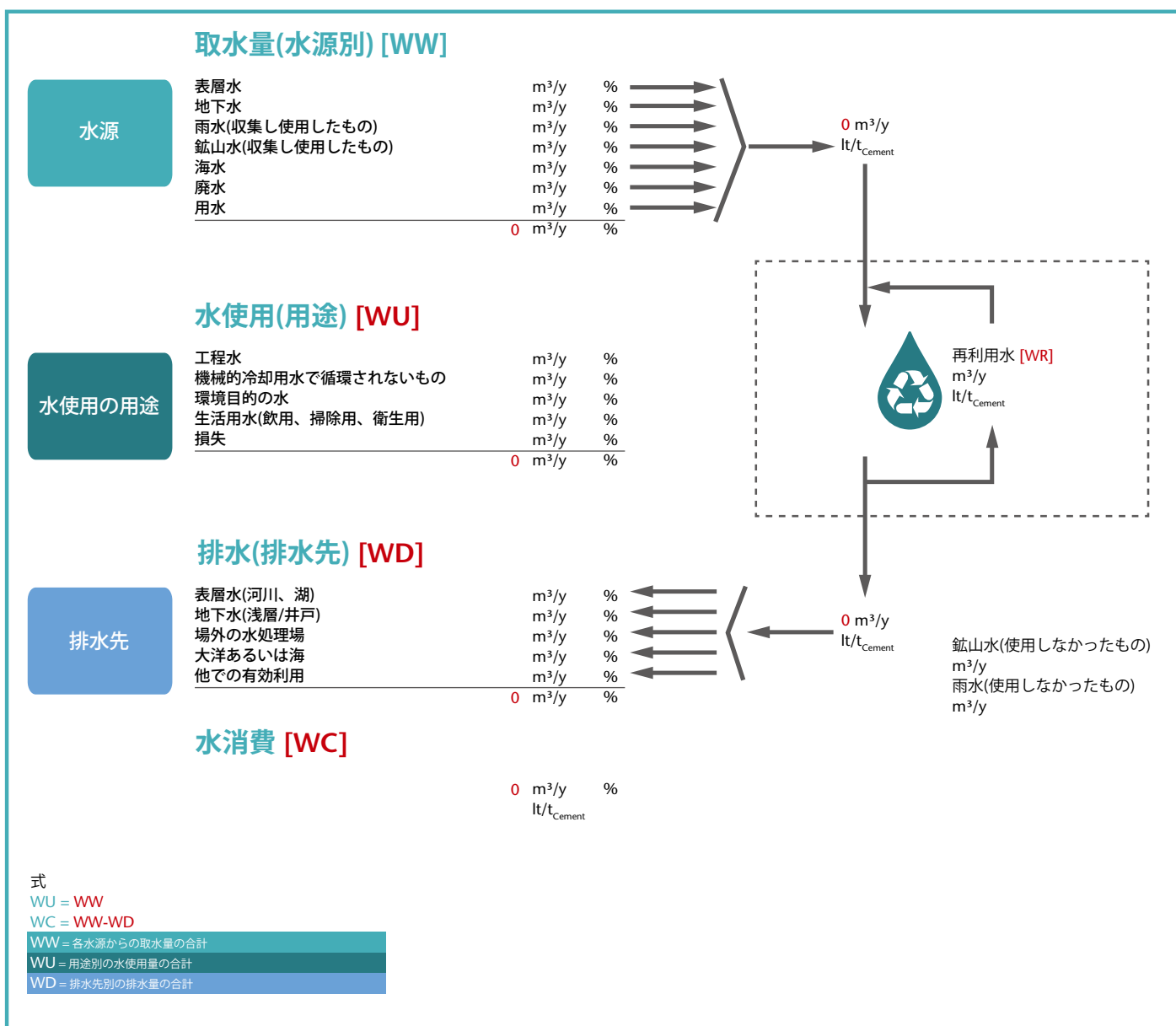
手順は、それぞれのセメント工場毎に作る。  
 しかし、それで定めたものは、事業、地域、範囲に応じた骨材製造や生コンへも適用可能である。メーターの維持校正、監視、データの記録のために費用と担当者を割り当てる。データに首尾一貫性があるか評価する。データの妥当性確認の手順を策定し、実施する。

時間内の水流の変動について説明する。特定した主要な水使用箇所での排水量と消費量と取水量との単純収支を

見て水量算定の一貫性を確認する。水使用量算定と測定値の一貫性の評価をできる基礎知識を習得しているよう、報告、検証をする人は教育されていなければならない。

セメント工場における水使用算定のための、概略の水源、使用、排水先毎の取水量、消費量、排水量と収支を概念図に示す：

図 10 水使用量算定収支図



## 8 用語集

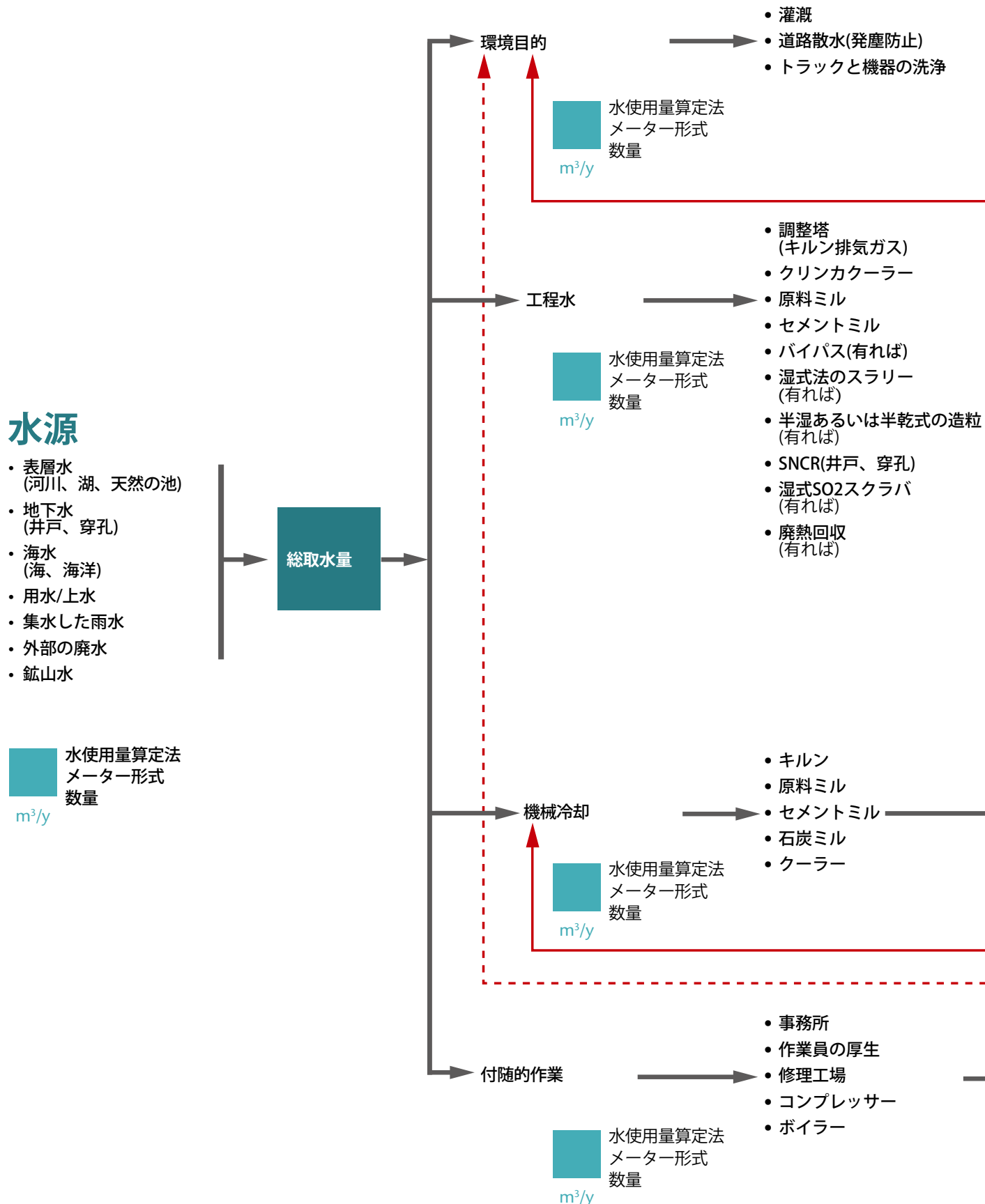
- **骨材製造**：分粒や小径化のために非鉄鉱物製品を採掘、出荷、加工すること。鉱物製品は、採石場や再生骨材製品から供給されます。特定の市場向けの加工砂や骨材の製造は、異なる洗浄機、篩と分級器、過大粒を破碎する破碎機の組み合わせと貯蔵と出荷設備からなる。
- **他での有効利用**：工業、農業による特定の使用や人による使用あるいは湿地を形成するために外部の組織へ直接排水するもの
- **セメント製造**：クリンカやセメント製造のための材料を採掘、運搬、破碎、粉碎、焼成、冷却する。自家発電がセメント工場内にある場合は、水使用の指標は、分けて報告する。一方、セメント製造工程に付随して廃熱発電が設置されている場合、工場の水使用の指標にそれを含める。
- **淡水**：淡水成分の定義は、各地域の規程による。規程の無い場合は、世界保健機関（WHO）が推奨する不純物総溶解度1000 mg / L以下を、表層水と地下水を淡水に分類するための指標とする。
- **地下水**：土壌表面より下の水は、通常、大気圧より高い圧力下にあり、土壌中の穿孔は水で満たされている。
- **収集された雨水**：場内で収集して使用された雨水。
- **業務**：あらゆる事業活動
- **水道**：公共組織によって提供される飲用可能品質の水
- **飲用水**：飲むのに適した水
- **製品**：商業価値を持つ、セメント、骨材、生コンのいずれかの形態の材料
- **鉱山水**：セメントあるいは骨材採掘場から汲み上げられる水、採石場の灌漑水とも呼ばれる。地下水、表層水、雨水の組み合わせである場合もある。
- **生コン製造**：工場あるいはバッチャーで、決められた配合でコンクリートを作り、工事現場へドラム付きのトラックで運ぶ。工程には、ミキサー、ポンプ、出荷を含む。
- **排水先**：排水口の先
- **再利用水**：使用された水あるいは使用された廃水を排水あるいは処理する前に、同一の工程あるいはより高度な工程に戻して循環する水
- **再利用あるいは再使用水(%)**：取水量に対する再利用あるいは再使用した水の量の割合

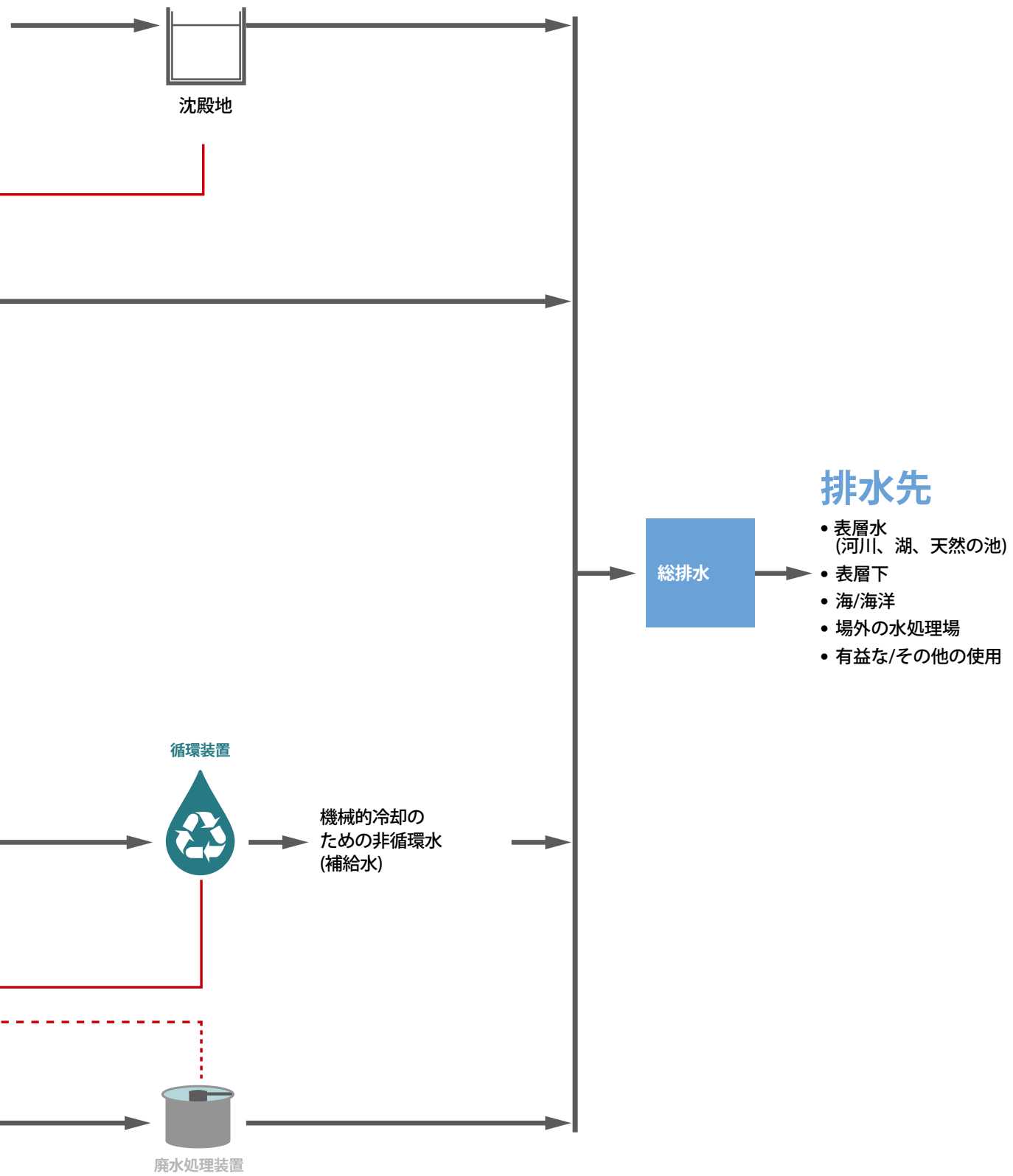
- **報告**：経営者、従業員、行政、規制者、株主、一般の人、地域社会、利益団体などの内部と外部のステークホルダーにデータや関連する情報を開示すること。
- **再使用水**：使用された水あるいは廃水を、系外へ、あるいは、最終処理場へ排水する前に、工程中の低位の他の工程の用に用いる量。再使用には、工場範囲内の灌漑を含む。
- **水源**：取水される水の源
- **嵐水**：雨や嵐の流水で使用されないで、収集排出されるもの。
- **地表下排水**：水の廃棄のための地層への廃水の注入
- **表層水**：淡水、海水、氷、雪、海洋、湖、川、湿地を含む地球表層の全ての水、しかし、地下水のような地表下の水は含まない。
- **バリューチェーン**：特定の産業における会社の活動の連鎖
- **水消費**：冷却や貯水施設からの蒸発、送水中の損失、製品への使用、場内での使用される水で、量は取水量と排水量の差で計算される。総消費水量には、場内で集水して使用した水が含まれる。総淡水消費量に雨水が含まれないのと異なる。
- **排水**：報告の期間中に海洋、表層、表層下、場外の排水処理場、特定された排水点(点源排水)を通しての有益な利用者や他の利用者、土壌上への散水や非特定点(非点源排水)、場内からトラックによる廃水の搬出、への水流出の合計。
- **取水(あるいは使用)**：報告の期間中に、報告対象範囲に全ての水源(表層水、地下水、鉱山水、用水、外部の廃水、収集された雨水)引き入れられた水の合計
- **流域**：表層の流出が共通の排出点となる地域。同義語に、集水地域、排水地域、河川流域がある。

## 付録1 水の流れの概略図

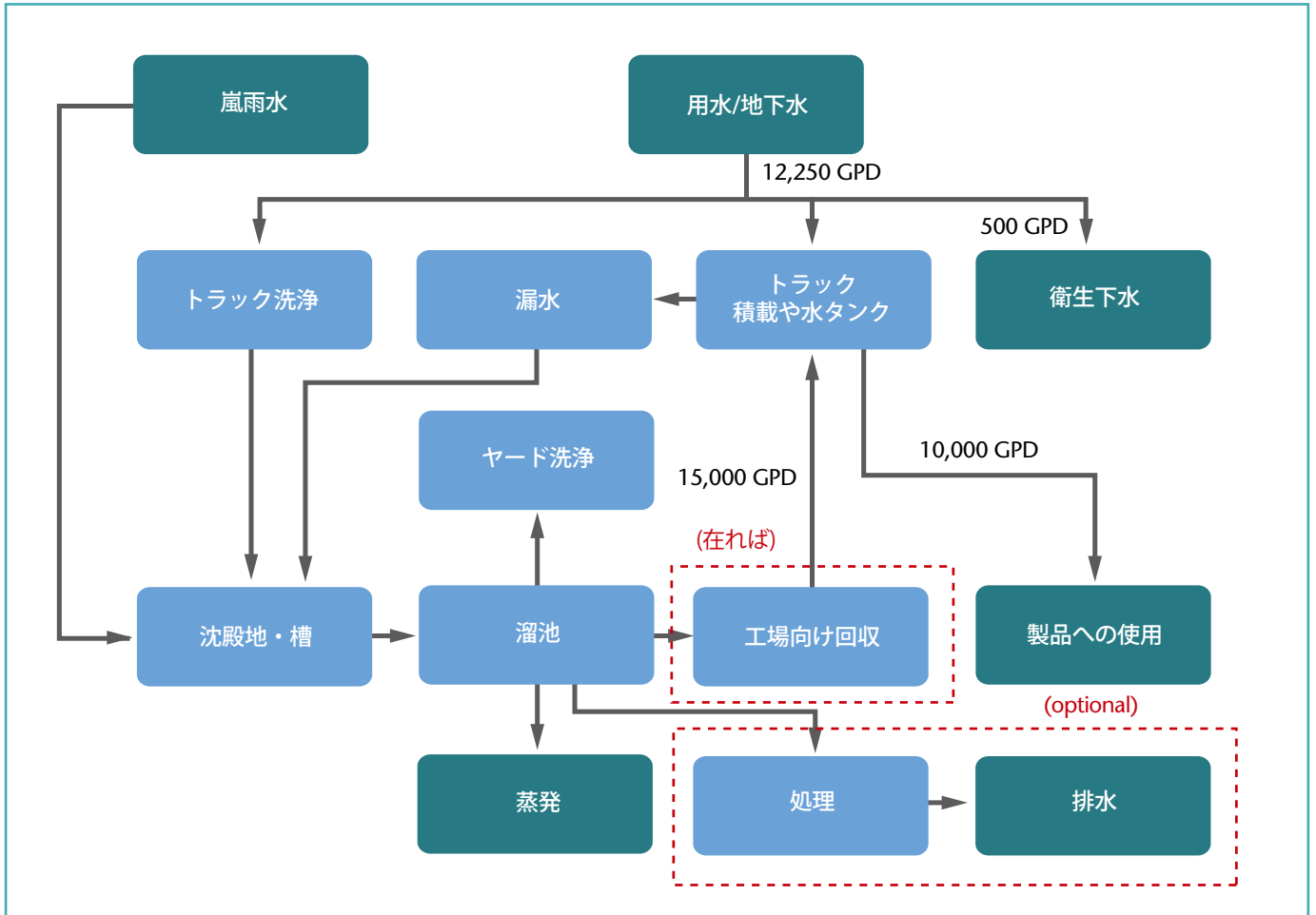
(a)セメント工場、(b)骨材製造、(c)生コン工場での水の流れの概略図を示す。

(a) セメント工場の水の流れの概略図(出典：Titan社)

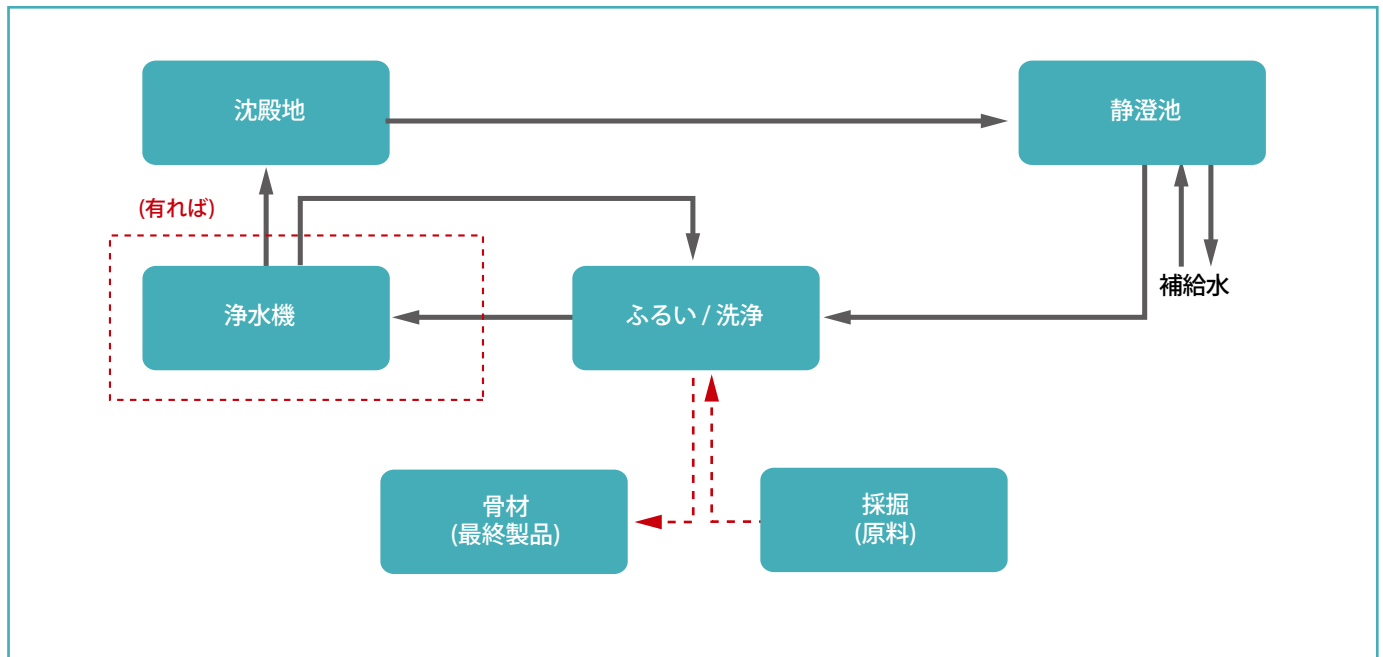




(b) 生コン工場の工程水の流れの概略図(出典：Argos社)



(c) 骨材製造の工程水の流れの概略図(出典：Italcementi社)





## 付録2 2次的方法

2次的方法は、水の流れの速度を測定する。流速は、断面を通過する水の流量を計算することに使われる。

ここに、いくつかの2次的方法を示す：

### a. 回転式機械式メーター

機械式メーター、または回転式流れメーター、の動作原理は、メーターのローターの角速度と水の速度の間に比例関係があることに基づいている。流れのある点に機械式流れメーターを置き、測定期間内のローターの回転数を計測し、メーターの定格から水の速度を求めることができる。

### b. 電磁誘導メーター

電磁誘導メーターは、伝導体(水)が磁場内を動くと、そ

の速度に直接比例する誘導電流が発生する原理に基づくものである。この電流及びそれが引き起こす磁場の歪みを測定することにより、器具は流水の点速度を測定するように較正することができます。

### c. 音響メーター

音響メーターは、ドップラー原理を使用し、流れる水の速度と垂直方向の完全な速度分布を決定します。例えば、超音波計：水面の上に設置し、音響パルスを発信し、流速に比例する応答時間を測定する。

### d. 光学メーター

光学メーターは、水の流れの表面速度を測定するために、較正された機器を使います。しかし、表面下の速度の測定には使用できません。

## 付録3 工程水消費量の例示値(一般値)

算定のために使用する水使用量を以下に示す。使用に際しては、それぞれの現場の条件を考慮する必要がある。

### a. セメント製造

#### 湿式キルンの原料調合用の水：

基礎原料：1 t のクリンカ製造に1.55tの原料を使用

原料に含まれる水は、湿式工程に使われる。

最小：10%， 172 l /t-クリンカに相当

最大：20%， 388 l /t-クリンカに相当

スラリーの水分量

最小：32%， 729 l /t-クリンカに相当

最大：42%， 1,122 l /t-クリンカに相当

スラリー製造のため加えられる水分量

低水分スラリー(10%から32%)557 l /t-クリンカ

高水分スラリー(20%から42%)734 l /t-クリンカ

スラリー化のための総水分量：550から750 l /t-クリンカ

#### 半湿式のための水：

この方式は、湿式と半乾式の間中に位置し、総水分量は、270から550 l /t-クリンカ。

#### 半乾式のための水：

粒状化(湿分12から15%)のための総水分量は、200から270 l /t-クリンカ

#### 排気ガスの温度を150°Cに冷却するための水

4段プレヒーターキルン(800 kcal/kg, 340° C)：  
150 l /t-クリンカ

4段プレヒーターキルン(760 kcal/kg, 370° C)：  
170 l /t-クリンカ

5段プレヒーターキルン(730 kcal/kg, 320° C)：  
130 l /t-クリンカ

6段プレヒーターキルン(710 kcal/kg, 300° C)：  
110 l /t-クリンカ

間接運転モード(20%運転時間)におけるキルン排ガスの調整用水：

110 - 170 l /t-クリンカ

複合運転モード(80%運転時間)：

上記の機能

### 閉回路式機械冷却システムの水消費量

補給水おおよそ：50から60 ℓ/t-クリンカ

内訳：

冷却蒸発分の補償：20から30 ℓ/t-クリンカ

にじみ出る分の補償：20から30 ℓ/t-クリンカ

損失分：5 ℓ/t-クリンカ

### 開回路式機械冷却システムの水消費量

推奨値：1400から1500 ℓ/t-クリンカ

#### バイパス冷却塔への散水

プレヒーターキルン60 ℓ/t-クリンカ，バイパス率10%

仮焼炉付きキルン：30 ℓ/t-クリンカ，バイパス率10%

#### クリンカクーラーへの散水

グレートクーラー：2から5 ℓ/t-クリンカ

遊星クーラー：30から40 ℓ/t-クリンカ

ローターリークーラー：40から60 ℓ/t-クリンカ

#### セメントミルへの散水

平均：10から30 ℓ/t-セメント

最大：40 ℓ/t-セメント

### 湿式SO<sub>2</sub>スクラバの水消費量

概略推定値100 ℓ/t-クリンカ

### b. 生コンと骨材

コンクリートと生コンクリートのためのデータがないので、以下に有用な情報が提供されるリンクを上げる。しかし、値は、国ごとに異なる。

示されている値は、まず方向を示す、そして、工場レベルでの計算のための指針を与える：

[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/509928/LIT\\_9909.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/509928/LIT_9909.pdf)

生コン用、National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA)マニュアルを総括

[www.nrmca.org/sustainability/Certification/SCP Guidelines Version 1.1.pdf](http://www.nrmca.org/sustainability/Certification/SCP_Guidelines_Version_1.1.pdf).

注：平均水消費量21ページ、平均練り混ぜ水24ページ

## 持続可能な開発のための世界経済人会議(WBCSD)について

持続可能な開発のための世界経済人会議（WBCSD）は、未来を思考する約200の組織のCEOが主導する会議で、事業、社会、環境の持続可能な未来を創造するために先進的企業が集ったものです。会員は一丸となって、本会は、建設的な解決策を生み出し、共同した活動を取るために、尊敬される熟慮の指導と効果的支援活動を行う。事業に関する主要な提唱者としての利害関係者との強固な関係を活用し、本会は、持続可能な開発のための解決策における議論の活発化や政策の変更を支援することができます。

WBCSDは、全ての産業界、大陸からなる合計70兆ドルの売上になる、持続可能な開発の課題に対する優良活動の共有と現状を変革する革新的手法の開発のための公開討論会を提供する。本会は、65以上の国あるいは地域の業界団体や提携組織、その多くは開発途上国にある、とのネットワークを有することも強みです。

[www.wbcسد.org](http://www.wbcسد.org)



## セメント産業部会(CSI)について

セメント産業部会(CSI)は、世界100カ国以上で操業する24の主要なセメント製造者による国際的な取り組みです。小さな地域企業から大きな国際的企業を含み、会員企業のセメント生産量は全世界生産量の約30%を占めている。全てのCSIの会員企業は、事業戦略と経営に持続可能な開発を統合しており、経済的な業績と等しく社会的環境的責務を果たしていくことを追求している。CSIは、持続可能な開発のための世界経済人会議(WBCSD)の活動のひとつです。

[www.wbcسدcement.org](http://www.wbcسدcement.org)

[www.wbcسدcement.org/water](http://www.wbcسدcement.org/water)

## 免責事項

The Japanese language version of this document is a convenience translation of the original English language version. In case of discrepancies between the original English language document and its Japanese convenience translation, the original English version shall apply and prevail. Please visit the CSI website ([www.wbcسدcement.org](http://www.wbcسدcement.org)) for more information.

この日本語訳は原文が英語版であるガイドラインを、便宜のため参考訳したものです。原文の英語版と参考訳である日本語訳の間に相違が生じた場合は、原文の英語版が適用され優先します。詳細はCSIのウェブサイト([www.wbcسدcement.org](http://www.wbcسدcement.org))を参照願います。

Copyright: © WBCSD, May 2016

Designer: Léonie Cocquio Design

ISBN: 978-2-940521-66-1



**World Business Council for Sustainable Development**

[www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)

Maison de la Paix, Chemin Eugène-Rigot 2, CP 246, 1211 Genève 21, Switzerland. Tel: +41 (0)22 839 31 00, E-mail: [info@wbcsd.org](mailto:info@wbcsd.org)

WBCSD US, 29 East 19th Street, 4th Floor, New York, NY 10003, United States

WBCSD India, 1st Floor, 1 Africa Avenue, New Delhi 110 029, India. Tel: +91 11 3352 1527/8, E-mail: [delhi@wbcsd.org](mailto:delhi@wbcsd.org)