

「リスクマネジメントマニュアル」の作成について

○藤田 正樹¹ 草野 明彦² 原田 陽一³

概要：

設備管理は、利水者のみならず国民に理解していただける整備計画の作成が重要となり、今まで以上のコスト削減が求められ、設備に含まれる危険(Risk)を適切に管理(Management)する必要がある。

危険 (Risk) を適切に管理するには、設備に含まれるリスクを数値化して評価し、そのリスク対策の重要性について客観的な順位をつけ、数値が高いものについては優先的にリスク低減策を提案し講じる必要がある。この管理手法はリスクマネジメントと呼ばれ、労働災害防止のためにも適用されている。

本稿では機械設備毎に適用例を示すことで、「リスクマネジメントマニュアル」とした。

キーワード：設備管理、整備計画、コスト削減、リスクマネジメント

1. はじめに

水資源機構は 1962 年（昭和 37 年）の組織発足以来、ダム・堰・水路の建設を行なうとともに、完成した施設（水資源開発施設及び愛知豊川用水施設）の管理を行なっている。機械設備は水資源開発施設等の能力を発揮させるための中心的な設備であり、管理業務の中で大きな比重を占めており重要性も高い。

機械設備整備計画は、ライフサイクルコストの縮減や予防保全の観点からの統一化は図られているが、設備に内在するリスクの度合については管理担当職員が個々の技術力に基づき想定している場合が多く、統一が図られていないところがあり、機構としてリスクへの判断基準の統一が必要となっている。このニーズにあった整備計画の策定のためには、設備に含まれる危険を適切に管理することが管理業務の中で重要となっている。機構の中期計画にもリスクへの的確な対応として、リスクの管理体制の整備が目標化されているところである。

2. リスク評価と管理への影響度、リスク低減策の考え方

2.1 リスクとは

リスクとは、ISO では「危険の考え方を標準化するために危険の度合いをリスクという」と定義されており、すべてのものに含まれている危険要因であり、「その事象が顕在化すると発生」するが、「その事象の発生は不確定」なものである。

2.2 リスクマネジメントとは

リスクマネジメントとは、「各種の危険による不測の損害を最小の費用で効果的に処理するための経営管理手法」である。

各種の危険要因であるリスクを回避・低減し、安全性を高めるためには、リスクを組織的にマネジメント（管理）することで、ハザード（災害）、損失などを回避もしくはそれらの低減を図るプロセスが必要となる。

この手法をリスクマネジメントといい、災害発生後の対策を主としている危機管理（Crisis Management）とは大きく異なるところである。リスクマネジメントとクラ

1. 愛知用水総合管理所 下流管理所
2. 味噌川ダム管理所 管理維持班
3. 中部支社 機械課

イシスマネジメントのイメージを図-1に示す。

リスクマネジメントは、「リスクをいかに少なくするか」(リスクコントロール)と「それでも残るリスクが発生した際の対応等の準備をすること」(リスクファイナンス)の両輪である。

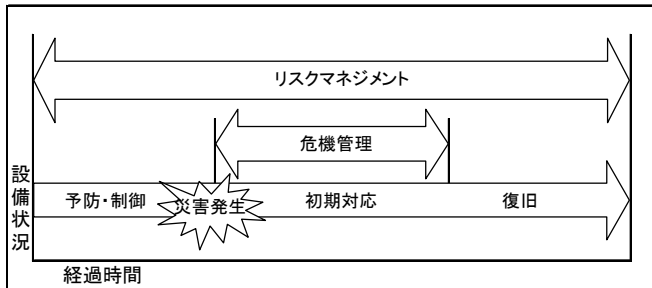


図-1 危機管理とリスクマネジメントのイメージ

2.3 リスクマネジメントのプロセス

リスクマネジメントのプロセスを図-2で示す。通常は次の手順で行われる。

○Step1: リスクの発見・管理

考えられうるリスクをリストアップし、チェックリスト化する。このときには、1つの事故から多様な損害が発生することに留意し確認する。

○Step2: リスクの分析・評価

Step1で洗い出したリスクの「発生頻度」を予測し、それがもたらす「損害の規模」を予測する。その予測結果と、利用できる資源(予算・人員等)から影響度を評価する。

○Step3: リスクの処理

分析・評価したリスクをその影響度に応じ「リスクコントロール」(リスクの回避, リスクの除去・軽減)と「リスクファイナンス」(リスクの保有-許容, リスクの転嫁-保険等)によって、処理する。

○Step4: リスクの検証

対策の実施状況を検証し、リスクの処理手段の見直し、安全防災対策の見直しを行う。そして、結果をフィードバックし、新たなリスクの発見・管理に努める。

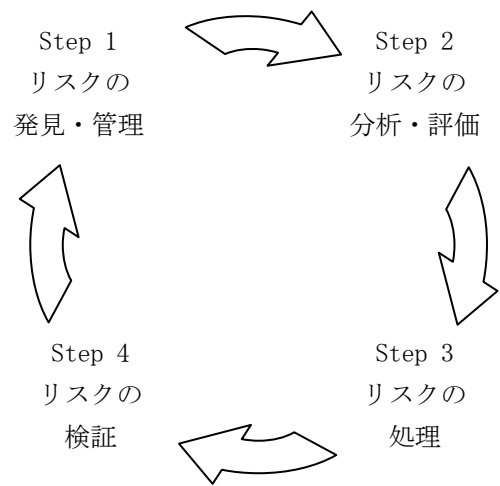


図-2 リスクマネジメントのプロセス

2.4 リスクマネジメントの実践

先に示したとおり、リスクマネジメントはリスクの発見を行い、それを分析し処理することである。この作業を各人が統一した考えに基づき実践できるよう、標準的なリスクについて、その重要性を客観的に分析・評価するための評価表(表-1)を定め、その評価結果を個別の事例毎に具体的に評価し、整理することができるリスク評価様式(表-2)をつぎのとおり提案する。

なお、このリスク評価表を作成する際に、機械設備管理指針、保全システムの思想を念頭において作業を行なっている。

表-1 リスク評価表(標準)

		4C	8B	12A	16A
頻繁に発生する: IV	発生頻度	3D	6B	9A	12A
よく発生する: III		2D	4C	6B	8B
たまに発生する: II		1D	2D	3D	4C
ほぼ発生しない: I					
		管理への影響度			
		管理への影響はなし: 1	管理への影響はほとんどない: 2	管理への影響は少しある: 3	管理への影響は大きい: 4

(表-1の解説)

- ① 縦軸に発生頻度、横軸に管理への影響度を示す。
- ② 発生頻度の間隔は、各設備毎に機械設備管理指針の「点検の実施」と「整備の実施」を参考として

決定する。

- ③ 管理への影響度は各設備毎に目的が異なるため個々で決定する。
- ④ リスク評価は、発生頻度の点数と影響度の点数の積により行なう。
- ⑤ それぞれの点数により対応の優先順位を決める。

- A (9～16)：頻度、影響度とも高く、早急に対策が必要である。
- B (6～8)：頻度、影響度とも比較的高く、優先的に対策が必要である。
- C (4～5)：残留リスクを検討し、対策の必要性を検討する。
- D (3以下)：リスクなし、即ち対策を必要としない。

表-2 リスク評価様式（主ポンプ設備の一例）

①機器部品	②故障の事象	③発生頻度	④影響度	⑤代替条件	⑥一次評価	⑦リスク低減策	⑧(改善)頻度	⑨(改善)影響度	⑩(改善)評価	⑪備考
主軸	摩耗により芯振れからの振動、異音	I	3	残りの1台で対応	3D	必要なし	I	3	3D	
軸スリーブ	摩耗によるエア吸込み(始動渋滞、無送水)	II	3	必要なし	6B	取替(運転時間ベース)	I	3	3D	予備品を保有
軸受	焼付き(潤滑油切れ)	III	3	残りの1台で対応	9A	取替	I	3	3D	予備品を保有

(表-2の解説)

- ①機器部品
機器や部品の名称を各設備毎に区分し、記載する。
- ②故障の事象
①機器部品で記載した機器部品それぞれについて、発生する可能性がある故障内容を洗い出し、全て記載する。このとき、「機器部品」1項目について、複数故障内容がある場合があることに注意する。
- ③発生頻度
②故障の事象で選定した故障の事象の発生頻度を表-1 リスク評価表の縦軸より選定し、記載する。
- ④影響度
②故障の事象で選定した故障の事象の影響度を表-1 リスク評価表の横軸より選定し、記載する。
- ⑤代替条件
故障により機能停止した場合に対象施設の代替設備が設置されているかについて、記載する。
- ⑥一次評価
評価を実施していない現時点でのリスク評価を表-1 リスク評価表に基づき実施し、記載する。
- ⑦リスク低減策
リスクを低減させるために必要な対策を記載する。
- ⑧(改善)頻度
⑦リスク低減策を講じた場合の発生頻度を表-1 より記載する。
- ⑨(改善)影響度
⑦リスク低減策を講じた場合の影響度を表-1 より記載する。
- ⑩(改善)評価
⑦リスク低減策を講じたことによるリスク評価を表-1

リスク評価表に基づき実施し、記載する。

- ⑪備考
その他特記事項があれば記載する。
例えば「予備品を保有する」「現在の機器を撤去し、新しい機器(材質や構造が違うもの)を設置する」等

2.5 各設備におけるリスクマネジメントの適用例

リスクマネージメントを実践していくには、管理を行っている設備の使用実態に合わせた、表-1 リスク評価表を作成し、設備毎に考えられるリスクについて個別にリストアップを行い、リスク評価表に基づきそれぞれのリスク評価を実施する必要がある。

しかしながら、発生頻度や影響度については、個人のとらえ方に違いが出ることは確実であり、設備区分毎に考え方などをある程度統一し示しておかなければ、客観的で正しいリスク評価はできない。

そこで、各設備に対する適用例を**表-1** リスク評価表及び**表-2** リスク評価様式について作成し、誰にでも簡単にリスクマネージメントを実施できるように、マニュアルを作成した。作成した適用例を以下に示す。なお、リスク評価様式については、あらゆるリスクを掲載するにはデータ数が多く、全てを紹介することが困難であるため、その一部を添付する。

2.5.1 ダム用油圧ゲート（例：常用洪水吐き設備）

設備の使用頻度が一般的な機械と比べて低く、リスクの発生頻度もそれにあわせて低くなるため、発生頻度の範囲は1年～30年までとしている。また、管理への影響度についてはリスク発生に伴う設備の機能低下が、設備性能の計画値に対して低下する割合を評価対象としている（表-3）。

標準的な設備構成は、扉体、油圧装置、機側操作盤が主である（表-4）。本マニュアルで例示したリスク評価様式によると、機側操作盤の部品関係が12Aと一番高い結果となった。この場合に考えられるリスク低減策としては、定期点検、経年での取替、予備品の常備などが考えられ、これらを実践することにより影響度を低くすることができる。

表-3 リスクの評価表（ダム用油圧ゲート）

発生頻度	1～2年に1度発生：IV	4C	8B	12A	16A
	10年に1度発生：III	3D	6B	9A	12A
	30年に1度発生：II	2D	4C	6B	8B
	発生しない：I	1D	2D	3D	4C
管理への影響度					
通常で 100%可能：1 代替で 100%可能：2 代替で 50%可能：3 代替でも 50%未満：4					

表-4 リスク評価様式（ダム用油圧ゲート）

機器部品	故障の事象	発生頻度	影響度	代替条件	一次評価	リスク低減策	(改善)頻度	(改善)影響度	(改善)評価	備考
＜扉体＞										
支承部	地震等、外的要因により軸受け部、トラニオンガード、ハブが損壊する。	II	4	代替設備はない。予備ゲートも地震により動作不能の可能性大。	8B	トラニオン部の事前強化。	I	4	4C	代替設備が動作不能の場合、水位低下まで待つ。
＜油圧ユニット＞										
保護装置	圧力・油面・温度・目詰まりなど、スイッチの故障に伴う重または軽故障の発生	III	3	予備品で対応	9A	保護装置の予備品の確保。絶縁抵抗値を定期的に測定。	II	3	6B	予備品を確保しておく。
制御弁類	リリーフ弁が故障し定格圧力まで昇圧せず「油圧異常」が発生	II	4	予備品で対応	8B	定期的に分解整備を実施。状態を見て取替。予備品を事前準備。	II	3	6B	予備品を確保しておくことで、機器手配に要する期間が短縮でき、リスク軽減が可能。
検出装置	圧力スイッチが故障し、「油圧確立」ランプが点灯せず、ゲートが動作しない	II	4	予備品で対応	8B	予備品を事前準備。	II	3	6B	予備品を確保しておくことで、機器手配に要する期間が短縮でき、リスク軽減が可能。
検出装置	油圧配管継手からの漏油で「油面低下」が発生	II	4	定期点検が必須	8B	定期的に分解整備を実施。	II	3	6B	月点検時に漏油等がないかを確認
＜油圧シリンダ＞										
シリンダ	シリンダチューブ内面のメッキ損傷により「漏油」や「扉体のずり落ち」が発生	II	3	代替設備はない。緊急時の予備ゲートでの流水遮断は可能。	6B	定期的に分解整備を実施。ずり落ち量を年点検時に計測。	I	3	3D	チューブ内面は分解整備時にしか目視確認できないため、ずり落ち量の計測が必須
＜機側操作盤＞										
ケーブル	地震などでケーブルが断線しゲート操作が不能となる。『電源』表示灯が消灯。	II	4	予備品で対応	8B	定期点検時に、正常に動作することを確認。	II	3	6B	地震時は、電源断後に原因調査を優先。
ブレーカ	経年劣化などで、漏電部ブレーカが故障しゲート操作が不能となる。『重故障・ブレーカトリップ』が表示される。	III	4	予備品で対応	12A	定期点検時に、正常に動作することを確認。予防保全の観点から、経年により取替を実施。	III	3	9A	予備品を確保しておく。

2.5.2 河川用ワイヤロープウインチ式ゲート

一般的な河川用ゲートは設備が点在していることから、設備故障が発生した場合にどの場所でのゲート操作が可能であるかを管理への影響度と設定した。リスクの発生頻度についてはダム用油圧ゲートと同様の使用頻度であることから、1年～30年までの範囲としている(表-5)。なお、本マニュアルにおいては、使用形態が異なる開閉装置などは除外している。

標準的な設備構成は、扉体、開閉装置、機側操作盤が主である(表-6)。本マニュアルの例示によると開閉装置のリミットスイッチ、機側操作盤の部品関係が12Aと一番高い結果となった。この場合のリスク低減策としては、定期的な整備、取替の実施であり、これにより発生頻度、影響度をそれぞれ下げることができる。

表-5 リスクの評価表(河川用ワイヤロープウインチ式ゲート)

発生頻度	1～2年に1度発生:IV	4C	8B	12A	16A								
	10年に1度発生:III	3D	6B	9A	12A								
	30年に1度発生:II	2D	4C	6B	8B								
	発生しない:I	1D	2D	3D	4C								
		<table border="1"> <tr> <th colspan="4">管理への影響度</th> </tr> <tr> <td>遠方で操作可能 :1</td> <td>機測で操作可能:2</td> <td>手動等で操作可能:3</td> <td>運転不可 :4</td> </tr> </table>				管理への影響度				遠方で操作可能 :1	機測で操作可能:2	手動等で操作可能:3	運転不可 :4
管理への影響度													
遠方で操作可能 :1	機測で操作可能:2	手動等で操作可能:3	運転不可 :4										

表-6 リスク評価様式(河川用ワイヤロープウインチ式ゲート)

機器部品	故障の事象	発生頻度	影響度	代替条件	一次評価	リスク低減策	(改善)発生頻度	(改善)影響度	(改善)評価	備考
<扉体>										
主ローラ	主ローラと戸当りの間に異物を噛込み停止	III	2	なし	6B	防塵ゴム等の取付け、人員配置、マニュアルの整備	II	2	4C	
シーブ	シーブとワイヤロープの間に異物を噛込み	II	2	なし	4C	防塵カバーを取付ける	I	2	2D	
水密ゴム	水密ゴムの劣化、損傷により漏水	III	2	なし	6B	定期的な取替を実施	II	2	4C	
<開閉装置>										
ワイヤロープ	素線切れ(10%以上)、腐食が発生	III	3	なし	9A	定期的な給油脂、取替を実施する	II	3	6B	
電動機	本体の故障により停止	II	4	なし	8B	予備動力の確保	II	3	6B	
油圧押しブレーキ	ブレーキが解放しない	II	4	なし	8B	人員配置	II	3	6B	
軸受け	軸受けの固着、損傷	III	3	なし	9A	定期的な分解整備、取替を実施する	I	3	3D	
リミットスイッチ	リミットスイッチの故障	IV	3	なし	12A	定期的な整備を実施する、人員配置	II	2	4C	
<機側操作盤>										
電磁開閉器	電磁開閉器が故障し、操作不能。	III	3	なし	9A	定期的な取替を実施、人員配置	II	2	4C	予備品の確保
リレー	タイマーリレーが故障し、操作不能。	IV	3	なし	12A	定期的な取替を実施、人員配置	III	2	6B	予備品の確保
開度計	A/Dコンバータの故障	III	4	なし	12A	定期的な取替を実施、人員配置	II	3	6B	予備品の確保

2.5.3 揚排水機場（例：揚水ポンプ設備）

設備の使用頻度および運転時間が水門設備等と比較して非常に高く、故障発生頻度も高くなるため発生の頻度は1ヶ月～10年までの範囲としている。また、影響度については、ダム用油圧ゲートと同様に、設備の機能低下が計画値に対して低下する割合を評価対象としている（表-7）。

設備構成としては、扉体、開閉装置、機側操作盤が主である（表-8）。その中で主ポンプのグラントパッキン、フート弁、系統機器の真空ポンプ、操作制御設備の電源、部品関係、付帯設備の吸水槽スクリーンが12Aと一番高い結果となった。定期的な更新、取替、清掃を実施することにより、発生頻度、影響度をそれぞれ下げることができる。

表-7 リスクの評価表（揚水ポンプ設備）

発生頻度	1ヶ月に1度発生：Ⅳ	4C	8B	12A	16A
	1年に1度発生：Ⅲ	3D	6B	9A	12A
	5年に1度発生：Ⅱ	2D	4C	6B	8B
	10年に1度発生：Ⅰ	1D	2D	3D	4C
管 理 へ の 影 響 度 通常で 100%可能：1 代替で 100%可能：2 代替で 50%可能：3 代替でも 50%未満：4					

表-8 リスク評価様式（揚水ポンプ設備）

機器部品	故障の事象	発生頻度	影響度	代替条件	一次評価	リスク低減策	(改善)頻度	(改善)影響度	(改善)評価	備考
＜主ポンプ設備＞										
軸受	焼付き(潤滑油切れ)	Ⅲ	3	残りの1台で対応	9A	定期的に取り替	I	3	3D	予備品を保有
グラントパッキン	摩耗、硬化によるエア吸込み(始動渋滞、無送水)	Ⅳ	3	残りの1台で対応	12A	定期的に取り替、人員の配置	Ⅲ	1	3D	予備品を保有
	締過ぎによる温度上昇	Ⅳ	2	必要なし	8B	人員の配置	Ⅱ	1	2D	予備品を保有
羽根車	異物噛込みによる揚水量低下	Ⅱ	3	残りの1台で対応	6B	水路の清掃、スクリーンの設置	I	3	3D	
フート弁	塵芥閉塞による満水不良、吸水不足(始動渋滞、無送水)	Ⅳ	3	残りの1台で対応	12A	定期的な清掃、人員配置	Ⅲ	2	6B	除塵設備を検討
＜主ポンプ駆動設備＞										
電動機	重故障(地絡、短絡など)	Ⅱ	3	残りの1台で対応	6B	定期的な更新	I	3	3D	
＜系統機器＞										
真空ポンプ	軽故障(固着など)	Ⅲ	4	なし	12A	定期的な更新、人員配置	Ⅱ	2	4C	
＜操作制御設備＞										
電源	停電など機構外での理由で停止	Ⅲ	4	代替なし	12A	予備発電機設置、配電路の二重化	I	2	2D	コストと要相談
水位計	計測値異常、欠測	Ⅱ	4	代替なし	8B	定期的な点検整備、副水位計の設置	I	2	2D	コストと要相談
圧力計、温度計	計器故障	Ⅱ	1	なし	2D	必要なし	Ⅱ	1	2D	予備品を保有
＜付帯設備＞										
吸水槽スクリーン	吸水槽水位低下	Ⅲ	4	残りの1台で対応	12A	定期的な清掃	I	4	4C	

3. その他様式集

前項までのリスク管理の中でリスク低減策をより効果的なものとするべく、ソフト面からも整理していくこととした。以下の内容は全て様式として作成しファイル化を行なっている。この様式に必要な事項を網羅させることができれば、リスクの軽減に繋がり初動体制から応急復旧、さらには恒久対策まで迅速に行なうことが可能である（図-2）。

(1) 緊急連絡体制

災害発生時に活用できるよう、緊急連絡体制網について、作成を行なう。連絡先については、休日や夜間も考慮して複数名選定し、連絡順位を設定する。

(2) 故障時対応協力会社リスト

災害発生時に活用できるよう、メーカ・メンテ会社の他に地元の鉄工所、代理店などを調査し、協力を得ることが可能な社について、条件等を含めた整理を行い、連絡先について記載しておく。

(3) 近隣リース会社

災害発生時に活用できるよう、近隣リース会社の連絡先及び保有資機材を調査し、協力が得ることが可能な社について、条件等を含めた整理を行い、連絡先について記載する。

① 緊急連絡体制

② 機器、建設機械リスト

（事務所や施設から 30～60 分程度の範囲で協力が得られる 2～3 社）

(4) 緊急対応マニュアル

各事務所で作成している「応急復旧マニュアル」を再度整理する。

(5) 人的情報データベース

災害発生時に活用できるよう、建設から管理に至る職員指名と携わったその工事計画・設計積算・監督や管理における整備、修理、改造の主要なものや施設に対する注意事項の内容、個人の連絡先について記載する。

① 建設

② 管理

③ 取扱注意事項及びに指摘事項

（建設から管理に至るまで携わった機械職氏名と携わった建設における工事計画・設計積算・監督や管理における整備、修理・改造の主要なものや取扱注意の指摘事項）

(6) 予備品リスト

災害発生時に活用できるよう、所持している予備品について、リスト作成を行なう。また、準用できる施設について検討する。

(7) 手持機械、器具、測定器リスト

災害発生時に活用できるよう、手持ち機械、器具、測定器のリストを作成しておく。

(8) 近隣事務所緊急時相互協力協定（案）

災害発生時に活用できるよう、近隣事務所との相互支援ができるよう、緊急応援体制について整備する。

(9) 設備毎の概要書

設備の概要についてとりまとめを行い、設備概要についての把握、説明などが滞りなく実施できるようにしておく。

(10) 留意事項

「保全支援システム」等で作成しているものはそれを優先する。

年 1 度の見直し・修正を行い、最新のデータとする。

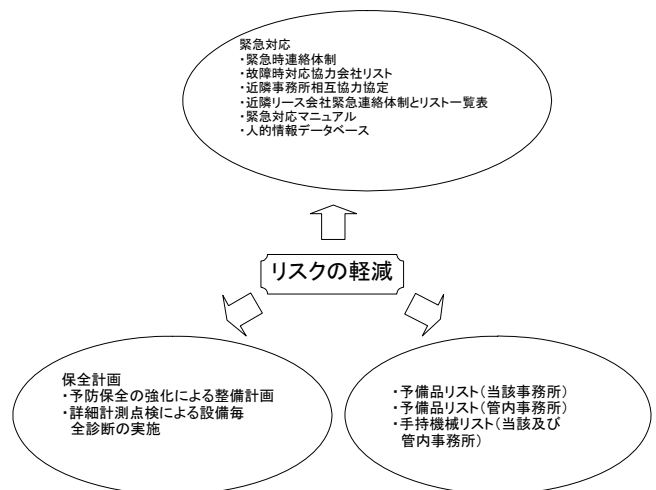


図-2 リスク低減のイメージ

4. おわりに

本来、労働災害防止のために用いられるリスク管理を、今回は機械設備に適用し評価を行なった。今後はこの結果を整備計画策定のため、試行的に運用を図ることとしたい。また、運用を図りながら問題点の抽出、改善に向けての検討を進めていくこととする。

リスクマネジメントは、第二期中期計画の目標にも掲げられており、機構全体で取組むべき案件である。それは、職種を問わず実践できる経営手法であり、評価対象が組織となっても同じ事である。本稿での結果が、他の職種、組織全体としてリスクマネジメントの第一歩となれば幸いである。

参考文献

- 1) 「機械設備のリスク管理」ワーキンググループ資料
- 2) 独立行政法人水資源機構, H15. 11. 機械設備管理指針
- 3) 水資源開発公団財団法人水資源協会, H15. 3. 機械設備
保全手法合理化検討業務報告書
- 4) 水資源開発公団財団法人水資源協会, H16. 3. 保全支援
システム作成業務報告書