



トルコ共和国
イズミル市上下水道管理総局



IZSU 下水道管路改築-更新計画

2019 年-2023 年

仙台市 - JICA - IZSU の技術協力協定による
「イズミル市におけるリスク管理に基づいた
下水道管路更新計画能力向上」プロジェクト

目次

1. 目的	2
2. 更新計画策定手法	2
2.1 パイロット地区の選定	3
2.2 測量調査およびカメラ調査の実施	4
2.3 リスク評価表の作成	4
2.4 リスク評価の実施	5
2.5 対応行動フローチャートの作成	9
2.6 工法を選択	11
2.7 改築-更新計画の作成と予算策定	12
3. 計画期間および全体費用	12
3.1 計画期間	12
3.2 全体的な費用	12
4. 年別施工計画	12
4.1 年別施工計画地域の確定に関する基準	12
4.2 年別施工マップ	13
4.3 年別施工量	13
4.4 年別施工費用	15
5. 計画実施の評価と公表の方法	17
5.1 計画実施の評価方法	17
5.2 計画実施状況の公表方法	17
6. 結論	17

資料編添付

1. 目的

日本国仙台市建設局の下水道経営部および下水道事業部とイズミル市上下水道管理総局（IZSU）との間で、「イズミル市におけるリスク管理に基づいた下水道管路更新計画能力向上」プロジェクトが実施された。この技術協力プロジェクトの目的は、既存の下水道管路におけるリスク評価を行い、それに基づいて改築-更新計画を作成することにより、IZSU がアセットマネジメントに適した投資決定をできるようにすることである。期間は 3 年間（2016.3-2019.3）であり、独立行政法人国際協力機構（JICA）の支援により行われた。

IZSU では、既存の下水道管路の管理を、計画的な保守作業の他、故障、要望、苦情などに従って行っている。「185 番通報」「イズミル市住民連絡窓口（HIM）」「大統領府連絡窓口（CIMER）」を通して行われる電話や申請の情報は、すべて IZSU に届くようになっている。これらを参考にして作成された作業指令書をもとに、苦情などのあった住所で IZSU 自ら調査を行い、その結果、いつ、どのような対応をするかを決定している。

計画的な保守作業としては、区ごとに、汚水および雨水管路や関連施設の点検修理と清掃を行っている。そして、管路清掃後に撮影されたカメラ映像に基づいて、修理や更新の判断をしている。

このプロジェクトにより、下水道管路の管理としては初めて、リスク評価とその結果に基づく対応行動内容に従って改築更新 5 年計画（2019-2023）が作成された。この改築-更新計画を実現するためには、戦略や活動に関して 5 年間の到達目標や詳細計画、必要な予算が明らかにされなければならない。また、進捗状況がチェックされる必要もある。こうして、作成された計画書により、活動が実現されることが決定されたのである。

この計画書はプロジェクトの経緯や計画策定の手法を説明するとともに、計画によってリスクを適切に管理することで、費用の削減、下水道管路の故障の減少、市民の満足度の向上、公的資金の有効利用によるパフォーマンスの改良などを目指すものでもある。

2. 更新計画策定手法

改築-更新計画の策定を可能にした、「イズミル市におけるリスク管理に基づいた下水道管路更新計画能力向上」プロジェクト活動の過程は以下のとおりである。

2.1 パイロット地区の選定

イズミルにおける下水道の大部分は合流式下水道（汚水+雨水）であるため、下水道管路内に雨水も入り込むことになり、降雨時にはコレクター管の収容量が最大限に達することになる。各区における下水道管路は急勾配な地形のもとで集められながら、湾に沿って伸びている主要コレクター管に海拔がマイナスの地点でつながっている。主要コレクター管は緩勾配なため満管状態で機能しているのだが、それが、コレクター管につながっている地点付近の管路も満管となる原因になっている。そこで、浸水などが起こらないように、コレクター管から川に水を流すためのいくつかの水門が作られている。

プロジェクト開始前に取り交された覚書により（資料編M/M 参照）、これらの特徴を持つ沿岸区の中から、人口密度や面積、IZSU の記録データが最新の状態であることなどの理由により、バルチョヴァ区（図1参照）がパイロット地区として選ばれた。こうして、リスクのある管路が明らかになり、将来、それに応じた計画を立てて対策を講じることが可能になった。



図1. バルチョヴァ区

バルチョヴァ区はイズミルの大都市部にある区の一つであり、面積が 28.9 km²、人口が 8 万人である。市の中心部から 8km 離れており、人々の居住地は海拔 0m から 70m までの地域にわたり、上下水道利用契約戸数は 34,200 戸である。また、下水道管の距離については、表 1 に示したとおりである。

表 1. バルチョヴァ区における管径別下水道管距離

バルチョヴァ区における管径別下水道管距離	
管径 (mm)	距離 (m)
150	171
300	76,991
400	5,446
500	8,749
600	483
800	4,887
1000	657
合計	97,384

2.2 測量調査およびカメラ調査の実施

バルチョヴァ区の下水道管路の最新状態を確定する必要がある、リスクの影響項目（2.3 リスク評価表の作成で詳述）として用いる管径、海拔（管路の布設高）などの基準を完全なものにする目的で、「イズミル県バルチョヴァ区を中心市街とその周辺町内の既存汚水および雨水管路を特定する」事業が、費用 294,000 TL をかけて行われた。また、発生確率として用いる下水道管の不良率を算出するために、費用 1,246,464 TL をかけて「イズミル県バルチョヴァ区下水道管路の清掃およびカメラ調査作業」が行われた。これらの作業の結果、現場から得られたデータは地理インフラ情報システム（GIS）に記録された。詳細については資料編に記載した。

2.3 リスク評価表の作成

活動に影響を及ぼすところのリスクは、アセットマネジメントにおいて中心的役割を果たすものである。「リスク＝影響の大きさ×発生確率」として定義できる。発生確率というのは、ある影響が発生する、または実現する確率である。

既存の下水道管路において、リスクとなりうる影響項目とこれらの発生確率が、仙台市の知見も参考にしながら、ひとつひとつ検討された。その結果、イズミルでのリスクに関する影響項目は、「管径、海拔（管路の布設高）、交通量（道路の種類）、人孔間距離」とすることに決定した。一方、発生確率としては、カメラ調査基準にもとづいて行われた映像の分析結果から得られた不良率を用いることとした。（詳細は資料編に記載した）

リスク評価表を作成するにあたっては、影響項目と発生確率（不良率）をリスクの大きさにより 5 段階レベルで表し、（5×5）のリスクマトリクスを用いた。IZSU で使用する目的で作成された、リスク評価表を表 2 に示す。

表 2. リスク評価表

Etki 影響					Meydana Gelme Olasılığı 発生確率					
Maddeler 項目	Boru Çapı 管径	Trafik Yoğunluğu 交通量	Hattın Çıkış Akar Kotu 海拔	Bacalar Arası Uzunluk 人孔間距離		Düşük 低				Yüksek 高
Birim 単位	mm		m	m		n<30	30≤n<40	40≤n<70	70≤n<80	n≥80
						E	D	C	B	A
Küçük 小	Ø≤300	Tali yol 脇道	0≤ÇAK	BAU≤20	1	1	2	5	13	15
	300<Ø≤400	Sokak 裏通り	-1≤ÇAK<0	20<BAU≤60	2	3	6	7	14	16
	400<Ø≤600	Cadde 車道	-2 ≤ ÇAK < -1	60<BAU≤80	3	4	8	12	17	18
	600<Ø≤1000	Ana Cadde 大(本) 通り	-5 ≤ ÇAK < -2	80<BAU≤100	4	9	11	19	21	23
Büyük 大	1000<Ø≤2400	Bulvar 広い並木道	ÇAK < -5	BAU>100	5	10	20	22	24	25

Risk リスク	Faaliyet İçeriği 行動の内容
高 Hi	1年以内に改築-更新計画に組み込む
中 Mid	5年以内に改築-更新計画に組み込む
低 Lo	計画のためのカワ調査を実施する(5年後)
なし No	苦情に注目する

管路の最終的なリスク順位は、リスク評価表(表 2)により特定できる。すなわち、影響項目における最も高い影響ランクと、発生確率として用いられた不良率とが、リスクマトリクス上で交わる位置にある数値がリスク順位となる。5×5のリスクマトリクスでは、それぞれのマスにはリスクの大きさにより 1 から 25 までのリスク順位が付けられた。

これによれば、

- リスク順位 1-4 灰色のマスでは : リスクなしといえるほどリスクは少ない、
- リスク順位 5-9 黄色のマスでは : リスクが低い、
- リスク順位 10-14 青色のマスでは : リスクは中程度、
- リスク順位 15-25 赤色のマスでは : リスクが高いことを示している。

改築-更新工事のための実際の活動を決定する場合には、このリスクレベルを考慮して行われる。

2.4 リスク評価の実施

バルチョヴァ区すべての下水道管路のリスク順位(管路リスク)は、影響項目と不良率による「リスク評価表」にもとづいて確定され、図 2 に示したように GIS に登録された。



図 2. GIS における下水道管データの構成

既存の下水道管路が GIS データベースにある「管路リスク」基準により色付けされ、バルチョヴァ区のリスクマップが作成された (図 3, 図 4)。

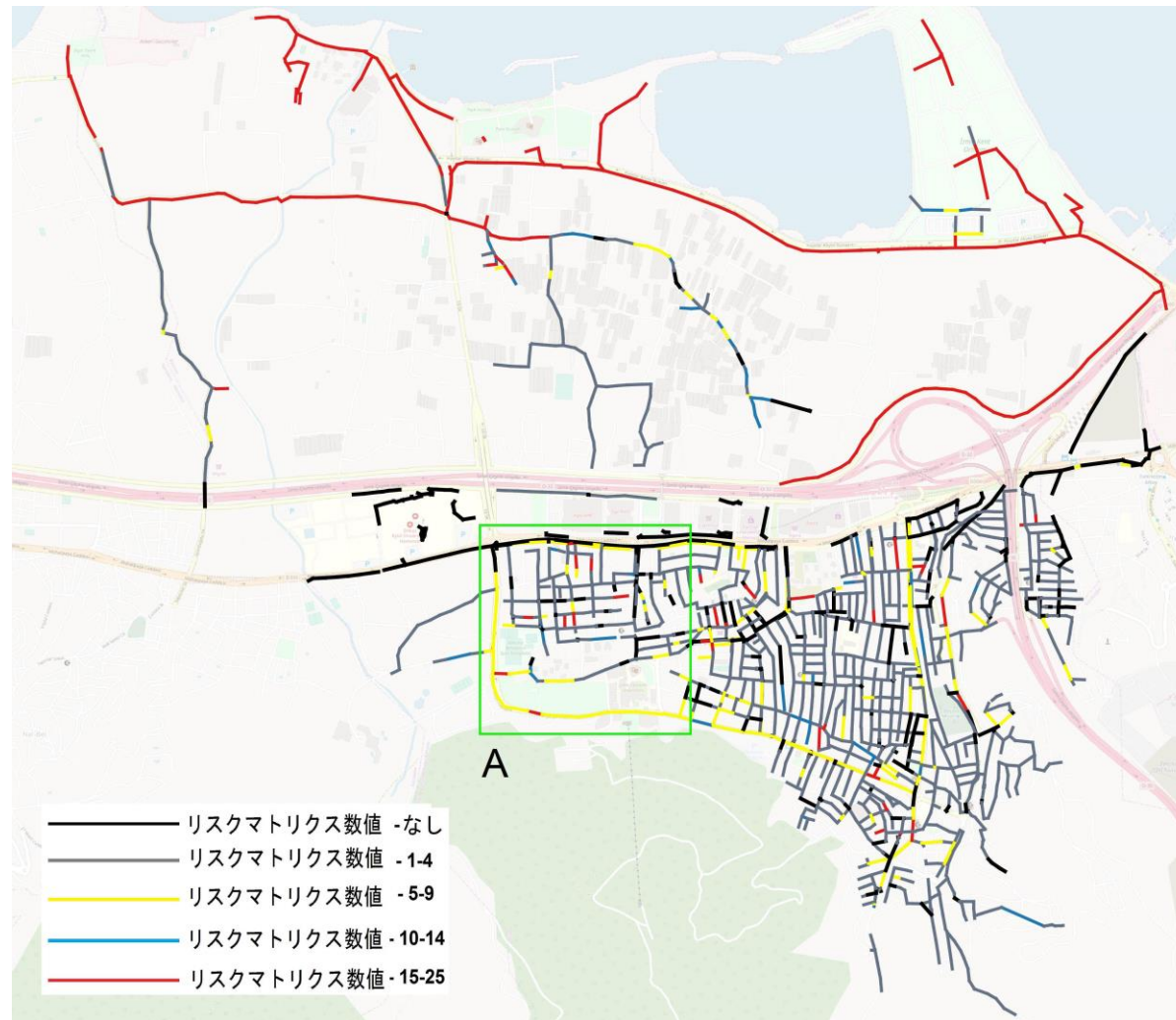


図3. バルチョヴァ区のリスクマップ（概観図）



図4. A地区の拡大図（図3より）

次に、作成されたバルチョヴァ区のリスクマップに基づき、管路のリスクレベルとその距離を表3に示した。なお、表3に黒色で示された管路は、この計画書作成段階でデータは入手されたものの、カメラ調査の結果のリスク分析レポートがまだ完成していないために、GISに入力されてない合計 13,840m を示すものである。

表3. 管路のリスクレベルとその距離

マトリクスの色別での管路分析（分析結果の出ていないものを含む）					
マトリクス数値	マトリクス色	距離 (m)	距離割合 (%)	スパン数	スパン数割合 (%)
1-4	黒色	53,852	55	1,402	58
5-9	黄色	11,949	12	264	11
10-14	青色	3,280	3	68	3
15-25	赤色	14,463	16	281	11
数値未登録	黒色	13,840	14	413	17
	合計	97,384	100	2,428	100

2.5 対応行動フローチャートの作成

IZSU では、リスク管理による工事のどれを優先的に進めるべきか決定する目的で、5年間の投資計画を作成し、毎年更新することとした。予算と計画の策定では、工事に優先順位を付けなければならない。そのためにまず、改築更新活動の流れを明瞭化する必要がある。そこで、図5に示すように対応行動フローチャートを作成し、リスクマトリクスのリスク順位の高い管路を優先して工事計画を立てることとした。

対応行動フローチャートでは、

既存の下水道管路の最新状況を確定するための地図情報測量の結果は、座標値としてGISに入力される。その後、管路内のカメラ映像調査を行い、算出された不良率もGISに登録される。地図情報と不良率が明らかになった結果として、下水道管のリスクレベルが確定するのである。

カメラ調査による映像撮影時に、カメラの進行を妨げるような問題が生じた場合、部分的な対応により解決できるのであれば即刻工事をする必要がある。この対応は、その時点で点検修理契約がある場合にはその範囲内で行うか、あるいは自分たち組織内の人材や資機材でできる工事とする。問題が解決した後には、再びカメラ調査を継続する。

管のリスク評価の結果、全くリスクがない（灰色）場合には、苦情に注目しながら様子を見る。リスクがあっても低いレベル（黄色）であれば、5年以内にカメラ調査を行うよう計画を立てる。リスクが低くなく中程度（青色）であれば、5年以内に改築-更新計画に組み込む。そして、リスクが高い（赤色）場合には、1年以内に改築-更新計画に組み込み、適切な方法で工事を行う。

工事の結果、新しくなった管の情報はGISにおいて更新され、20年間にわたって様子を見ることとする。最後まで、下水道管に関して何もリスクが確定できない場合には、データ不足による問題があるとみなして、再度GISにおける情報をチェックし完全なものにする。

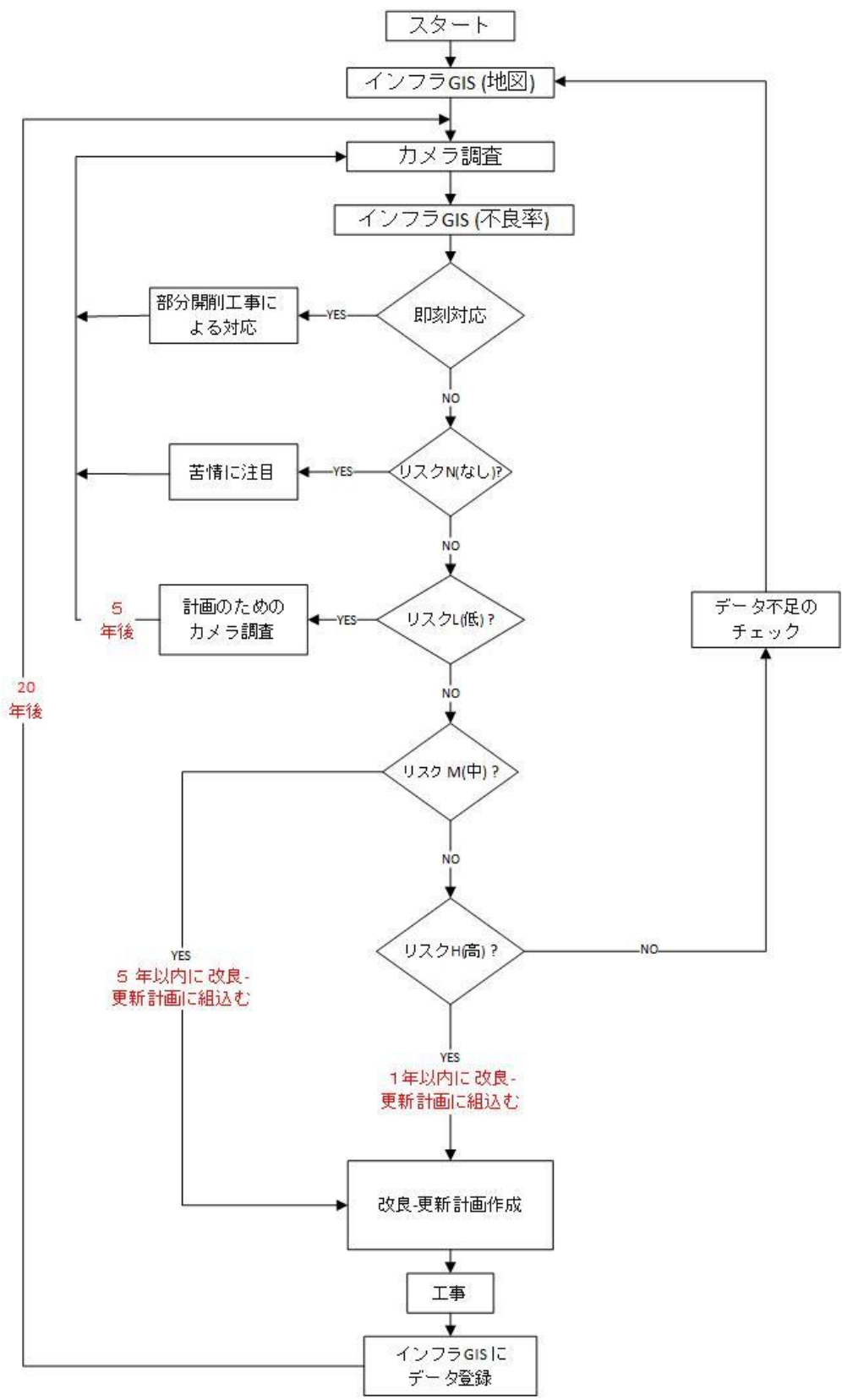


図5. 対応行動フローチャート

2.6 工法を選択

対応方法を選択するにあたっては、管路のカメラ映像、管の種類、道路の種類などの要因が重要な役割を演じる。リスクの高い下水道管路における最も適切な対応として、次の5つの方法を用いることが決定された。

1. 「開削工法一部分入替」：下水道管の部分的な破損や、破損に伴い生じた陥没、あるいは管内に石や岩、アスファルト片、コンクリート状に固まった異物などがある場合に、その部分を開削して改築を行う。
2. 「開削工法一スパン入替」：下水道管の勾配に問題がある場合やスパン全体に及ぶ陥没や破損がある場合には、スパン全体を開削して改築を行う。
3. 「更生工法一部分更生」：クラックや接続部分の離れが部分的であった場合には、その下水道管の一部分だけを更生工法により改築を行う。
4. 「更生工法一スパン更生」：スパン全体で下水道管の腐食が激しく、かつ勾配に問題がない場合には、スパン全体で更生工法により改築を行う。
5. 「プロジェクト」：改築-更新工事が保守管理の範囲内で実施できない場合には、本改築-更新計画とは別に、適切な解決手段を見つけるためのプロジェクトとして計画立案する。

バルチョヴァ区の下水道管路は、ムスタファケマル沿岸道路に敷設されている主要コレクター管につながっている。現状では主要コレクター管の容量は十分とはいいがたく、このコレクター管に接続しているすべての管路も満管状況に近づいている。主要コレクター管につながっていて、汚水で満管のためにカメラ映像が入手できない管路の不良率については、実際値の確定が不可能であったが、これらには想定上の不良率を用いて対象範疇に入れた。

管路の実際のリスク順位を確定するためには、ムスタファケマル沿岸道路に沿った主要コレクター管をきちんと機能させ、これに接続している径の大きい管路の下水量を減らす必要がある。これを維持管理—保守作業内で実施することは不可能なため、解決に向けたプロジェクト計画を立てる必要がある。その後、これらの管内のカメラ調査を実施してリスク評価をすることが可能となる。

2.7 改築-更新計画の作成と予算策定

まず、リスク評価の結果が高リスクである下水道管路に対して行う工法が明らかにされ、投資計画の更新に伴い、優先順位に従って実際の工事が決められた。

改築-更新工事の費用が明らかにされ、計画期間の予算が確定された後、この予算で実施される施工時期が決められた。この施工時期は、5年間のどの年次に改築-更新工事を行うかという計画を示すものである。

そして、この過程は、改築-更新計画書の作成をもって完成したのである。

3. 計画期間および全体費用

3.1 計画期間

プロジェクトの成果であるリスクマップにもとづき、高リスクをもつ下水道管は1年以内に、中程度のリスクのある管については5年以内に、改築-更新工事計画を作成する。また、低リスクの管についても、注視を続ける。改築-更新工事計画は、2019年～2023年の間の5年間を対象にする。

3.2 全体的な費用

計画期間における改築-更新工事の予算額は、工法や施工量などにより2018年の公共事業単価を基準に算出した結果、1,371,560 TLとなった。

計画期間および費用の算出に関する詳細は、資料編に記載した。

4. 年別施工計画

4.1 年別施工計画地域の確定に関する基準

リスクマトリクスにより作成された管のリスクがGISに登録され、最も高リスク順位である管は、改築-更新工事を優先的に実施することになった。ただし、この値が同じものについては、当該下水道管への苦情の内容や数、その連絡期日などを考慮に入れて決定されるものとした。

下水道管の改築-更新工事の方法は、管のカメラ映像、管の種類、道路の種類や深さによって決められ、この情報は GIS に登録された。(図 2)

4.2 年別施工マップ

5 年間の年別施工マップは、GIS にある計画年のデータに従い、改築-更新工法別に作成される。2019 年の施工マップは、図 6 に示したとおりである。なお、2020~2023 年の施工マップは資料編に記載した。

4.3 年別施工量

管路のリスクレベルごとの距離は、表 3 に示したとおりであるが、この表 3 のリスク順位が 10~25 である管 (青と赤色) を対象として、工法別に年ごとの施工量を出したものが表 4 である。

まず、パイロット地区の改築-更新工事計画において、GIS に記載されている管径および工法をもとに、年別に距離を出した。

ただし、開削-部分入替工法では、1 つのスパンにつき最大 15m の距離で開削を行うことを決定したため、対象となる実際の管路の長さとは別に、施工計画距離 (m) がスパン数×15m として計算されている。

この施工計画距離と 2018 年の単価 (資料編の表 22 参照) をかけて算出した、費用の合計額も表 4 で示した。こうして、工法別に年ごとの施工量および施工費用が明らかになった。

また、表 4 では、別のプロジェクトとして、主要コレクター管の施工距離 12,349m も 2020 年の計画として明らかにされている。

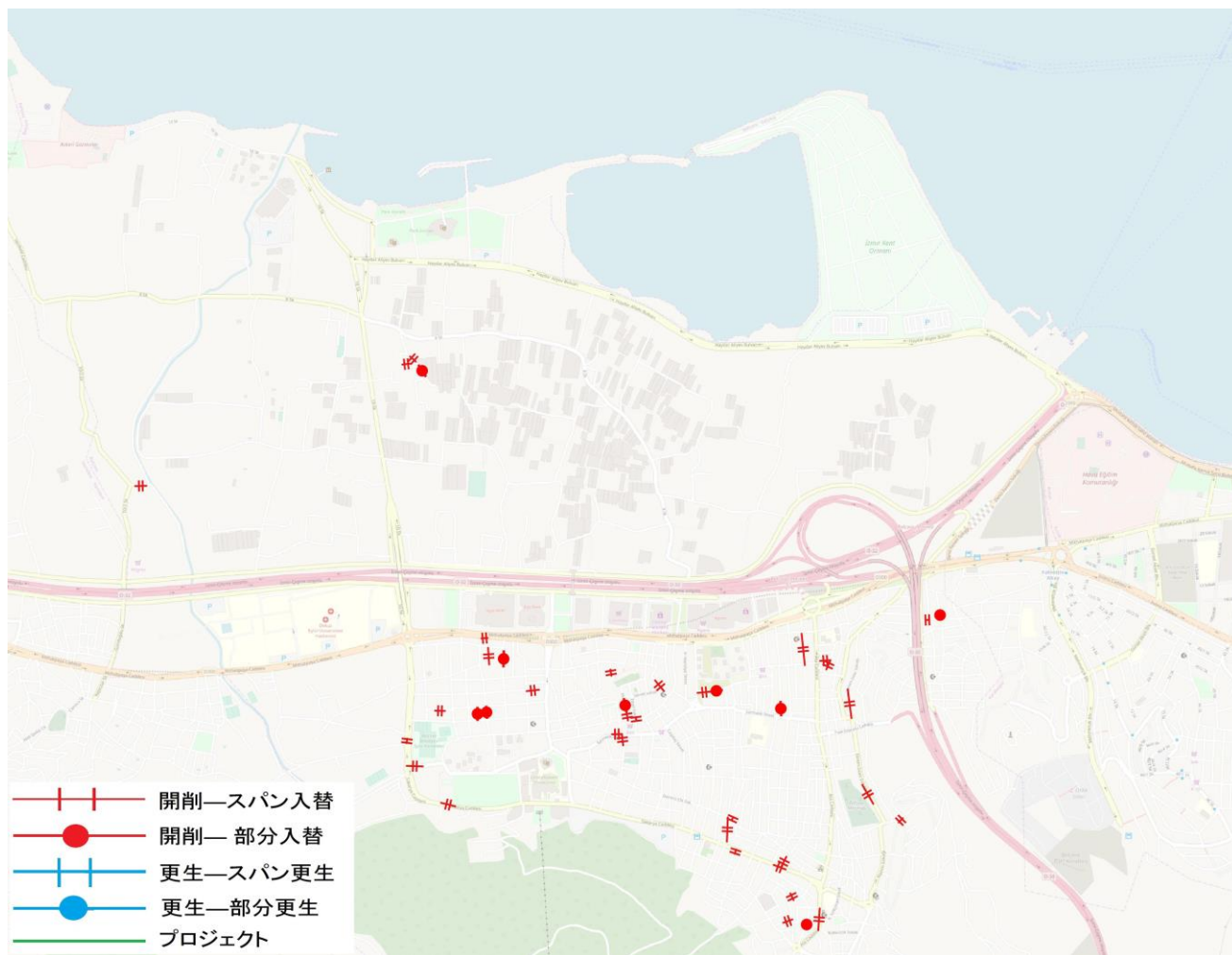


図 6. 2019 年の施工マップ

表 4. 年別施工量

改築-更新方法	計画年	径 (mm)	材質	スパン数	施工計画距離(m)	管路距離 (m)	2018年の単価 (TL)	費用合計 (TL)
*開削-スパン入替	2019	300	BB	7	105	342	269	28,245
	2019	300	ECBB	1	15	45	269	4,035
	2019	300	HDPE	1	15	35	495	7,425
	2022	300	HDPE	1	15	84	495	7,425
	2023	300	BB	11	165	1322	269	44,385
	2023	500	BB	1	15	100	378	5,670
開削-スパン入替	2019	300	BB	20	1059	1059	307	325,153
	2019	300	ECBB	3	180	180	307	55,267
	2019	300	HDPE	7	294	294	332	97,565
	2019	400	BB	1	42	42	434	18,439
	2019	500	BB	1	62	62	505	31,310
	2019	600	BB	1	55	55	566	31,130
	2020	300	BB	1	26	26	307	8,030
	2020	300	HDPE	19	774	774	332	256,888
	2021	300	HDPE	6	211	211	332	69,905
	2022	300	BB	1	9	9	307	2,827
	2022	1000	BB	1	53	53	1,054	56,157
更生-スパン更生	2020	300	BB	16	368	368	459	168,756
	2021	300	BB	10	282	282	459	129,429
	2022	300	BB	1	51	51	459	23,519
プロジェクト	2020	300	BB	116	5305	5305		
	2020	300	ECBB	3	131	131		
	2020	500	BB	42	2020	2020		
	2020	500	HDPE	1	9	9		
	2020	800	HDPE	77	4884	4884		
合計				349	16,145	17,742		1,371,560
* 開削-部分入替工法では、1つのスパンにつき最大15mの開削を行うことに決定したため、距離(m)はスパン数×15mとして計算されている。								
管のタイプ(材質): BB(コンクリート管), ECBB(ゴム輪付きコンクリート管), HDPE(ポリエチレンパイプ)								

小数点以下(非表示)の端数処理により、計算値が合わない所がある。

4.4 年別施工費用

改築-更新工事をする管路の距離および深さによって、開削か更生工法にするか確定した後は、その施工費用を2018年の単価(資料編の表22参照)に従って概算で出した。この方法で算出された年別の施工費用を表5に、また、年別施工量とスパン数を表6に示した。

表 5. 年別施工費用

年	2019	2020	2021	2022	2023	合計
費用(TL)	598,569	433,674	199,334	89,928	50,055	1,371,560

表6. リスク順位に基づいた年別施工量

開始年	リスクレベル	*施工計画距離 (m)	管路距離(m)	スパン数
2019	H(他の工法)	1,692	1,692	33
	H(開削-部分入替)	135	422	9
	M(他の工法)	0	0	0
	M(カズィ Yöntemi- Noktasal)	0	0	0
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	1,827	2,114	42
2020	H(他の工法)	0	0	0
	H(開削-部分入替)	0	0	0
	M(他の工法)	1,168	1,168	36
	M(開削-部分入替)	0	0	0
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	1,168	1,168	36
2021	H(他の工法)	0	0	0
	H(開削-部分入替)	0	0	0
	M(他の工法)	493	493	16
	M(開削-部分入替)	0	0	0
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	493	493	16
2022	H(他の工法)	0	0	0
	H(開削-部分入替)	0	0	0
	M(他の工法)	114	114	3
	M(開削-部分入替)	15	84	1
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	129	198	4
2023	H(他の工法)	0	0	0
	H(開削-部分入替)	0	0	0
	M(他の工法)	0	0	0
	M(開削-部分入替)	180	1,422	12
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	180	1,422	12
合計	H	1,827	2,114	42
	M	1,970	3,281	68
	L	0	0	0
	N	0	0	0
	合計	3,797	5,395	110

* 開削-部分入替工法では、1つのスパンにつき最大15mの開削を行うことに決定したため、距離(m)はスパン数×15mとして計算されている。

5. 計画実施の評価と公表の方法

5.1 計画実施の評価方法

改築-更新計画で目標とされた工事の実施率は、毎年、その年の終わりに GIS でのデータ（計画年と実施年）によって明らかにされる。得られた結果は、下水道事業部から IZSU 年間活動としてグラフや表として報告され、目標の達成状況が評価されることになる。

5.2 計画実施状況の公表方法

改築-更新計画の結果は、IZSU が毎年実施したサービスや投資について説明している「IZSU 活動報告」に記載される。この IZSU 活動報告は、年ごとに IZSU のホームページにて公表される。

6. 結論

「イズミル市におけるリスク管理に基づいた下水道管路更新計画能力向上」プロジェクトから得た知見は、改築-更新計画作成によって、よい形で活用することができ、データを有効に使用することもできた。リスク分析を推測ではなく、カメラ調査によって具体的なデータにもとづいて行うことができた。これらの作業の結果、現場から得られたデータは GIS に登録され、既存のデータベースが常に更新されるようになった。こうして、今後もリスクを持つ管路を確定し、それに基づいた改築-更新計画を立案するとともに、対策を講じることができるようになったのである。

バルチョヴァ区の後、他の地区でも改築-更新計画立案のための活動を行う場合、今回培われた知識や経験が役に立つ。他の地域でもできるだけ早く、本プロジェクトで学んだ成果を利用しながら、IZSU の管轄下にある下水道管路の改築-更新計画を作成する予定である。こうして、このプロジェクトで得られた知見は、IZSU における意思決定サポートシステムに永続的に貢献するものとなる

改築-更新計画は、IZSU にとって、計画と実施の一致状況を管理するために役立つものである。また、適切なリスク管理をすることは費用の削減、下水道管路の不具合の減少、市民の満足度の向上につながるという観点からも、戦略的な重要性を持っているといえる。