

トルコ共和国
ダーダネルス海峡大橋・自動車道事業準備調査
(PPPインフラ事業)

報告書

平成28年7月
(2016年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

伊藤忠商事株式会社
株式会社 I H I
株式会社 I H I インフラシステム
日本高速道路インターナショナル株式会社
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

トルコ共和国
運輸海事通信省 道路総局

トルコ共和国
ダーダネルス海峡大橋・自動車道事業準備調査
(PPPインフラ事業)

報告書

平成28年7月
(2016年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

伊藤忠商事株式会社
株式会社 I H I
株式会社 I H I インフラシステム
日本高速道路インターナショナル株式会社
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル



調査対象位置図

目 次

調査対象位置図

ページ

1. 調査の背景・目的	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象地域	1
2. トルコにおける交通セクターの現状・課題の整理と本事業の必要性	2
2.1 トルコ及び事業対象地域の社会経済状況	2
2.2 交通セクターの現状・課題及び政策・開発計画や予算・財源の動向	7
2.3 トルコにおける PPP による自動車道路整備の状況	9
2.4 本事業の事業対象地域における位置付け（需給状況、開発計画等）	11
2.5 交通セクター及び事業にかかる国内外企業・他ドナー等の関心・動向	12
2.6 本事業の必要性・重要性	13
2.7 トルコにおける PPP 契約、SPC 設立・運営に関連する法令の状況	13
2.8 既往案件からの教訓の確認	13
3. 本事業にかかる事業計画の検討・策定	14
3.1 事業目的の策定	14
3.2 事業スコープの決定	14
3.3 OD インタビュー調査結果を踏まえた交通需要予測	14
3.4 設計条件の設定	14
3.4.1 道 路	14
3.4.2 橋 梁	19
3.5 概略設計の実施	35
3.5.1 道路部	35
3.5.2 橋梁部	40
3.6 施工計画の策定	45
3.6.1 道路部	45
3.6.2 橋梁部	46
3.7 運営・維持管理計画及び体制の策定	48
3.7.1 維持管理計画策定方針	48
3.7.2 維持管理計画概要	50
3.7.3 維持業務	59
3.7.4 修繕業務	70
3.7.5 長大橋の維持修繕業務	76
3.7.6 料金収受等業務	82

3.7.7	交通管理業務	84
3.7.8	ITS 計画	86
3.7.9	維持管理計画に関わる提言及び懸念事項	88
3.8	概算事業費の算出	90
3.8.1	道路部	90
3.8.2	橋梁部	97
3.8.3	維持管理費	98
3.9	事業実施スケジュールの策定	101
3.10	環境社会配慮調査の実施	102
3.10.1	案件概要	102
3.10.2	調査概要	103
3.10.3	案件対象地域の概要	105
3.10.4	環境社会配慮に係る現地法制度	114
3.10.5	代替案	121
3.10.6	影響項目（スコーピング案）	121
3.10.7	EIA 調査の TOR	125
4.	海外投融資対象事業のキャッシュフロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討	133
4.1	事業スキームの提案及び複数のオプションの比較検討	133
4.2	事業関係者の分析（沿革・財務・技術的能力等）（スポンサー、EPC コントラクター、オペレーター等）	134
4.3	関連法制度の確認（外国投資・外国借入関連、PPP・インフラ関連、外貨交換・外貨送金関連、用地購入・土地利用関連、法人税・関税関連等）	135
4.3.1	外国投資・外国借入関連	135
4.3.2	PPP・インフラ関連	136
4.3.3	外貨交換・外貨送金関連	147
4.3.4	用地購入・土地利用関連（閣議政令 94/5907 号）	148
4.3.5	法人税・関税関連等	149
5.	本事業にかかるリスク分析とリスク緩和策の検討	155
5.1	一般的な大型道路インフラ案件の事業リスク	155
5.2	本事業の実施にかかるリスク分析及びリスク緩和策の検討	158
5.3	セキュリティパッケージの検討	159
6.	本事業の効果の確認	160
6.1	定量的効果の測定（運用・効果指標、受益者数、Economic/Financial IRR）	160
6.1.1	運用・効果指標	160
6.1.2	受益者数	160
6.1.3	経済分析	160
6.1.4	財務分析	165
6.2	定性的効果の確認	166

7. 本事業にかかる結論・提言	167
7.1 結論	167
7.1.1 技術的検討結果	167
7.1.2 投資検討結果	168
7.2 提言	168

添付資料

添付資料1	ボーリング土質柱状図
添付資料2	道路概略設計図面
添付資料3	KGMの2014年の収支表

表リスト

ページ

表 2.2.1	トルコ政府が 2023 年完成を目指す PPP 自動車専用道路案件一覧	8
表 3.2.1	クナル〜バルケシル自動車道	14
表 3.4.1	幾何構造設計条件	15
表 3.4.2	無方向性通年風基準	21
表 3.4.3	極値通年波基準	22
表 3.4.4	極値潮流基準	22
表 3.4.5	NAF 北ブランチにおいて過去に発生した大規模な地震	28
表 3.4.6	ボーリング座標	28
表 3.4.7	設計基準	34
表 3.4.8	作用の組み合わせ	34
表 3.5.1	区間毎の路線概況および道路線形	35
表 3.5.2	海峡渡河部縦断線形比較	38
表 3.5.3	計画されているインターチェンジと接続道路一覧	39
表 3.5.4	計画されているサービスエリア一覧	39
表 3.5.5	主要構造物一覧	40
表 3.5.6	標準舗装構成	40
表 3.6.1	概略実施工程表	45
表 3.7.1	道路構造物等の性能基準項目	49
表 3.7.2	オペレーションの性能基準	49
表 3.7.3	車種区分	52
表 3.7.4	各組織の役割	54
表 3.7.5	運営センターの組織	56
表 3.7.6	維持管理事務所の組織	57
表 3.7.7	各料金所の組織・人員構成（無人）	57
表 3.7.8	各料金所の組織・人員構成（有人）	57
表 3.7.9	維持管理事務所の資機材の検討	58
表 3.7.10	ウニモグのアタッチメント	58
表 3.7.11	雪氷用車両	59
表 3.7.12	清掃作業	61
表 3.7.13	路面清掃 A の標準的な作業回数	61
表 3.7.14	路面清掃 C の標準的な作業回数	61
表 3.7.15	施設清掃作業	63
表 3.7.16	植栽管理作業	64
表 3.7.17	雪氷対策作業	65
表 3.7.18	道路構造物等の土木点検	67
表 3.7.19	道路構造物等の土木点検の作業水準	67

表 3.7.20	緊急作業	69
表 3.7.21	道路復旧作業	69
表 3.7.22	修繕業務における KGM O&M マニュアル対応表	70
表 3.7.23	土木構造物及び付属物の補修・取替え	71
表 3.7.24	土木構造物及び付属物の補修・取替えの作業種別毎の作業水準	71
表 3.7.25	舗装路面の補修・取替え	72
表 3.7.26	平坦性 (IRI 値) の許容水準	72
表 3.7.27	わだち掘れ (TIO 値) の許容水準	73
表 3.7.28	摩擦抵抗の許容水準	73
表 3.7.29	舗装の性能計測に用いる基準	73
表 3.7.30	伸縮装置の補修・取替え	74
表 3.7.31	鋼橋塗装の塗替	75
表 3.7.32	施設設備・建築施設の補修・取替え	76
表 3.7.33	施設設備・建築施設の補修・取替え 作業種別ごとの作業水準	76
表 3.7.34	長大橋の点検と実施水準	77
表 3.7.35	長大橋の修繕業務	81
表 3.7.36	作業概要	83
表 3.7.37	1日あたりの交通管理巡回回数	85
表 3.8.1	BQ 項目	90
表 3.8.2	本積算に使用した主なトルコ標準 BQ 単価	91
表 3.8.3	主な税制及び税率	92
表 3.8.4	付加価値税率	93
表 3.8.5	インフレ率の予測	93
表 3.8.6	概算事業費	95
表 3.8.7	年度別事業費	96
表 3.8.8	詳細設計費内訳	97
表 3.8.9	吊橋部 諸元	98
表 3.8.10	吊橋部 概算工事費	98
表 3.8.11	維持管理費の推移	99
表 3.8.12	定期補修費用と大規模補修費用	99
表 3.8.13	維持管理費の推移	100
表 3.9.1	事業実施スケジュール (暫定)	101
表 3.9.2	道路部の概略実施工程表	102
表 3.9.3	吊橋部の設計・建設概略スケジュール	102
表 3.10.1	対象路線付近の国立公園	109
表 3.10.2	トルコのユネスコの世界遺産	110
表 3.10.3	トルコ (ヨーロッパ側) における貴重種	111
表 3.10.4	対象 4 県の面積	111
表 3.10.5	対象 4 県の人口と人口密度	112
表 3.10.6	トルコにおける GDP 及び GDP 成長率	112

表 3.10.7	GDP 及び調査対象地域における GRDP	112
表 3.10.8	JICA ガイドラインとトルコ住民移転・用地取得関連法令との相違点 (案)	119
表 3.10.9	スコーピング・マトリクス (案)	122
表 3.10.10	スコーピング (評価理由)	123
表 3.10.11	分析が必要な項目と調査方法等	125
表 3.10.12	住民移転計画書 (RAP) 調査の TOR	127
表 3.10.13	分析が必要な項目と調査方法等環境緩和策(案)	127
表 3.10.14	調査における公聴会の概要	132
表 3.10.15	テキルダの公聴会における主な質疑応答の内容	132
表 4.1.1	想定される主な契約書	133
表 4.3.1	JSC に関する主な規制/ 取決	135
表 4.3.2	PPP モデルと関連法規	139
表 4.3.3	BOT 法に関連する閣議政令	142
表 4.3.4	トルコ国 BOT 事業に関する重要事項	147
表 4.3.5	主要な源泉税一覧	149
表 4.3.6	主な源泉税率一覧	150
表 4.3.7	主な印紙税率一覧	151
表 4.3.8	所得に対する税率一覧	151
表 4.3.9	社会保険税の上限/下限 (2015 年度)	151
表 4.3.10	主な支払利息に関する源泉税率一覧	152
表 4.3.11	為替控除対象取引表	152
表 4.3.12	BOT 事業における優遇税一覧	154
表 5.1.1	主要な完工リスク	156
表 5.1.2	既往案件における主なリスク一覧	158
表 6.1.1	運用・評価指標	160
表 6.1.2	受益者数 (2014 年)	160
表 6.1.3	経済分析前提条件	161
表 6.1.4	プロジェクト実施スケジュール	161
表 6.1.5	事業実施コスト (経済分析用)	161
表 6.1.6	車両走行コスト (2007 年次価格)	162
表 6.1.7	GDP デフレーター	162
表 6.1.8	車種別単位車両走行コスト (2015 年次価格)	162
表 6.1.9	所得別グループ別時間価値 (Value of Time) (2014 年次価格)	163
表 6.1.10	車種別単位旅行時間コスト (2015 年次価格)	164
表 6.1.11	平均乗車人数	164
表 6.1.12	主要交差点数 (w/o プロジェクト)	165

図リスト

ページ

図 2.1.1	マルマラ海沿岸地域	2
図 2.1.2	トルコ共和国人口推移 (万人)	2
図 2.1.3	マルマラ海沿岸地域人口推移 (万人)	3
図 2.1.4	ダーダネルス海峡大橋・クナル～ チャナッカレ自動車道沿線地域人口推移 (万人)	3
図 2.1.5	トルコ共和国将来人口予測 (万人)	3
図 2.1.6	マルマラ海沿岸地域将来人口予測 (万人)	3
図 2.1.7	ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域将来人口予測 (万人)	4
図 2.1.8	トルコ共和国 GDP 推移	4
図 2.1.9	マルマラ海沿岸地域+3 県 GRDP 推移	5
図 2.1.10	ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域+2 県 GRDP 推移	5
図 2.1.11	トルコ国内保有自動車台数	6
図 2.1.12	トルコ国内登録自動車台数	6
図 2.2.1	トルコ自動車道路網 (2015 年)	7
図 2.2.2	KGM 組織図	8
図 2.3.1	イスタンブール - ボスポラス (ユーラシア) トンネル位置図	9
図 2.3.2	ゲブゼ - イズミール自動車道位置図	10
図 2.3.3	第三ボスポラス橋位置図	11
図 3.4.1	標準横断図	16
図 3.4.2	架橋位置図	19
図 3.4.3	吊橋の全体一般図	20
図 3.4.4	分析位置図	20
図 3.4.5	海拔 10m における 10 分間平均風速の出現率	21
図 3.4.6	0m (左) 及び 19.7m (右) における流速・流向の出現率	22
図 3.4.7	沖合海底地形調査のトラックライン	23
図 3.4.8	海底地形・コンター図	24
図 3.4.9	海底形態図	24
図 3.4.10	東斜面沿いの砂州及び砂嘴形成	25
図 3.4.11	東地中海地域における断層及び海底地形の概略図 (TAYMAZ et al., 2014)	26
図 3.4.12	東地中海における主な構造的環境の概略図 (TAYMAZ et al., 2014)	27
図 3.4.13	広域地質構造と過去に発生した地震	27
図 3.4.14	ボーリング位置	28
図 3.4.15	掘削作業とコア記録作業	29
図 3.4.16	ボーリング孔データに基づく陸上地質に関する地質柱状図	29
図 3.4.17	アジア側海岸の主な地形構成	31

図 3.4.18	液状化誘発評価 - ヨーロッパ側アンカレイジ位置	33
図 3.4.19	液状化誘発評価 - アナトリア側アンカレイジ位置	33
図 3.5.1	公表されているルート of 路線図	36
図 3.5.2	大型車登坂性能曲線	37
図 3.5.3	全体一般図	41
図 3.5.4	主塔の全体一般図	43
図 3.5.5	主支間長に応じた固有振動数の減少	44
図 3.5.6	桁の全体一般図	44
図 3.6.1	対象路線と既設採(砕)石場とベースキャンプ候補地	45
図 3.7.1	料金所の配置図	53
図 3.7.2	基本 IC のレーン配置 (IC 料金所及び海峡部本線料金所)	54
図 3.7.3	全体組織ツリー図	55
図 3.7.4	組織配置図	55
図 3.7.5	全体組織人数	56
図 3.10.1	調査対象位置図	104
図 3.10.2	調査区間の行政界(県)	104
図 3.10.3	案件対象位置図	106
図 3.10.4	クナル～バルケシル自動車道とダーダネルス海峡大橋の位置	106
図 3.10.5	トルコにおける月別平均気温と降水量(1990-2009)	107
図 3.10.6	イスタンブールの気温と降水量(1990-2009)	107
図 3.10.7	テキルダの気温と降水量(1990-2009)	108
図 3.10.8	チャナッカレの気温と降水量(1990-2009)	108
図 3.10.9	対象路線付近の国立公園位置図	109
図 3.10.10	トルコのユネスコの世界遺産	110
図 3.10.11	トルコ国内の経済格差	113
図 3.10.12	トルコ全体の土地利用図	113
図 3.10.13	計画路線上の土地利用(2015年5月時点)	114
図 3.10.14	トルコの EIA の実施手順	116
図 3.10.15	本調査上の環境関連調査プロセス(2016年5月現在)	130
図 3.10.16	今後想定される用地取得関連調査プロセス(案)	131
図 4.1.1	事業スキーム(案)	133
図 4.3.1	トルコにおける BOT 事業実績総額(1994年～2012年)	137
図 4.3.2	BOT プロジェクト・フローの概要	138
図 4.3.3	BOT 関連法制度ストラクチャー	140

1. 調査の背景・目的

1.1 調査の背景

トルコ国は、アジアとヨーロッパの接点に位置しているが、ボスポラス海峡-マルマラ海-ダーダネルス海峡によって分断されている東西の陸地を結ぶ道路はイスタンブールのボスポラス海峡にまたがる長大橋梁のみであり、マルマラ海、ダーダネルス海峡の横断は海上輸送に頼らざるを得ない状況である。ブルガリアを経由した東欧地域からの流入交通が増加していることに加え、国内登録自動車数は2000年の800万台程度から2012年には1,600万台を超えほぼ2倍になるなど、国内の急速な経済成長に伴う交通需要の増加により、イスタンブールは慢性的な交通渋滞に見舞われている。これらのことから、交通渋滞解消のため高規格自動車道ネットワークの整備が急務となっている。

同国政府は、「2023 VISION」において2023年までの経済大国トップ10入りを目指しており、トルコ道路総局（KGM）も同目標に貢献する政策として2011年6月に「自動車道開発プログラム」を策定し、モビリティの拡大、自動車専用道路ネットワークの強化、二車線以上の道路延長の増加、交通事故死亡率の低減などの目標を掲げている。このうち、15路線 5,250kmの自動車専用道路をBOT方式にて新設することを予定しており、本事業はその一つに位置付けられている。これに加え、マルマラ海周辺地域はトルコの中でも経済成長が著しい地域であり、トルコ政府はその経済成長を今後も維持するためにこの地域を周回する幹線道路の完成を急いでいる。Gebze-Izmir道路が建設中である現在、当該プロジェクトはこの周回ネットワークの最後の区間となっていることなどからも、優先度は極めて高いものとなっている。

更に、我が国同様地震の多い同国では、イスタンブール沖マルマラ海において活断層の存在が確認されており、イスタンブールを迂回する代替ルートの確立も喫緊の課題となっている。

1.2 調査の目的

ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道事業について、本事業にかかる詳細な計画（需要予測、事業スコープ、事業費、資金調達方法、実施スケジュール、施工方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境・社会面にかかる影響、事業効果等）を策定し、海外投融資の審査に必要な調査を行うことを目的とする。

1.3 調査対象地域

トルコ共和国マルマラ地方イスタンブール県、テキルダ県、チャナッカレ県を調査対象地域とする。

2. トルコにおける交通セクターの現状・課題の整理と本事業の必要性

2.1 トルコ及び事業対象地域の社会経済状況

(1) 人口

ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道事業が位置するマルマラ海沿岸地域及びトルコ共和国の人口推移を示す。マルマラ海沿岸地域は以下の7県で構成されている。(22エディルネ県、39クルクラーレリ県、59テキルダ県、34イスタンブール県、41コジャエリ県、54サカリヤ県、77ヤロヴァ県、11ビレジク県、16ブルサ県、10バルケスィル県、17チャナッカレ県、図2.1.1参照)それぞれ、2014年時点での人口は、2,361万人及び7,770万人となっている。2007年時点からの伸びは、10.1%及び13.9%と大きく伸びており、年率1.4%及び1.9%と高い伸び率を示している。マルマラ海沿岸地域は首都イスタンブールを抱え、トルコ共和国全体の30.4%の人口を抱えている。しかしながら、面積的にはわずかに9.4%に過ぎず、人口密度も300人/km²を超えている。

また、ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道の沿線4県(34イスタンブール県、59テキルダ県、17チャナッカレ県、10バルケスィル県)の2014年時点の人口、2007年からの人口増加率、年間人口増加率は、それぞれ1,698万人、14.02%、1.9%となっている。



出典：Turkey Statistical Institute

図 2.1.1 マルマラ海沿岸地域

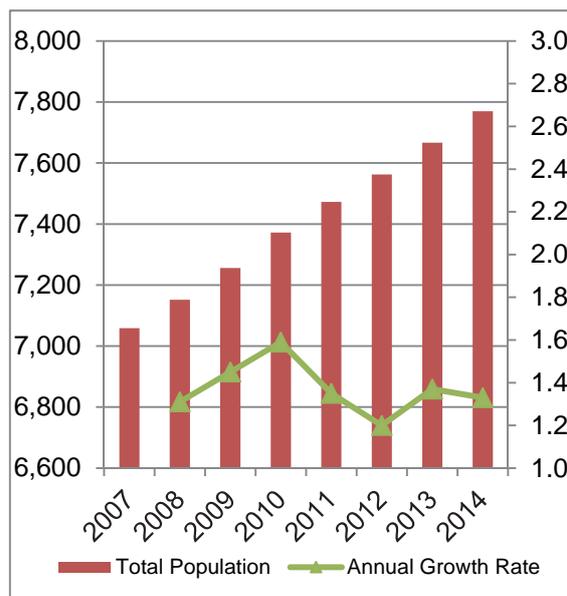
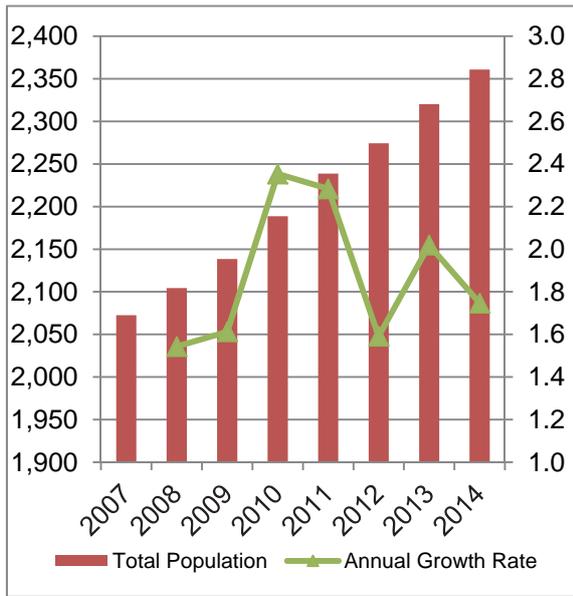


図 2.1.2 トルコ共和国人口推移(万人)



出典：Turkey Statistical Institute

図 2.1.3 マルマラ海沿岸地域人口推移 (万人)

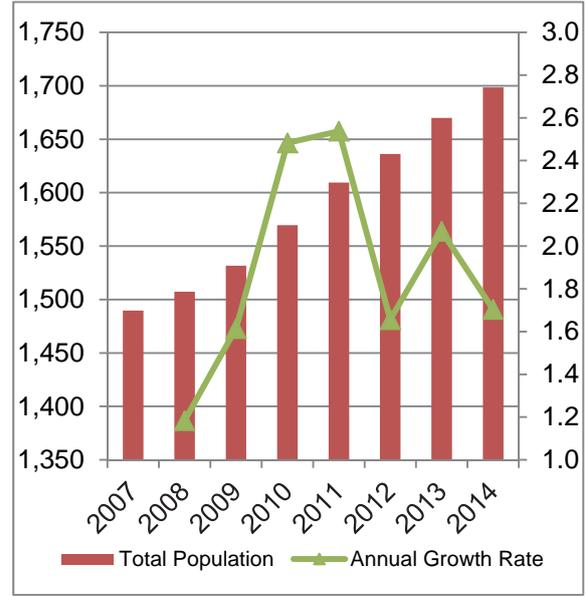
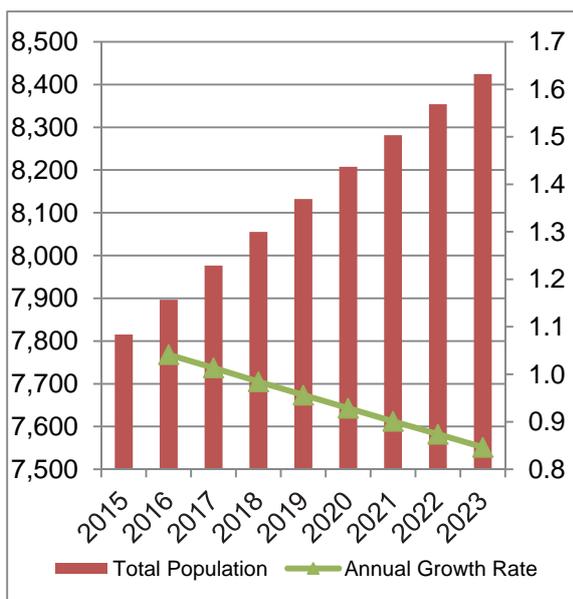


図 2.1.4 ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域人口推移 (万人)

(2) 将来人口予測

同じく、トルコ共和国全体、マルマラ海沿岸地域、ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域の将来人口予測値をグラフに示す。トルコ全体では年率1.1～0.8%に漸減しながら増加していくが、マルマラ海沿岸地域、クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域はそれぞれ年率1.5～1.2、1.6～1.3%で増加すると予測されている。人口はそれぞれ、8,420万、2,670万、1,940万人に達する。特にマルマラ海沿岸地域のトルコ共和国全体に対する人口割合は、2023年には31.7%まで、人口密度も約370人まで増加するとされている。



出典：Turkey Statistical Institute

図 2.1.5 トルコ共和国将来人口予測 (万人)

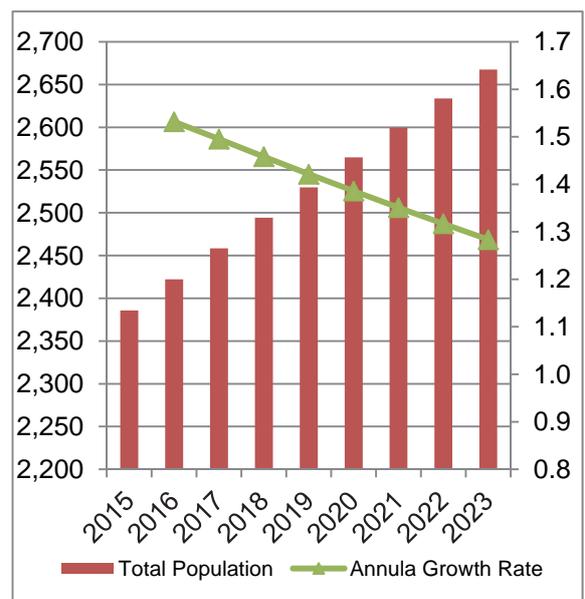
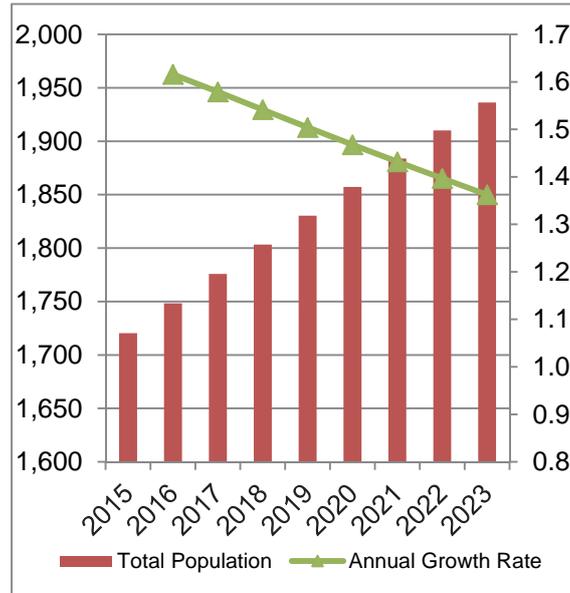


図 2.1.6 マルマラ海沿岸地域将来人口予測 (万人)

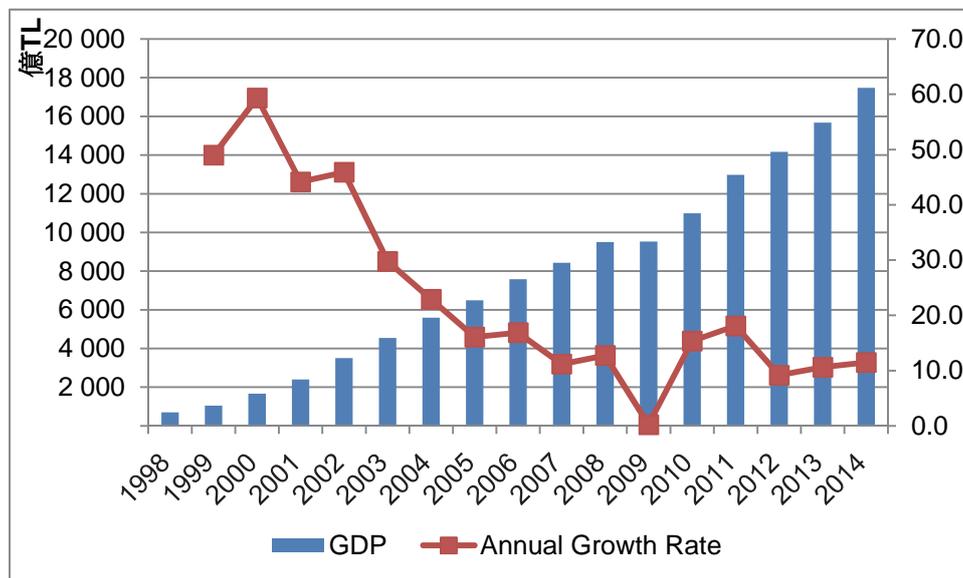


出典：Turkey Statistical Institute

図 2.1.7 ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域将来人口予測（万人）

(3) GDP および GRDP

トルコ共和国のGDPは1998年から2014年にかけて、実に25倍になっている。1998年から2004までは年率20%を超える経済成長率を示している。2009年のリーマンショックによる世界同時株安を発端にした景気後退で、いったんはほとんど成長率が0%近辺まで低下したが、翌2010年以降は10.0%以上と、堅実な成長を遂げている。



出典：Turkey Statistical Institute

図2.1.8 トルコ共和国GDP推移

マルマラ海沿岸地域に26エスキシェヒル県、14ボル県、81デュズジェ県の3県（図2.1.9参照）を加えた地域のGRDPの成長率を示す。この地域の成長率も2009年以外は12%を超えており、非常に高い成長率を示している。

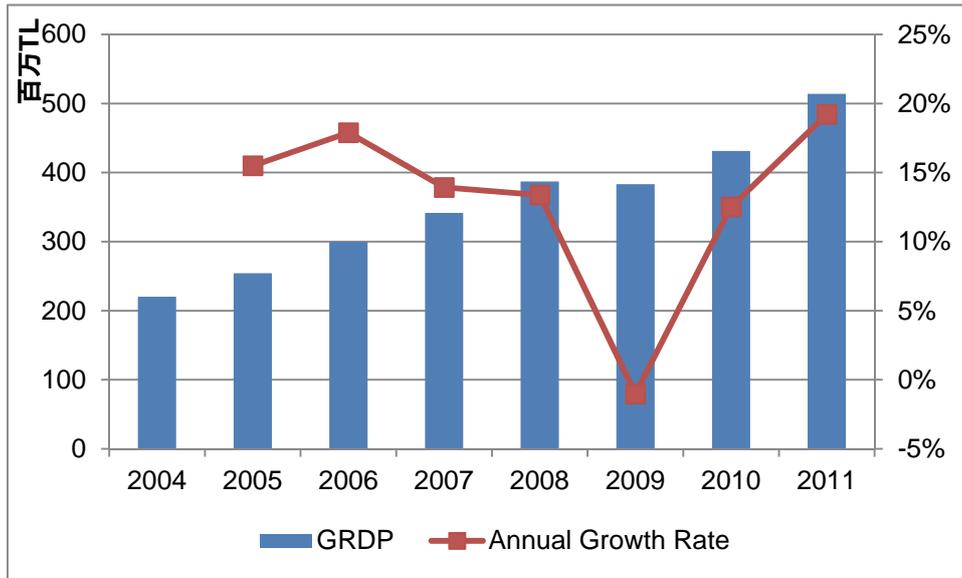
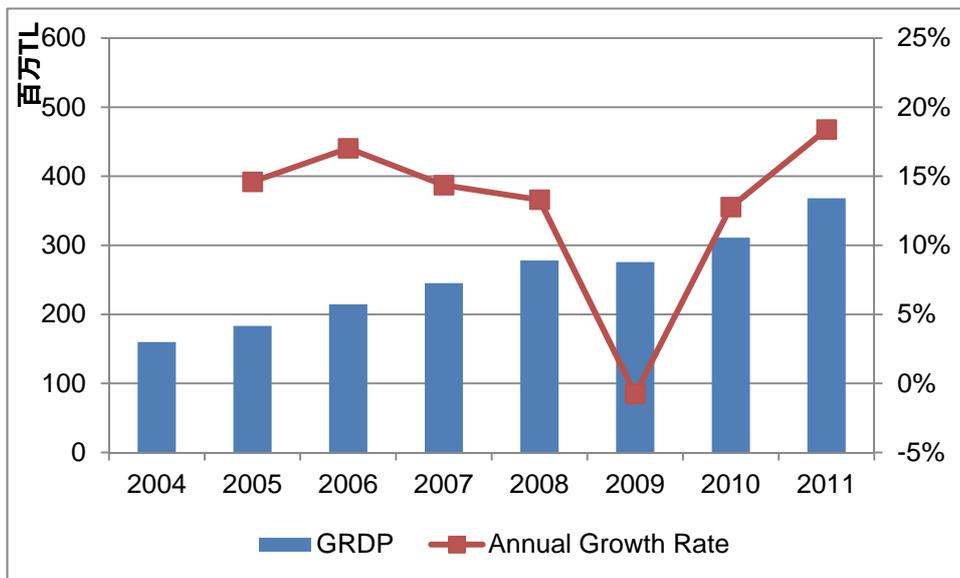


図 2.1.9 マルマラ海沿岸地域+3 県 GRDP 推移

最後に、ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域に22エディルネ県、39クルクラレリ県の2県を加えた地域のGRDPの推移を示す。この地域の成長率も、2009年以外は12%を超えており、非常に高い成長率を示している。



出典：Turkey Statistical Institute

図 2.1.10 ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道沿線地域+2 県 GRDP 推移

(4) 保有自動車台数及び登録自動車台数

ここでは、トルコ全土の保有自動車台数と年別の登録自動車台数とその伸びを示す。2014年には保有台数が1,883万台になり、2004年からの10年間で1.8倍以上に増加している。増加率も年率6.3%に及ぶ。登録台数も2004年からの10年で1.8倍以上に増加し、増加率は6.2%に上る。

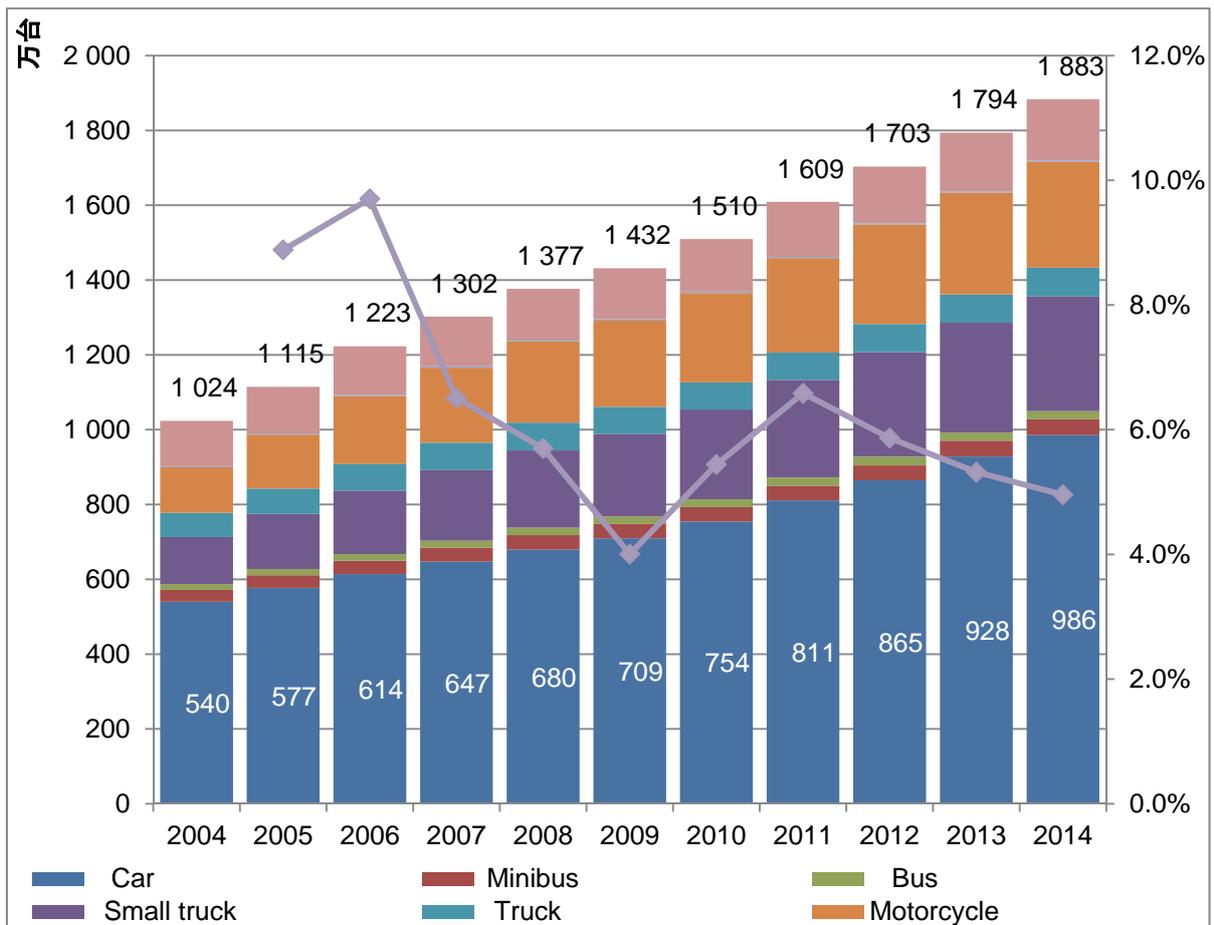


図 2.1.11 トルコ国内保有自動車台数

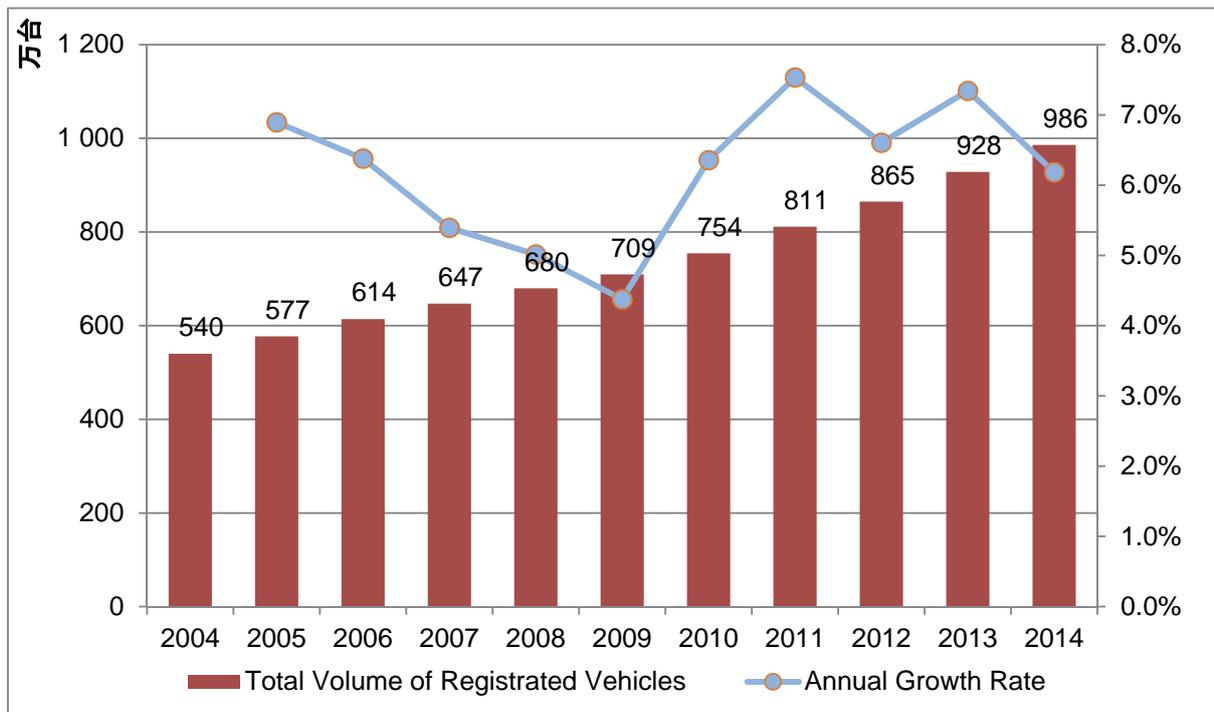


図2.1.12 トルコ国内登録自動車台数

2.2 交通セクターの現状・課題及び政策・開発計画や予算・財源の動向

現在、トルコ国において道路は6種類に大分類され、自動車専用道路、州道および地方道はKGM、都市道路は都市行政機関、村道および林道は特別地方行政機関がそれぞれ管轄している。KGM管轄の総道路延長は、65,551kmであり、構成比率は、延長距離比率で3.4%（自動車専用道路）、47.8%（州道）、48.7%（地方道）となっている。他方、自動車専用道路の貨物・旅客輸送量に占める割合は、それぞれ22.6%、22.00%と延長距離に比べ高く、国内東西の地方格差是正および国際競争力強化¹の上で、自動車専用道路の早急な整備・拡張が求められている。

2003年において、片側2車線以上の道路（自動車専用道路を含む）は、僅かに6,101kmであったが、その後主に交通安全の観点から複車線化が促進され、22,396km（34% [2013年]）に達し、その結果交通事故率（1億台・キロあたり）は5.72から2.63に改善された。これを達成するため、道路インフラ投資のGDPに占める割合は、0.4%（2003年）から最大1.2%（2011年）と3倍に膨らんでいる。また、KGMは独立した予算制度を持って運営されている組織とはいえ、KGM公開資料によると、2013年のKGMによる支出額15,944,055,079トルコリラのうち、中央政府による資金援助は14,905,753,101トルコリラ（1ドル約2.8リラ（2015年8月））であり、9割以上を政府からの援助に依拠している。一方、中央政府の財政支出では必要なインフラ資金をカバーできないことが予測されることから、上述のような自動車専用道路の大規模な拡張・整備のニーズに従来型の方式で対応していく事は困難であり、そのため民間の資金・ノウハウを活用したPPPの手法による道路拡張・整備が必要となっている。



図2.2.1 トルコ自動車道路網（2015年）

トルコ政府が2023年までにPPPによって完成を目指す自動車専用道路案件は以下の通り。

¹ トルコはヨーロッパ経済圏の生産基地として経済成長を遂げてきた側面がある。従いヨーロッパから遠い東部は自動車専用道路未整備の状況からヨーロッパ経済圏から切り離され、それにより投資も生まないという悪循環に陥っており東西経済格差はさらに拡大する傾向にある。またこのような国内経済格差の拡大により人的資源の不均衡もこれあり、これらがトルコの競争力に悪影響を与えている。

表 2.2.1 トルコ政府が 2023 年完成を目指す PPP 自動車専用道路案件一覧

	TARGET BOT MOTORWAY PROJECTS 2023	Length (km)	Status
1	Gebze-Orhangazi-Izmir Motorway	421	事業権契約締結済み
2	North Marmar Motorway	414	入札公示済み(内、3rd ボスボラス橋及びアクセス道路は事業権契約締結済み)
3	Ankara-Nigde Motorway	342	High Planning Counsel(HPC)承認済み
4	Ankara-Samsun Motorway I-Ankara-Kirikkale=delice Section	112	-
	Ankara Samsun Motorway II-Delice-Samsun Section	320	-
5	Aydin-Denizli-Burdur Motorway Aydin-Denizli Section	175	-
	Aydin-Denizli-Burdur Motorway Denizli-burdur Section	155	-
6	<i>Kinali- TekirDag -Chanakkale-Balikesir Motorway</i>	370	FS 完了。案件審査中
7	Sabuncubeli Turnnel	4	Koçoglu Group が事業権契約を締結したが、該社が default をおこしたため Debt Assumption の手続きを経て本件は公共事業として実行されることとなった。
8	Ankara-Izmir-Motorway	535	-
9	Afyonkarahisar-Antalya-Alanya Motorway	490	-
10	Sibrihisar-Bursa Motorway	202	-
11	Shanlıurfa-Habur Motorway (Including Diyarbakir Connecting)	445	-
12	Gerede-Merzifon-Gurbulak Motorway I-Gerede=Merzifon Section	357	-
	Gerede-Merzifon-Gurbulak Motorway II-Merzifon-Gurbulak Section	908	-
	Total	5,250	-

*6が本事業のスコープも含まれるプロジェクト

2011年に運輸通信海事省の承認のもとKGMにより公表された計画である。なお、並び順は優先順位を示すものではない。

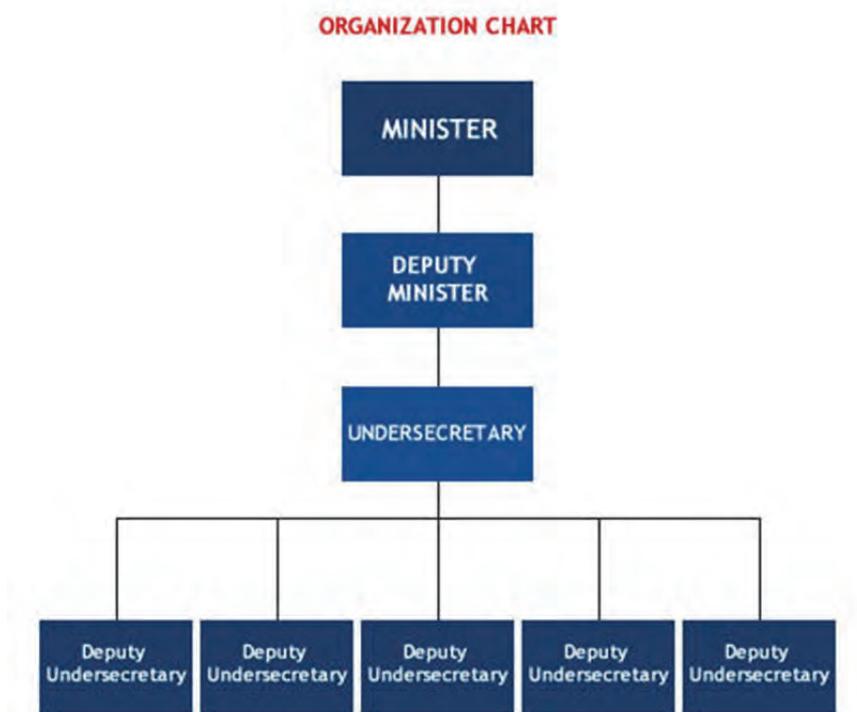


図 2.2.2 KGM 組織図

KGMは1949年の国際自動車道法の成立を受け、1950年3月に設立された組織でトルコ国内の公共交通機関の建設及びオペレーション・メンテナンスを担当。運輸大臣直下の組織。KGMの2014年の収支表を添付資料に示す。

2.3 トルコにおける PPP による自動車道路整備の状況

トルコでは、Sabuncubeli Tunnelは地場企業のみが参画したPPP事業であるが、出資会社がデフォルトを起し、現在KGMが公共事業として実施する予定である。一方、海外勢が参画している大型PPP (BOT) 自動車道路案件として、以下のプロジェクトがある。

- イスタンブール - ボスポラス (ユーラシア) トンネルプロジェクト
- ゲブゼ - イズミール自動車道プロジェクト
- 第三ボスポラス橋 + アクセス道路プロジェクト

(1) イスタンブール - ボスポラス (ユーラシア) トンネルプロジェクト



図 2.3.1 イスタンブール - ボスポラス (ユーラシア) トンネル位置図

同プロジェクトはイスタンブールの欧州側、アジア側を結ぶ高速道トンネル建設・運営プロジェクトである。所轄官庁は運輸通信海事省内のインフラ投資局(AYGM)であり、BOT事業体はYapi Merkezi(トルコゼネコン)及びSK E&C(韓国)からなるSPC「Avrasya Tüneli İşletme İnşaat ve Yatırım A.Ş. (ATAŞ)」である。2011年に事業権協定を同省及びATAŞ間で署名。プロジェクトコストは約12.5億ドルであり、事業期間は24年5か月で、現在建設中。本プロジェクトの資金調達概要は以下の通り：

- 総プロジェクトコスト： 1.25Bil USD
- 出資金： 0.29Bil USD
- 融資： 0.96BILUSD (Tenor 18年)
- 融資内訳 (いずれも limited recourse)
 - 0.55BIL USD : EIB (欧州投資銀行)、EBRD (欧州復興開発銀行)、K-EXIM (韓国輸銀) による直接融資
 - 0.21BIL USD : K-EXIM 及び K-Sure (韓国輸出保険) カバーによる市中ファイナンス (邦銀ではみずほ、SMBC が参画)
 - 0.2BIL USD : トルコ市中銀行が融資

(2) ゲブゼ - イズミール自動車道プロジェクト



図 2.3.2 ゲブゼ - イズミール自動車道位置図

同プロジェクトはイスタンブールから東に約50kmに位置するゲブゼからトルコ第三の都市イズミールまでを結ぶ自動車道の建設・運営案件である。所轄官庁は、本事業と同様のKGMであり、BOT事業体はNurl、Ozaltin、Makyol、Yuksel、Gocay（いずれもトルコ企業）、Astaldi（イタリア）から構成されるSPC “OTOYOL” である。2009年に事業権協定をKGM及びOTOYOL間で署名。プロジェクトコストは約65億ドルであり、事業期間は22年4か月。本自動車道には、中央径間1,550mと完成すれば世界で第4位の長大吊橋となるイズミット湾横断橋が含まれており、同橋梁のEPC契約をIHIインフラシステム（IIS）及び伊藤忠のコンソーシアムが受注し、現在、建設中。

本プロジェクトの資金調達概要は以下の通り：

- 総プロジェクトコスト： 約 6.5Bil USD
- 出資金： 約 1.5Bil USD
- 融資： 約 5BIL USD

参加行：ドイツ銀行及びトルコ地場銀 8 行（Akbank、Garanti Bankasi、Finansbank、Is Bankasi、Halkbank、Ziraat Bankasi、Yapi Kredi and Vakfbank）による limited recourse 融資

(3) 第三ボスポラス橋 + アクセス道路プロジェクト



図 2.3.3 第三ボスポラス橋位置図

同プロジェクトはイスタンブールを含む北マルマラ自動車道の一部を構成する第三ボスポラス橋及びそのアクセス道路約100km（上図点線部分）の建設・運営案件である（本件プロジェクトは2023年までに完成を目指す15のプロジェクトの内、North Marmara Motorwayの一部。同プロジェクト以外のスコープは現在入札公示済みであり、2016年3月1日が応札予定日）。所轄官庁は本事業と同様のKGMであり、BOT事業体はICitas（トルコ）及びAstaldi（イタリア）から構成されるSPC”ICA”である。2012年に事業権協定をKGM及びICA間で署名。プロジェクトコストは約45億ドルであり、事業期間は10年2か月。現在、韓国企業他が建設中。

本プロジェクトの資金調達概要は以下の通り：

- 総プロジェクトコスト： 約 4.5bil USD
- 出資金： 約 2.0Bil USD
- 融資： 約 2.5Bil USD（Tenor 9年）（参加行/トルコ地場銀7行（Isbank、Yapi Kredi、Vakifbank、Garanti、Halkbank、Ziraat Bank and Garanti Bank International NV）による limited recourse 融資

2.4 本事業の事業対象地域における位置付け（需給状況、開発計画等）

上述の通り、トルコ国の成長目標『VISON 2023』を踏まえ、KGMはモビリティの拡大、自動車専用道路ネットワークの強化、二車線以上の道路延長の増加、交通事故死亡率の低減などの目標を掲げた。1.1にても既述の通り、経済成長を今後も維持するためにはマルマラ海を周回する幹線道路の完成が急がれることなどから判断しても、事業の必要性は極めて高い。

事業対象地域において期待される効果として、以下の点が挙げられる：

地域経済の発展

当該道路は、イスタンブールの欧州側・クナル（Kinali）を起点に、テキルダ（TekirDAg）県を経てダーダネルス海峡大橋（Chanacalle市北西）を渡り、バルケシル（Balikesir）県サヴァシュテ

ペ（Savastepe）を連結する動脈道路である。当該道路の完成により、欧州からイズミール、アイドゥンなどの工業産業地域であるトルコ西南部への直接的なアクセスが可能となり、マルマラ海を中心とする大環状道路ネットワークが形成されると同時に、トルコ産業の中心地であるマルマラ海周辺のトルコ西部地域の経済発展を促進する。

渋滞解消

当該自動車道の完成により、欧州からトルコ西南部への直接的なアクセスが可能となり、マルマラ海を中心とする大環状道路ネットワークが形成されることで、欧州からの流入交通によるイスタンブール市内の交通渋滞の緩和に寄与する。

交通安全

当該自動車道が完成することにより、これまで街路を通行していた通過交通が自動車道に転換し、且つ、交通事故の主な原因である交差点での交通量も削減できることから、同国の交通安全事情の向上にも繋がる。

2.5 交通セクター及び事業にかかる国内外企業・他ドナー等の関心・動向

域内では安定した経済成長を遂げているトルコにおいて、本事業を含む交通セクターへの国内外企業及び金融機関の関心は高い。例えば、韓国企業はユーラシアトンネルへのBOTに参画する一方、第三ボスポラスの橋梁上部構のEPCを担当するなど、大型プロジェクトに積極的に取り組んでいる。また、金融機関では、例えばEBRDはロシアが経済制裁を受けて以降、これまで最大の投融资先であったロシアからトルコシフトを強めており、現在、トルコはEBRDにとって最大の投融资先となっている。ドイツ銀行をはじめとする欧州銀行も積極的で、当該銀行はゲブゼ-イズミールBOT案件へのプロジェクトファイナンスのシンジケート団のうちの一行となっている。

各国のトップ外交も引き続き活発で、今年7月にエルドアン大統領が中国を訪問し、トルコにおける高速鉄道分野にて両国が協力することが確認された。

橋梁分野においても韓国・中国勢が関心を示しており、本事業へも各社が注目している模様だが、今回の橋梁は世界最長の中央スパンを持つ日本が得意とするつり橋による長大橋であること、トルコは地震国であり、日本の橋梁メーカーはトップレベルの耐震技術を有することから、日本の技術優位性が高い。また、政府レベルでも本件を日トルコで取り組むことへの前向きな流れが出来ている。

トルコ側では、2014年1月のエルドアン首相（当時）来日時にも本件への日本の官民の参画を期待する発言がでており、今年3月に国交省の招聘によりKGM総裁が来日して日本企業への期待を示している。

また、日本側からも、今年5月には太田国交省大臣がトルコ訪問、その際、クルトゥルムシュ副首相やビルギン運輸海事通信大臣との面談で国交大臣より本件を日トルコの協業案件として進めたい旨発言あった。

現在、日本の他社が本件受注に向け取り組んでいるとの情報はない。

2.6 本事業の必要性・重要性

1.1にても記載の通り、トルコ国内における交通量は国内の急速な経済成長に伴い増加傾向であり、イスタンブールは慢性的な交通渋滞が発生しており、交通渋滞解消のため高規格自動車道ネットワークの整備が急務となっている。特に本事業はイスタンブールを迂回する代替ルートであり本事業の必要性・十分性は高いと判断している。

2.7 トルコにおける PPP 契約、SPC 設立・運営に関連する法令の状況

トルコは1980年代にPPP関連法整備をいち早く整備した国の一つであり、他の新興国に比べてPPP関連法制度が整っている。PPP契約、SPC設立・運営に関するこれらの法令の状況等については4.5関連法制度にて後述する。

2.8 既往案件からの教訓の確認

現在、トルコにて進行しているKGMによる道路BOT (PPP) 案件は、ゲブゼ-イズミール自動車道及び第三ボスポラス橋+アクセス道路案件であるが、これら既往案件の詳細については、後述の5.1リスク分析について改めて検証する。

3. 本事業にかかる事業計画の検討・策定

3.1 事業目的の策定

本事業は、2016年中に公示予定の国際入札を落札した民間企業体が、ダーダネルス海峡大橋を含む自動車道（クナル～スュトリュンジェ間183km）の設計と建設を行い、政府と民間企業体が合意した期間、道路・橋梁の運営を実施する事を目的としている。

3.2 事業スコープの決定

本事業はクナル～バルケシル自動車道の一部を構成するものであるが、同自動車道は欧州部分、アジア部分で以下の通り区分される。

表 3.2.1 クナル～バルケシル自動車道

区分	クナル～バルケシル自動車道	区間距離
欧州道路部分	クナル～スュトリュンジェ自動車道	183km
橋梁部分	ダーダネルス海峡大橋	3km
アジア道路部分	シェケルカヤ～バルケシル自動車道	144km

※尚、既存道路の整備状況であるが、クナル～ガリポリ間については海岸線沿いに片道1車線/2車線の道路が存在しており、ガリポリ～チャナッカレ間はフェリーが就航している。

BOT入札のスコープについては、未だ確定していないが、スュトリュンジェが位置するテキルダ（Tekirdag）県は近年トルコ平均を大幅で上回るペースで人口が増加しており（2013-2014年比トルコ平均が13.3%増に対して、同地域は36%）、今後も人口の増加が想定されているなど、よりインフラ需要が強いと判断されることから、同市を含む欧州道路部分183km及びダーダネルス海峡大橋（Chanacalle市北西）3kmを本事業の対象区分と想定し、当該区画の建設及び一定期間の管理運営を実施することを事業スコープとする。仮にアジア道路部分の整備が遅れても本件の目的の一つがイスタンブールを迂回してマルマラ海地域のアジア側に至る路線の開発であるため機能するものと思われる。

3.3 ODインタビュー調査結果を踏まえた交通需要予測

（非公表）

3.4 設計条件の設定

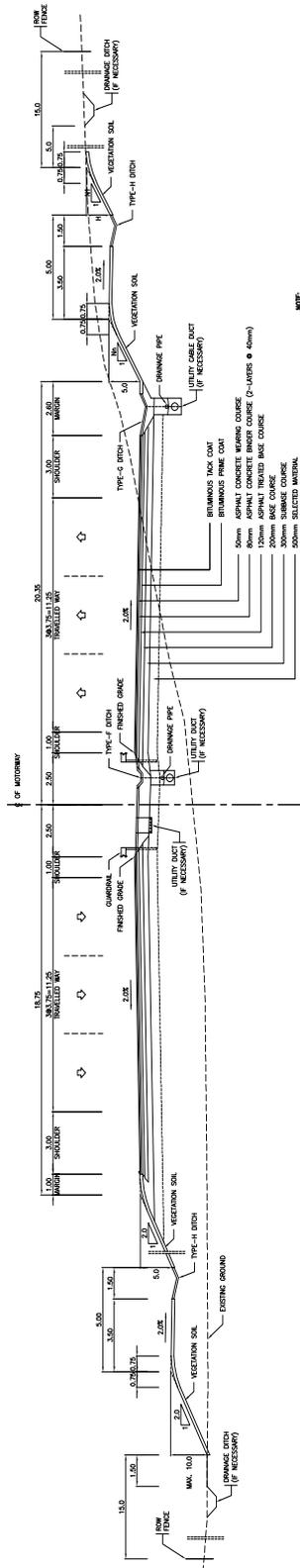
3.4.1 道路

本自動車道の設計は、既にトルコ政府側で実施済みである状況を鑑み、本節ではトルコ国の自動車道の道路設計基準「Motorways Project Engineering Services Criterion Report」および「Highway Design Handbook」の内容を整理するとともに、同基準書に詳しい記述がない設計要素についてはAASHTO基準「A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition (2011)」や本邦基準（道路構造令やNEXCO設計要領）を参考に条件を整理することとした。

具体的な幾何構造設計条件および標準横断図（土工部、海峡大橋以外の橋梁部）を以下に示す。

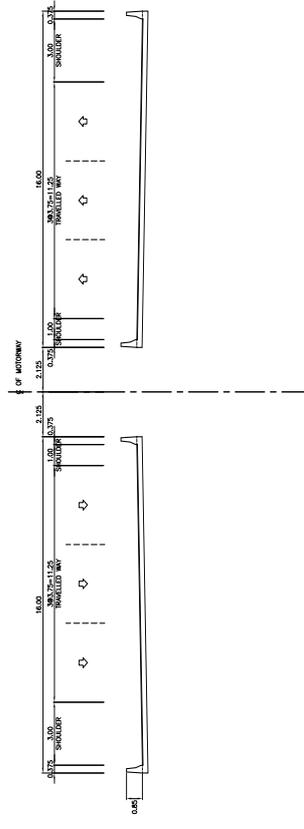
表 3.4.1 幾何構造設計条件

設計要素	単位	自動車道 本線	インターチェンジ		備考	
			ループ 部分	ループ 部分外		
設計速度	km/時	120	40	60		
幅員構成						
車線数	車線	片側 3 (往復 6)	1 方向 1			
車道幅員	m	3.75	3.75			
路肩幅員	外側	m	3.00	2.00		
	内側	m	1.00	1.00		
保護路肩	m	1.00	1.00			
中央分離帯	m	5.00	3.00			
曲線部の拡幅	m	$30 \times n/R (>0.5m)$			R<130m、n:車線数	
土地収用幅 (ROW)	m	盛土法尻・切土法肩から 15m				
標準横断勾配	---	2.5%				
片勾配最大値	---	6.0%				
法面勾配	盛土法面	---	H<1.5m の場合 : 1/4 1.5m<H<3.0m の場合 : 1/3 3.0m<H<5.0m の場合 : 1/2 H>5.0m の場合 : 盛土安定計算による			
	切土法面	---	斜面安定計算による			
平面線形						
最小曲線半径	m	1,000	80	130		
緩和曲線最小パラメータ	m	350	60	80		
		$R/3 < A < R$				
緩和曲線省略最小曲線半径	m	3,000	280	410	$\sqrt[3]{(A^4/24S)}$, S=0.20	
片勾配打ち切り最小曲線半径	m	5,000	550	1,250	$R=V^2/127(i+f)$, i=2.5%, f=4.8%	
最大線形要素長	m	3,000				
縦断線形						
縦断勾配	最大値	---	4.0%	上り 5%、下り 6%		
	最小値	---	0.5%			
縦断曲線半径	凸部	K	200	15	20	
	凹部	K	100	7.5	10	
制動停止視距	m	275	60	80		
建築限界高さ	m	5.00				
インターチェンジ・ターミナル						
車道幅員	m	---	3.75			
加速車線	最小区間長	m	---	345		
	形式		---	並行式		
減速車線	最小区間長	m	---	280		
	形式		---	並行式		



NOTE:
 H = 1 FOR $H < 1.5$ m
 H = 3 FOR $1.5 \text{ m} < H < 3.0$ m
 H = 5 FOR $3.0 \text{ m} < H < 5.0$ m
 H = 10 FOR $5.0 \text{ m} < H < 10.0$ m
 H SHALL BE DETERMINED BY GEOTECHNICAL & GEOTECHNICAL ANALYSIS FOR $H > 5$ m
 H SHALL BE DETERMINED BY GEOTECHNICAL & GEOTECHNICAL ANALYSIS

1 EMBANKMENT SECTION
 SCALE 1:100



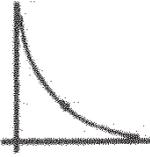
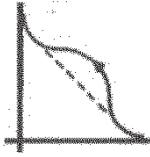
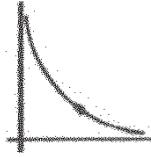
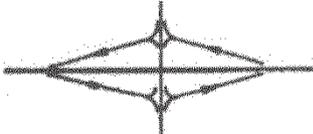
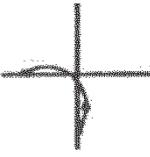
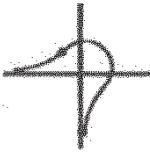
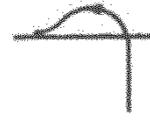
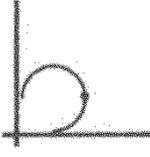
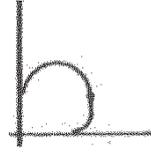
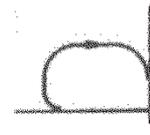
2 BRIDGE SECTION (SHORT-MEDIUM LENGTH)
 SCALE 1:100

图 3.4.1 標準横断面图

(1) 設計速度

上記トルコ国の設計基準では自動車道の設計速度は一律120km/hと規定されている。本邦基準やAASHTO基準では、建設する道路によって地域特性や地形状況、想定される交通量、経済性などから設計速度を設定し、その設計速度に応じた幾何構造基準を適用することが定められているが、トルコ国の基準ではそのようになっていない。

他方、インターチェンジ・ランプの設計速度は、下表に示すようにランプの形状や接続道路との接続方法に応じて30～80km/hの範囲で規定がなされている。

ランプ形式	本線：立体交差 接続道路：立体交差		本線：立体交差 接続道路：平面交差	
	直接型	 60 - 80	 50 - 60	 40 - 60
	側道 60 - 80		 40 - 60	
準直結型	 60 - 80	 40 - 60	***	 40 - 60
非直結型	 40	 30 - 40	 40	 30 - 40

出典：「Motorways Project Engineering Services Criterion Report」および「Highway Design Handbook」

(2) 幅員構成

トルコ国基準では自動車道およびインターチェンジ・ランプの車線幅員は3.75mと規定され、車線数は交通量に依らず片側3車線が標準となっている。NEXCO設計要領では標準幅員が3.50mのところ、設計速度が100km/hを超え、かつ、片側3車線道路の路線では中央線のみ3.75mとするように規定されている。また、AASHTO基準では自動車道の標準車線幅員が3.60mとなっていることから、トルコ国の基準は比較的余裕のある幅員設定であることが言える。

(3) 平面線形

トルコ国基準の最小平面曲線半径（V=120km/hでRmin=1,000m）は、NEXCO設計要領で規定されている最小曲線半径の「望ましい最小曲線半径」と同等である。NEXCO設計要領やAASHTO基準

における設計速度120km/hの道路の最小曲線半径はそれぞれR=710m、R=756mであることから、トルコ国の基準は比較的余裕のある最小曲線半径であることが言える。

各国基準		最小曲線半径 (m)	最大片勾配	横すべり係数
トルコ国基準		1,000	6.0%	***
NEXCO 基準	望ましい値	1,000	***	***
	最小値	710	6.0%	0.10
AASHTO 基準		756	6.0%	0.09

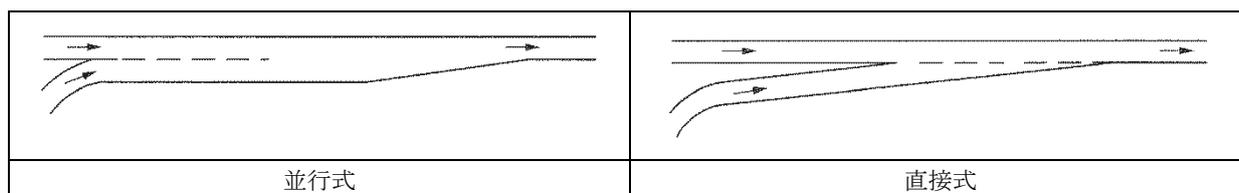
(4) 縦断線形

トルコ国基準の最急縦断勾配は4.0%であり、NEXCO設計要領 (V=120km/hでimin(標準)=2.0%、imin(特別な場合)=5.0%) と比べると比較的急勾配であると言える。しかしながら上述の通り、トルコ国基準には設計速度の規定が120km/hのみであることや、本プロジェクト道路が通過する地域は平地～山地まで多様な地形の変化があることから、AASHTO基準とも照らしあわせた結果、4%の最急勾配は妥当であると考えられる。なお、実際の設計に際しては、特別な地形等の制約がない限り緩やかな縦断勾配を設定することが望ましい。

各国基準		最急縦断勾配		
トルコ国基準		4%		
NEXCO 基準		標準	特別な場合	
	設計速度 120km/h	2%	5%	
	設計速度 100km/h	3%	6%	
	設計速度 80km/h	4%	7%	
AASHTO 基準		平地	丘陵地	山地
	設計速度 120km/h	3%	4%	***
	設計速度 100km/h	3%	4%	6%
	設計速度 80km/h	4%	5%	6%

(5) インターチェンジ・ランプターミナル

インターチェンジ分合流部の形式は一般的に並行式と直接式の2通りがあり、日本では車の走行軌跡の実態調査などから、流入部の加速車線には平行式が、流出部の減速車線には直接式が標準とされている。他方、トルコ国基準では流出入口ともに平行式が標準となっているが、これはトルコでの車の走行軌跡やドライバーの運転特性などから決められたものであると推測され、特に問題はないと思われる。



(6) 自然条件調査（測量）

海峡大橋前後の地形をより詳細に把握するため、以下の陸上測量を再委託にて実施した。

調査内容	調査内容
<ul style="list-style-type: none"> 陸上測量 	<ul style="list-style-type: none"> 仮設ベンチマーク設置 トラバース測量およびレベリング測量 平板測量 (A=120ha (W=0.3km, L=2.0km x 2))

3.4.2 橋 梁

約4kmというダーダネルス海峡（Chanakkale strait）の横断距離を考慮すると、吊橋が最適な解決策となり得る。本F/Sに用いる基本的橋梁条件を定義するべく、気象条件に関する予備調査と地震危険度リスク分析を実施し、これに基づいて概念設計を作成した。

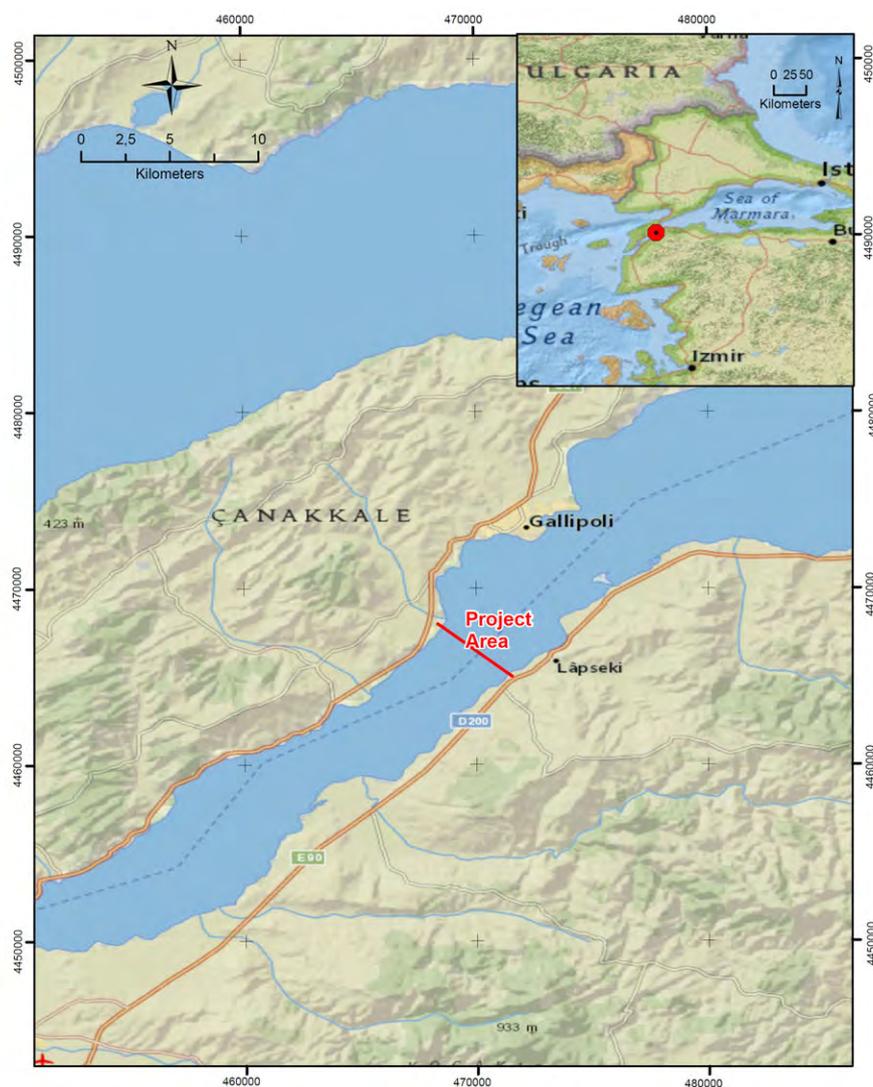


図 3.4.2 架橋位置図

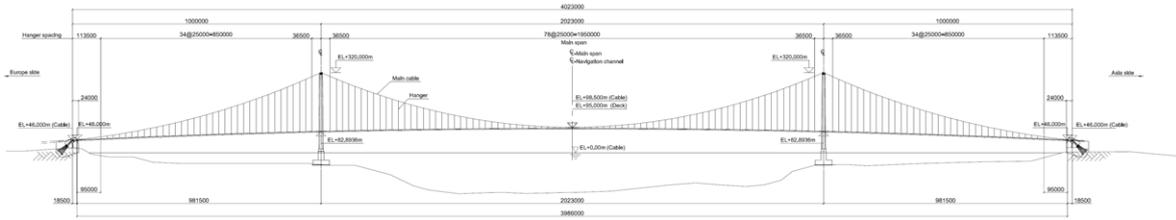


図 3.4.3 吊橋の全体一般図

(1) 気象条件

風、波、流れの基準について構想を得るため、コンピューターによる手法を用いて、本調査時点で入手可能なデータに基づき、風については中央部、波については主塔基礎の結果をそれぞれ取得した。本報告書で分析する位置を図3.4.4に示す。

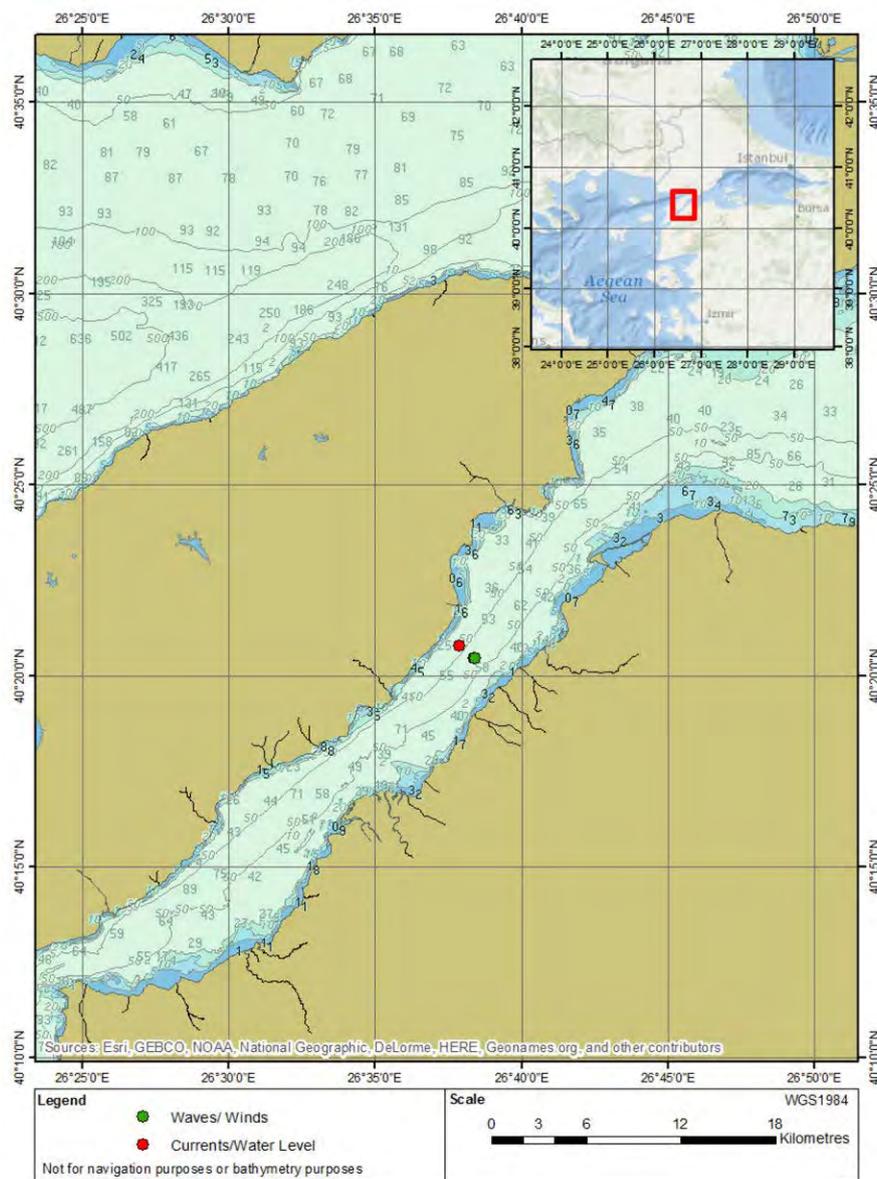


図 3.4.4 分析位置図

1) 風の条件

風の予備基準は、米国環境予測センター気候変動予測システム再解析（American National Centers for Environmental Prediction Climate Forecast System Renanalysis）データ、あるいは欧州中期気象予報センター（European Centre for Medium-range Weather Forecasts）ERA-Interimデータに基づく10年間の風データのハインドキャストにより導き出した。架橋位置は沿岸に近接しているため、粗分解能のハインドキャスト風データは、現地の風の特徴を正確に表していない可能性がある。WMO気象ネットワークステーションで収集した観測結果により、収集したハインドキャスト風データを修正した。

風向別年間風速基準を図3.4.5に示す。風向は真北を基準に羅針方位で表し、風が吹いてくる方位を示す。42%の風がNE方向からのもので、海峡に沿ってエーゲ海に向かう風となっている。風速は年間90%が微風で6m/sを下回る。

暴風時風速は、極値時系列法（POT法）により導き出した。無方向性通年風基準を表3.4.2に示す。

このデータは極めて予備的なものであり、このような長支間を有する橋梁に関しては風安定性が最も重要な技術課題のひとつとなるため、本プロジェクトの風基準を定義するには、まさに架橋位置での風速計を用いた風速測定が重要となることを強調しておく必要がある。

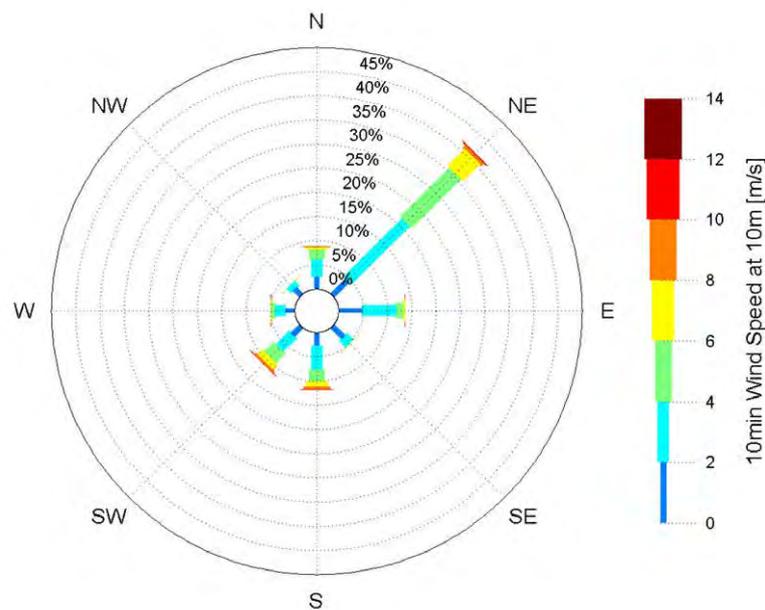


図 3.4.5 海拔 10m における 10 分間平均風速の出現率

表 3.4.2 無方向性通年風基準

再現期間	海拔 10m における 10 分間平均風速 (m/s)
100 年	18.1

2) 波の条件

Simulating Waves Nearshore (SWAN) モデルを用いて、水上位置におけるスペクトル波浪データを目標位置に変換することにより、架橋位置の波浪統計を出した。SWAN波浪モデルは、グリッド分解の適正な比率を維持するために地域、中間、ローカルという3つのモデル領域で構成されている。極値通年波基準を表3.4.3にまとめる。

表 3.4.3 極値通年波基準

再現期間	100年
有義波高 (Hs)	1.6m
平均ゼロクロス周期 (Tz)	3.2s
ピーク周期 (Tp)	4.8s
最大波頭高 (Cmax)	1.9m
最大波高 (Hmax)	2.9m
Hmax に関連する波周期	4.8s

3) 潮流の条件

潮流基準は、極値時系列法 (POT法) を用いて、MIT大循環モデル (MIT General Circulation Model: MITgcm) から導き出した。

0m (海面付近) 及び19.7m (海底付近) の通年使用可能な潮流基準を図3.4.6に示す。波向は真北を基準に羅針方位で表し、波が進んでくる方位を示す。

水深20mより下の潮流は緩やかで、反対方向であることが分かる。極値潮流基準を表3.4.4に示す。

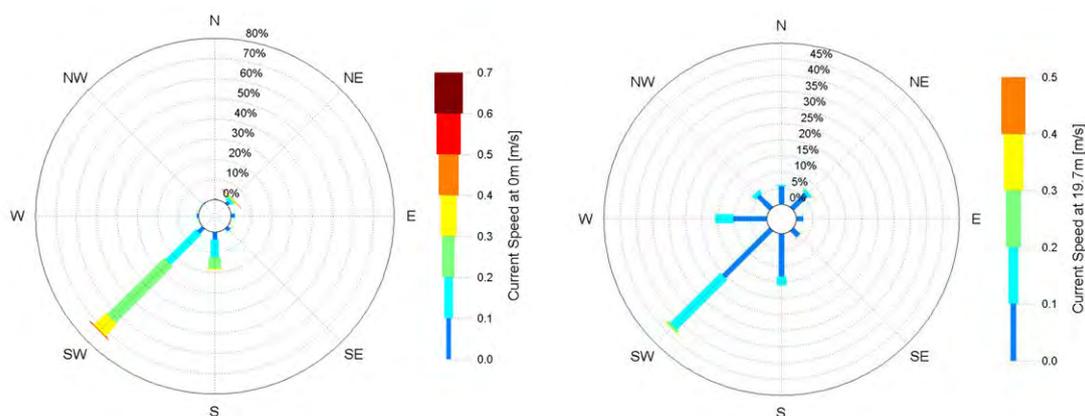


図 3.4.6 0m (左) 及び 19.7m (右) における流速・流向の出現率

表 3.4.4 極値潮流基準

再現期間	海面付近 (0m)	海底付近 (19.7m)
100年	0.75 m/s	0.50 m/s

(2) 海底地形調査

ダーダネルス海峡を渡り、ヨーロッパ側沿岸からアナトリア側沿岸に至る長さ4.5km、幅1.0kmの回廊に関して沖合海底地形調査を実施した。



図 3.4.7 沖合海底地形調査のトラックライン

調査区域におけるダーダネルス海峡の平均幅は3.9kmである。本海峡の海底地形はV字型航路形状を呈している（図3.4.8）。海底は東斜面、西斜面、その間にある内航路という3つの地形区分からなる。海底は東西断面に沿って非対称線輪郭を描いている。沿岸付近部を除き、西斜面は安定した勾配で内航路へとつながっているが、東斜面は傾斜ブレイクにより台地ができていて階段状の輪郭線を呈している（図3.4.9）。内航路は本海峡の最深部であり、ここで本調査区域の最深地点は海面下88mとなる。

東斜面における最も顕著な海底特徴は、海岸線に平行してのびる海嶺である。このような隆起海底地形は、海岸線に沿って発達する砂州に相当する。東西断面にわたる海嶺は非対称である。西に向かって、43m等深線までの斜面のくぼみから始まり、最浅部の深さ12mまで達する。海嶺と海岸線の軸間に、海岸線と平行して浅いくぼみが観測される。マッピング区域の南東端で閉塞凹地を解釈した。急傾斜である海嶺の西斜面に沿って、浸食流路が発達しており、これはほぼ確実に土石流に関係している（図3.4.10）。砂州はラープセキ（Lapseki）海岸沿いの実際の堆積地物であり、沿岸潮流及び沿岸漂礫土と関連がある。

内航路は、約50m等深線から始まる海峡の最深部を示す。急傾斜である西斜面により、非対称形を呈している。東斜面に沿った最下部の台地は内航路に位置している。内航路の平均基礎幅は約150mである。本調査区域の水路床は北から南へ傾斜しており83～92mとなる。

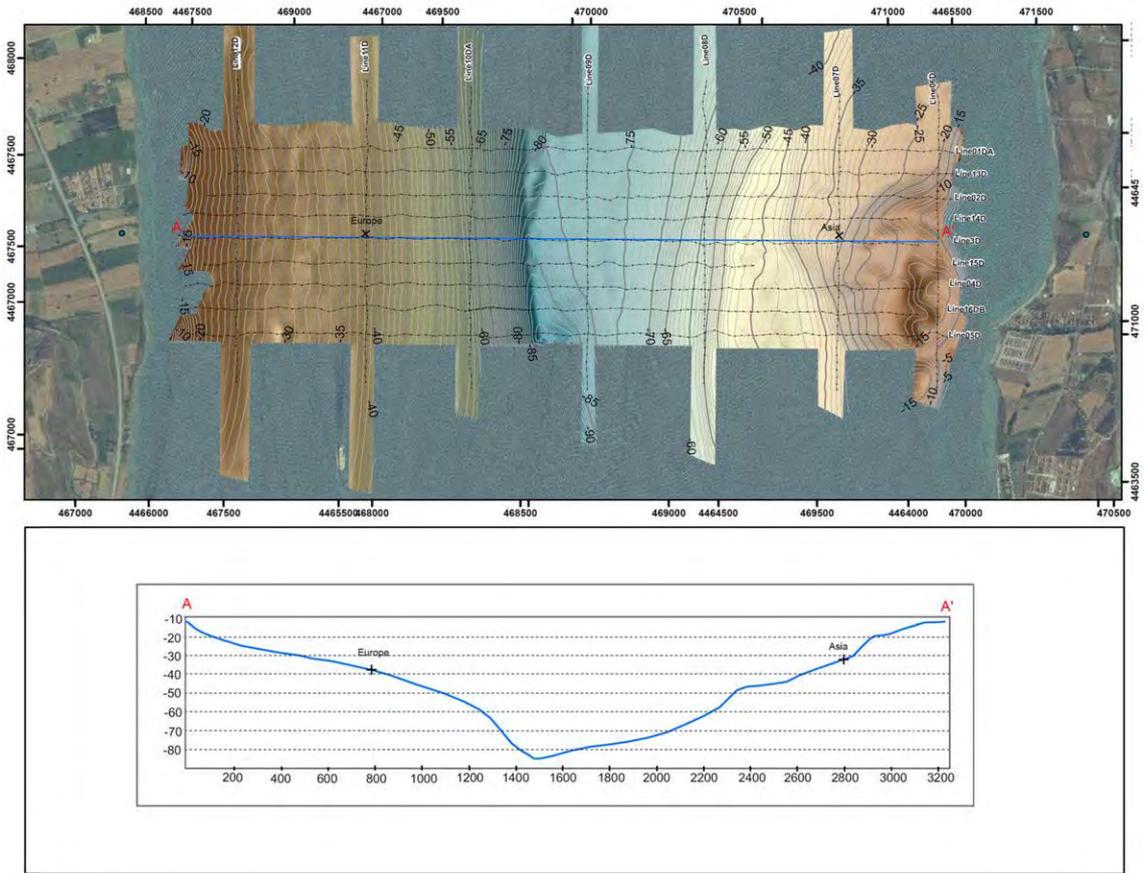


図 3.4.8 海底地形・コンター図

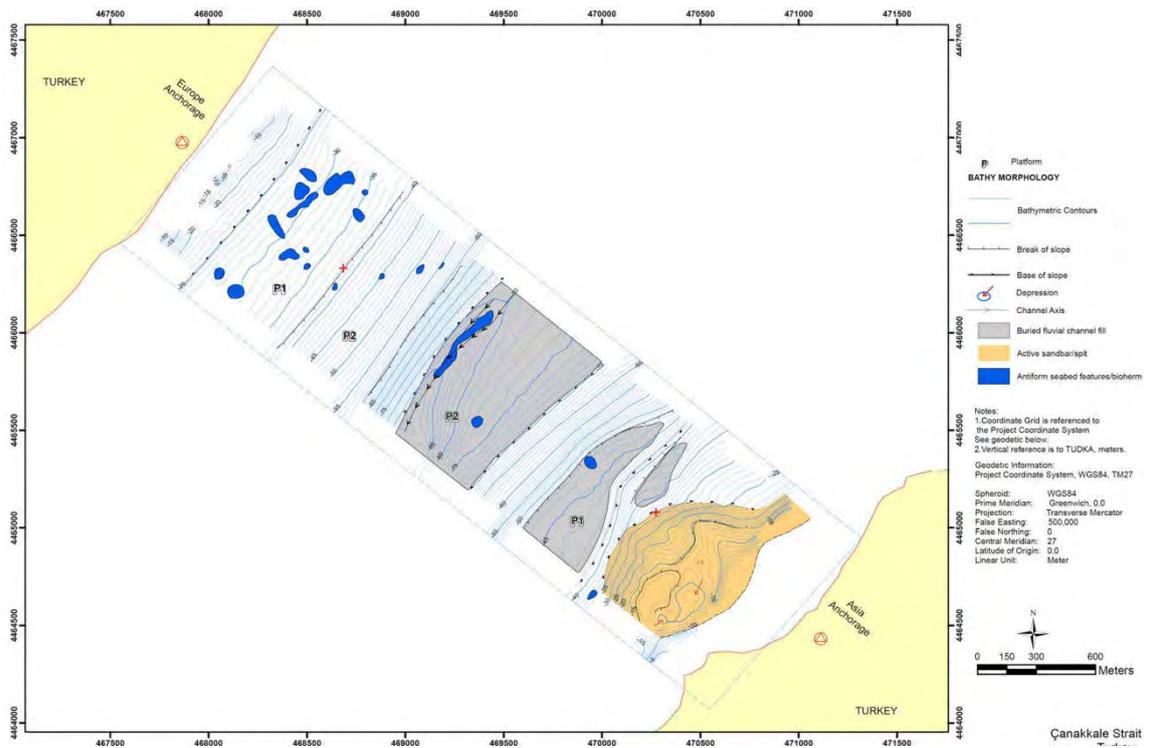
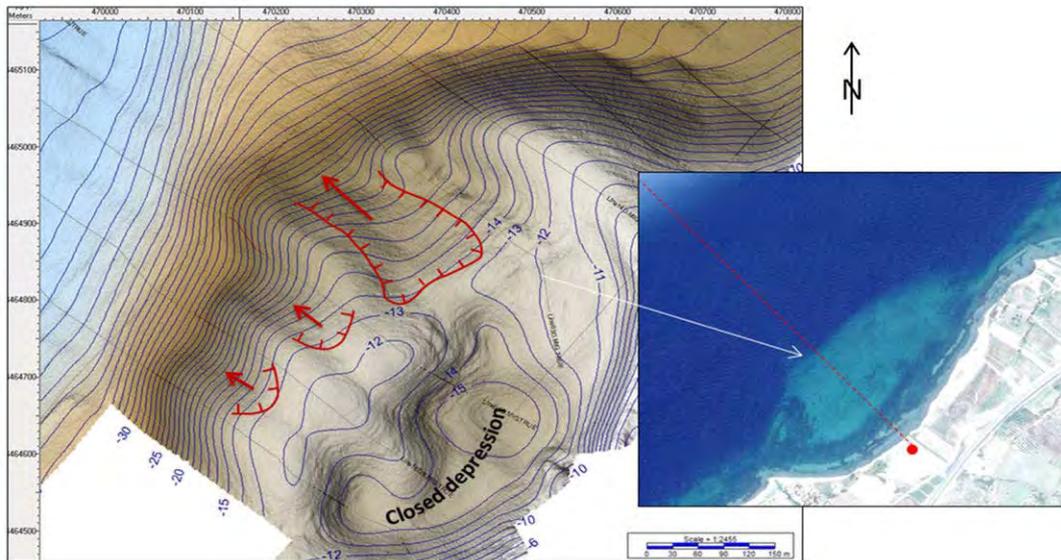


図 3.4.9 海底形態図



(赤い矢印は土石流向を示す)

図 3.4.10 東斜面沿いの砂州及び砂嘴形成

(3) 地震危険度

トルコは、アフリカプレートとユーラシアプレートの間の大陸衝突により複雑な変形を生じている地中海地震帯 (Mediterranean Earthquake Belt) に位置することから、世界の地震多発地域のひとつとされている。トルコでは、衝突後の大陸内収束 (及び構造エスケープ) に関する変形、及び結果として生じた褶曲・衝上断層帯、縫合帯、横ずれ活断層、正活断層、関連する盆地形成といった構造が観測される。トルコのネオテクトニクスを支配する3大構造体は、右ずれの北アナトリア断層帯 (North Anatolian Fault Zone: NAFZ)、左ずれの東アナトリア断層帯 (East Anatolian Fault Zone: EAFZ)、エーゲ-キプロス弧 (Aegean-Cyprus Arc) である (図3.4.11)。東地中海-アラビア地域のプレート境界網においては、死海断層帯 (Dead Sea Fault Zone) により紅海に広がる海底とアラビアプレートの北境界線が連結している。アナトリアにおけるエスケープテクトニクスのタイミングと紅海南部及びアデン湾 (Gulf of Aden) 東部に広がる海底の始まりが一致していることは、トルコの活構造運動が紅海の開口ならびにアフリカプレートとアラビアプレートの北方向への差動相対運動の結果であることを示唆している (Hempton, 1987)。

ビトリス-ザグロス縫合帯 (Bitlis-Zagros Suture Zone) にわたる大陸内衝突の終結を受けて、東アナトリアにおける初期の圧縮-収縮構造レジームは前期鮮新世までには新たな圧縮-拡張構造レジーム (構造エスケープ) に取って代わられた。その結果、NAFZ及びEAFZという大陸内トランスフォーム断層が生じている。この二つの横ずれ断層は、平均すると年間最大20mmという速度で (Barka, 1992; Straub et al., 1995; Reilinger et al., 1997 and 2006) アラビアプレートとユーラシアプレートの間にあるアナトリアブロック (Anatolian Block) の西方移動に対応している (Şengör and Yılmaz, 1981; Şengör, et al. 1985)。現在の運動学的研究により、アラビアプレートが年間最大15mmという速度でN-NW方向に移動している一方、アフリカプレートは北に移動してはいるもののその速度は年間最大5mmにすぎないことが分かっている (Reilinger et al., 2006)。アナトリアブロックの西方運動は年間最大21mmに達しており、この値はエーゲ海により増大している (図3.4.11及び3.4.12)。

NAFZ及びEAFZ沿いの連続変形により、収束するユーラシアプレートとアラビアプレートの間で、反時計回りの動きを伴ったアナトリアプレートの東地中海岩石圏へのWSW方向への押出という結果がもたらされた (Rotstein 1984)。エーゲ海は、活発なヘレニック弧海溝系 (Hellenic arc and trench system) 後方のユーラシアプレートの活動縁辺域にあるやや複雑な自然地理単位であり、ほぼN-S方向の大陸拡張に支配されている。「エーゲ海拡張地区 (Aegean Extensional Province)」に属するエーゲ海は、ギリシャ、マケドニア、ブルガリア、アルバニア、トルコの一部をカバーする分散拡張区域となっている。

提案するダーダネルス海峡大橋 (Cannakale Straits Bridge) は、マルマラ海 (Marmara Sea) 湾口部付近のダーダネルス海峡を渡るものである。橋の中心点は、南にあるアフリカプレートのアナトリアブロックと北にあるユーラシアプレートとの間の構造境界をなすNAFのメイン (北) ストランドから約20 km南に位置する。このためサイトの地震危険度は、主にアナトリアブロックとユーラシアプレートとの間の相対運動に関する。NAF北ブランチにおいて過去に発生した大規模な地震を表3.4.5に示す。広域地質構造と過去に発生した地震を図3.4.13にプロットした。これにより、過去約2000年間にわたりサイト域内ではNAF及びその近隣でマグニチュードMw6.8以上の地震が少なくとも27回発生していることが分かる。

上記の大断層に加え、架橋位置付近やその下部には中小の断層あるいは隠れた断層が数多くあることは間違いなく、吊橋の詳細設計に向けて、架橋位置で綿密なフィールド調査を実施する必要がある。

架橋位置は大断層から最低20kmは離れているため、正断層及び平行断層による地動差は小さいものと予想される。NAF沿いの域内地震学的特徴をはじめとする入手可能なデータを考慮すれば、最大地動加速度は再現期間145年で約0.3~0.4g、再現期間975年で0.6~0.7g、再現期間2475年で0.8~1.0gと推定される。

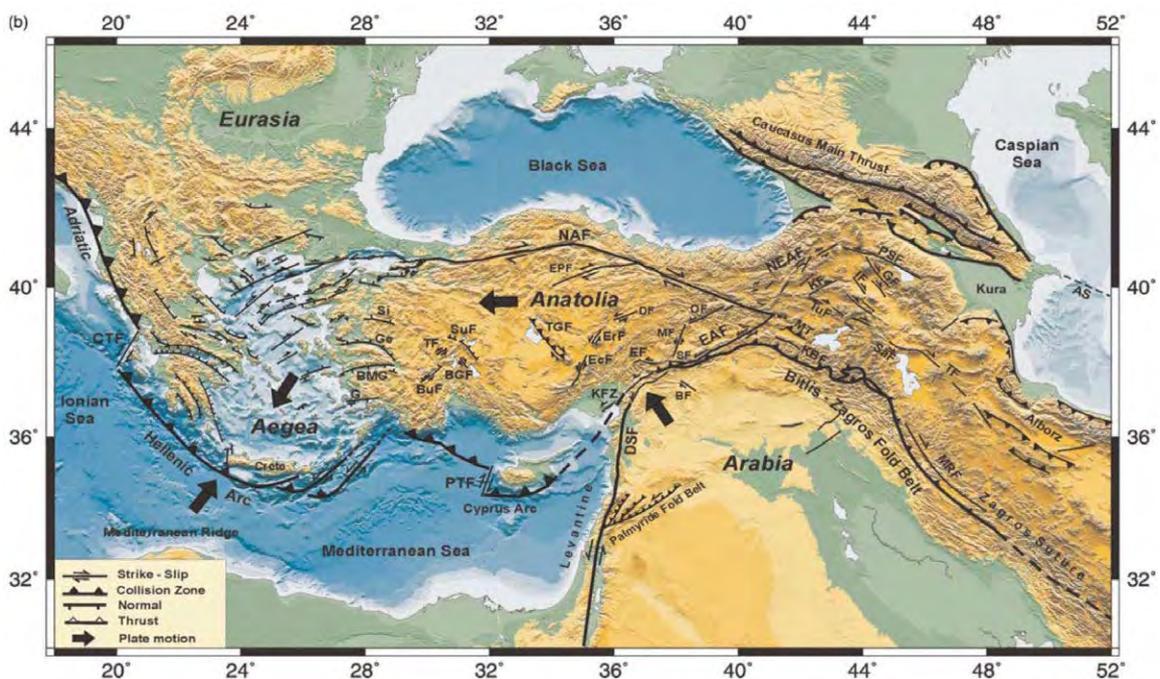


図 3.4.11 東地中海地域における断層及び海底地形の概略図 (TAYMAZ et al., 2014)

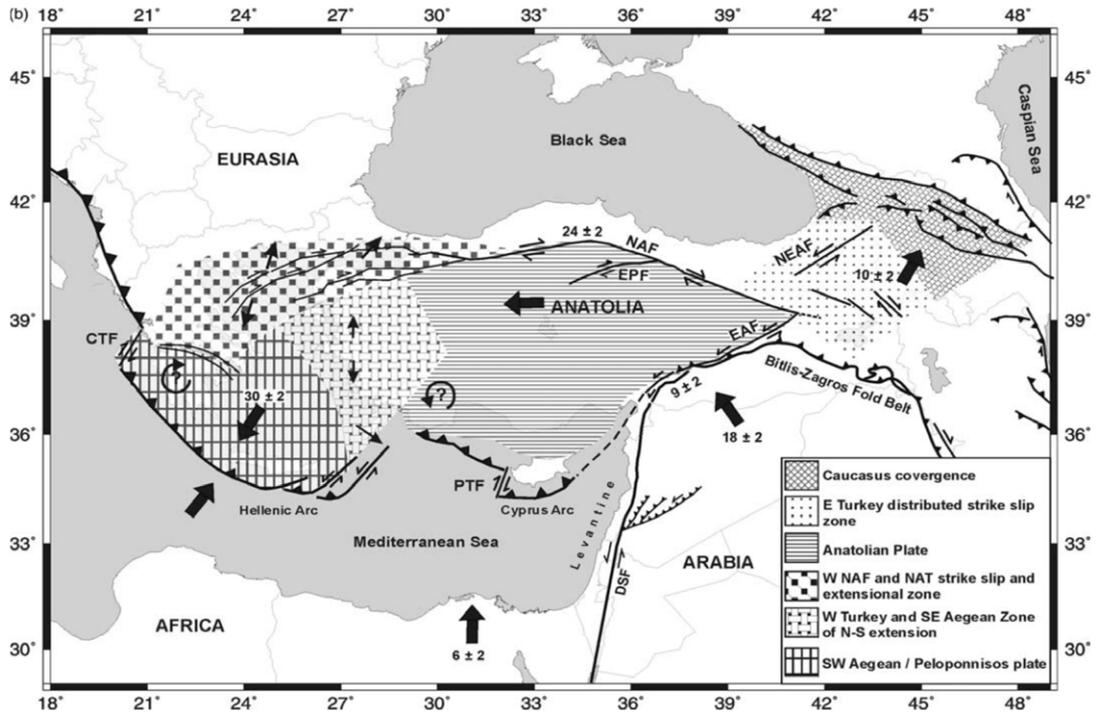


図 3.4.12 東地中海における主な構造的環境の概略図 (TAYMAZ et al., 2014)

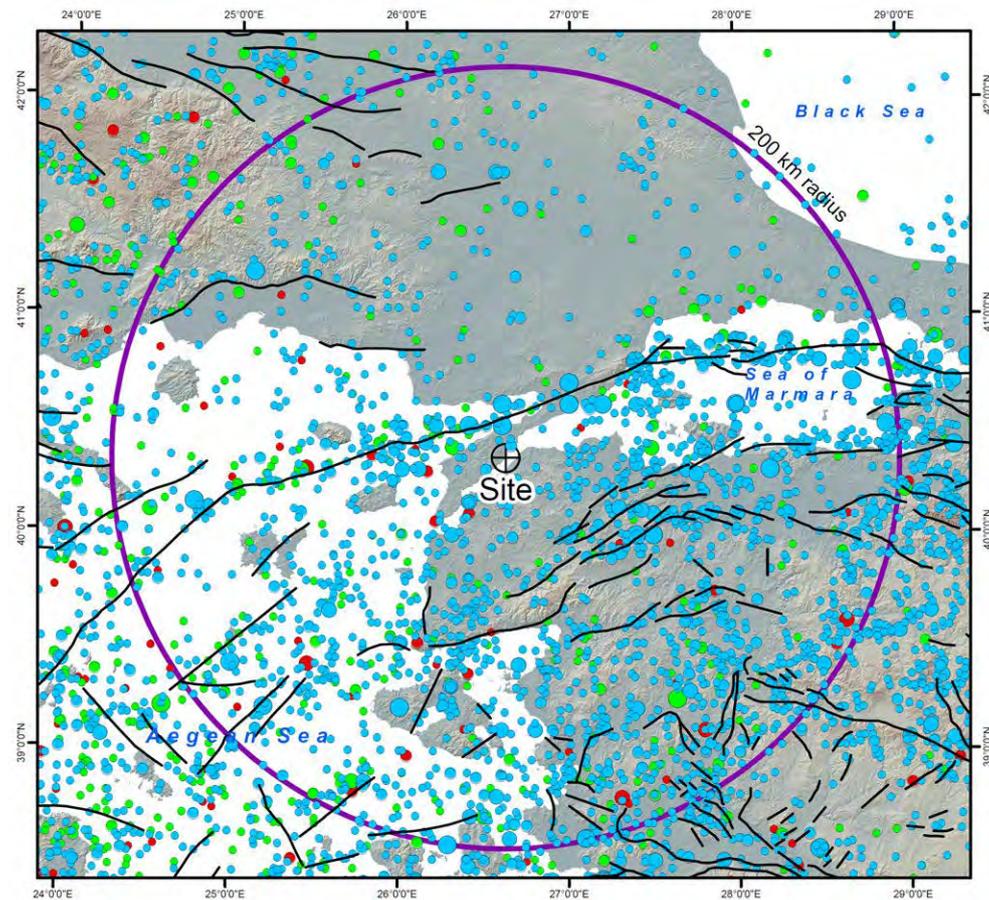


図 3.4.13 広域地質構造と過去に発生した地震

表 3.4.5 NAF 北ブランチにおいて過去に発生した大規模な地震

発生年月日	座標		マグニチュード Ms	主な被災地
	緯度	経度		
477-08-25	40.8	29.5	7.2	チャナッカレ、ゲリボル、サロス
832-10	40.9	27.4	-	パニオン、マルマラエレリシ
1063-09-23	41.0	29.0	7.4	サロス、ムレフテ、テキルダー、イスタンブール
1343-10-18	41.0	29.0	7.0	イスタンブール
1344-11-06	40.7	27.4	-	テキルダー、イスタンブール
1354-03-01	40.6	26.9	7.4	テキルダー、チャナッカレ、ゲリボル、サロス
1659-02-17	40.5	26.4	7.2	テキルダー
1766-05-22	41.0	29.0	7.4	イスタンブール、ボスポラス、ムンダヤ湾、ブルサ、イズミット、テキルダー
1766-08-05	40.6	27.0	7.4	ボズカード、チャナッカレ、ゲリボル、サロス、テキルダー
1912-08-09	40.7	27.2	7.3	ゲリボル、サロス、テキルダー
1912-09-13	40.7	27.0	6.9	ゲリボル、サロス、ムレフテ

(4) 陸上ボーリング

層土及び岩石コアを収集して層序変化の特性を明らかにし、下層土及び岩石の強度や剛性を明らかにするため、橋梁サイトで陸上地盤ボーリングを実施した。

掘削作業は、土地所有者一人ひとりの許可を得た上で開始した。アナトリア側のAAN-1ボーリング孔は、土地所有者の許可取り消しにより深さ63.8mで中断となったが、掘削装置を別の位置(AAN-1A)に移して深さ150mまでのボーリング孔を完成させた。

AAN-1Aボーリング孔が完成したところで、被圧地下水が観測された。現場での観測によると、流速約0.5リットル/秒で被圧水頭は約3 mであった。

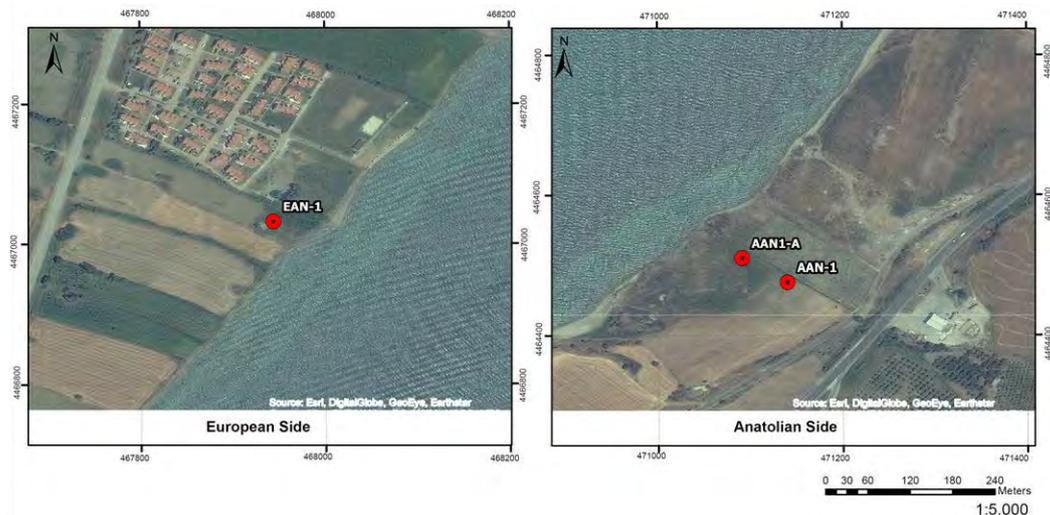


図 3.4.14 ボーリング位置

表 3.4.6 ボーリング座標

位置	区域	東	北	完成深度
AAN-1	アナトリア	471140.00	4464476.00	64.8m
AAN-1A	アナトリア	471091.00	4464510.00	150.0m
EAN-1	ヨーロッパ	467944.00	4467032.00	150.0m



図 3.4.15 掘削作業とコア記録作業

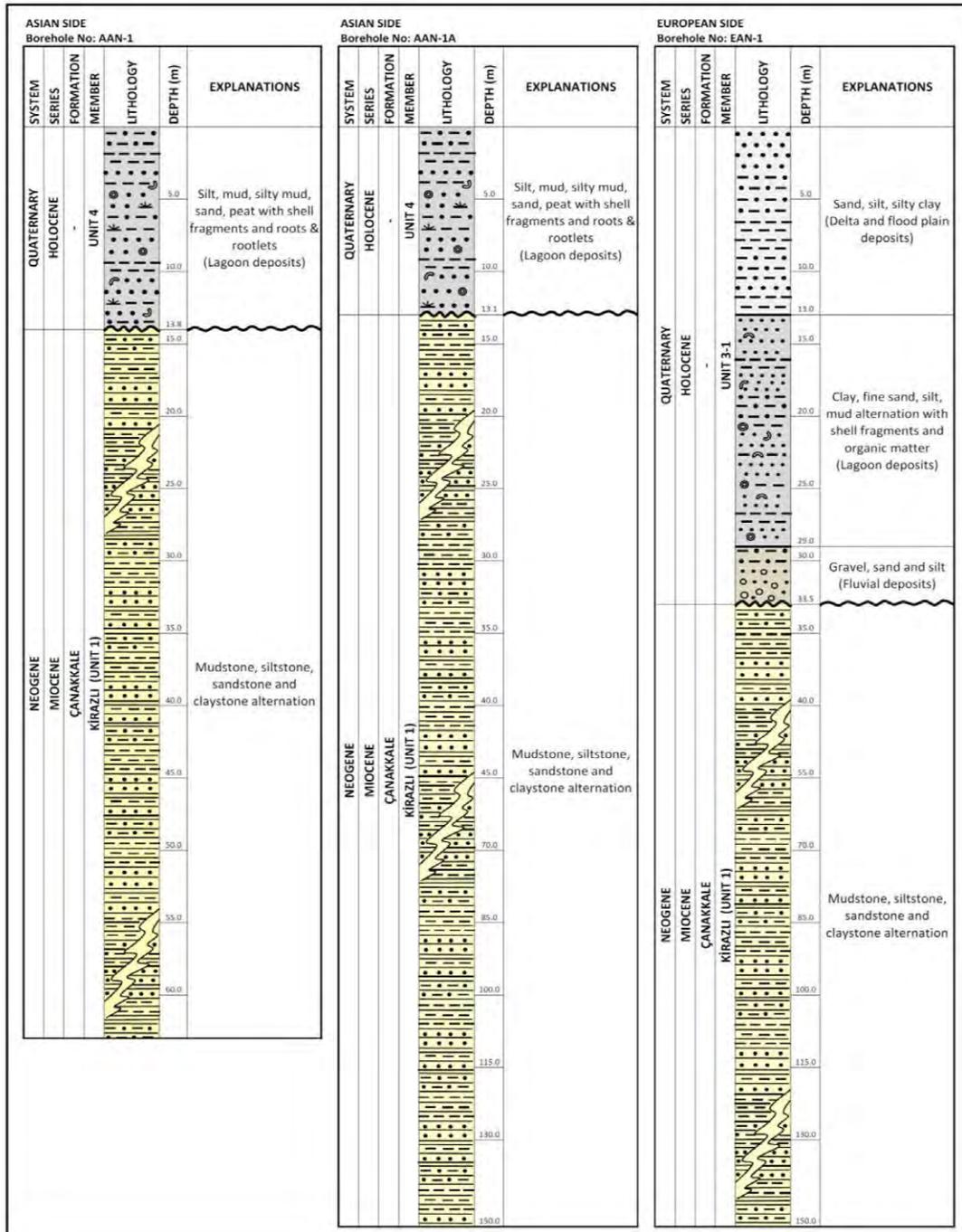


図 3.4.16 ボーリング孔データに基づく陸上地質に関する地質柱状図

1) ヨーロッパ側

プロジェクトサイト周辺のゲリボル半島 (Gelibolu Peninsula) 沿岸域は、デルタローブと小さな入り江があるため入り組んだ形状を呈している。イース岬の断崖に沿い西に向かって、侵食台地は北から南へ走るチャナッカレ累層露頭のチャムラクデレ部層で構成される。北方では、チャナッカレ累層のキラズル部層を覆う海成段丘堆積物が観測された。海成段丘の底面は海拔3~4m、上面は25mである。海成段丘堆積物は砂岩、シルト岩、礫岩で構成される。この地物は巨大化石が豊富で、イタボガキ (Ostrea) 堆を形成している。

ヨーロッパ側アンカレイジはムニユプベイ河口に位置し、波浪優勢デルタ (三角州) により識別される。図3.4.16に示すボーリング孔の層序から、アンカレイジにおけるデルタ堆積物の厚さは約30mであると分かる。貝殻を含む海洋層は、海へと埋め広める作用を有するデルタシーケンスであることを示唆する。水上データで確認された古水路を考慮すれば、ムニユプベイ河はデルタシーケンス下に古河道を有しているように見える。これにより、完新世海進初期にムニユプベイ河古流域は小さな入り江や潟湖 (ラグーン) へと変化し、その後、完新世初期に現世のデルタローブが発達したものと解釈した。

ヨーロッパ側に掘削した深さ150メートルのボーリング孔は、深さ0~33.5メートルのムニユプベイ河デルタシーケンスにぶつかり、その下には中新世期のチャナッカレ累層が広がる。

ボーリング孔で確認された中新世シーケンスは、次の二つの岩相層序単元に分類できる。

- 深さ95~150メートルで確認された中新世シーケンスは、炭素を含む中厚層理の砂岩—シルト岩泥岩—粘土岩互層で構成されている。この単元は、イース岬において露出する西傾斜チャムラクデレ部層と関連している可能性が高い。
- 深さ33.5~95メートルでこの単元を覆う砂岩が支配的なシーケンスは、スツトリュジェ地方において露出するキラズル部層に相当するものと評価した。

掘削による試料に基づき、完新世期のムニユプベイ河デルタシーケンスは厚さ約30メートルで、次の三つの岩相層序単元に分類できる。

- 最下部のシーケンスは深さ29.0~33.5メートルで確認され、河川で形成された黄褐色の灰色がかかった、丸いかやや丸みを帯びた礫岩及び砂岩により、ムニユプベイ河古流域の完新世以前の海進による河成堆積物を代表する可能性が高い。本シーケンスより下の中新世単元における高度な互層が、この理論を裏付けるものである。
- このシーケンスより上では、深さ15.0~29.0メートルに広がる二つ目の岩相層序単元が確認され、中薄層理の暗灰色で緑がかかった油性粘土・細砂・シルト・粘土・泥互層からなり、局所的な炭酸塩ノジュール及び層間地層を伴っている。このような岩相は、静かなあるいは低活力の波打つ水条件を代表するものであり、完新世海進開始時における潟湖 (ラグーン) や浅い入り江といった環境での堆積を示唆する。
- ボーリング孔の上方15mで確認された最上部の岩相層序は、貝殻を含む海洋堆積物の流入を伴う典型的なデルタシーケンスからなる。このシーケンスで支配的な岩相は、層を成していない灰黄色の砂、シルト、泥であり、小石が散在している。

2) アナトリア側

ヨーロッパ側とは対照的に、ラプセキ地区沿いのアナトリア側ダーダネルス海峡は線形傾向を示している。波が支配的な小デルタと海岸平野は、アナトリア沿岸の特徴的な地形特性である。海岸線と平行して縦に伸びる砂州、砂嘴、潟湖（ラグーン）、後背湿地は、潮流が海岸沿いの地形形成に影響する支配的プロセスであることを示唆している（図3.4.17）。

アナトリア側アンカレイジは、ラプセキ-チャナッカレ道路と海岸線との狭い海岸平野に位置する。この平野の地形は海浜とその後方にある後背湿地に代表される。北方で、海岸平野は波が支配的なデルタであるラプセキデルタに結合している。実際の砂州及び砂嘴は、デルタの物質が海岸に沿って南西方向へと運搬されることを示唆している。



(矢印は流向を示す)

図 3.4.17 アジア側海岸の主な地形構成

アナトリア側における二つのボーリング孔のボーリング孔ログを図3.3.16に示す。この二つのボーリング孔で、二つの主たる層序単元を確認した。最上部の単元は完新世シーケンスの一部である。いずれのボーリング孔も暗灰色、暗緑色のシルト・泥・シルト質砂質粘土互層で構成されていることから、後背湿地や潟湖（ラグーン）の層相における堆積を示唆している。いずれの岩相も貝殻片に富み、植物根痕がよく見られ、局所的泥炭層が確認された。こうした特徴は、完新世シーケンスの表層形態として特有であるため、湿地-潟湖（ラグーン）堆積を裏付けるものとなる。両掘削位置の中新世シーケンスは類似した岩相を呈しており、中厚層理の泥岩・シルト岩・粘土岩・砂岩互層となっている。泥岩はまだら赤色を特徴とする。確認した砂岩の厚みはシーケンスの基礎部分にいくほど増している。ボーリングANN-1Aの最下部層は、厚層及び層理のない砂岩からなる。両ボーリング孔における中新世シーケンスは、チャナッカレ累層のキラズル部層と相関している可能性が高い。

(5) 基礎工位置におけるジオハザードと予備的結論

1) ヨーロッパ側アンカレイジ位置

ヨーロッパ側アンカレイジ位置には、比較的厚いデルタ状の完新世堆積物（厚さ約35メートル）が存在する。本单元内の液状化粗粒層は、この堆積物内の深さ約25メートルまで広がっている。厚さ約15メートルの液状化層が地下に存在し、深さ20～25メートルには厚さ5メートルの層が存在する（図3.4.18）。液状化に対する安全率（FOS）は、繰り返し抵抗比（CRR）と繰り返し応力比（CSR）の比すなわち $FOS = CRR/CSR$ で計算する。液状化評価はNational Center for Earthquake Engineering Researchと、より新しいBoulanger及びIdriss方式に基づいて行った。

2) アナトリア側アンカレイジ位置

アナトリア側アンカレイジ位置には、表面付近に中新世期堆積物が存在し、軟弱な堆積岩/硬質土で構成されている。これらの物質により、アンカレイジ位置においては深い基礎システム（杭基礎あるいはケーソン基礎）に比較的適した基礎支持力が得られる。ただし、アナトリア側アンカレイジ位置の地盤断面の上方5メートルには液状化粗粒堆積物が存在することに注意する必要がある（図3.4.19）。

3) 主塔基礎位置

アナトリア側海底斜面沿いの35～40メートルを下回る浅さの区域は、砂州の斜面に面した水上のガリー型侵食水路を特徴とする。アナトリア側沿岸の砂州は、最大2ノット（最大3.7km/h）の沿岸潮流に関連する活発な層である。この砂州の急斜面上の侵食水路は、砂と土石流により形成されている。また、アナトリア側主塔が計画されている台地の海底形態も類似した侵食水路を示している。台地を侵食するこの水路は、斜面上層部からの物質がさらに下って深い水中へと運搬されていることを示唆する。砂州は、傾斜不安定性や多様なマスフロー、特に地震を原因とするものに対して脆弱な堆積環境を代表するものである。

ヨーロッパ側主塔は、最近の不安定性の地表証拠を示していない区域に位置する。

ヨーロッパ側アンカレイジで確認されたデルタ状堆積物は、ダーダネルス海峡にまで及んでいる可能性がある。このため、ヨーロッパ側アンカレイジに加えて主塔基礎にも液状化軽減対策が必要とされる。

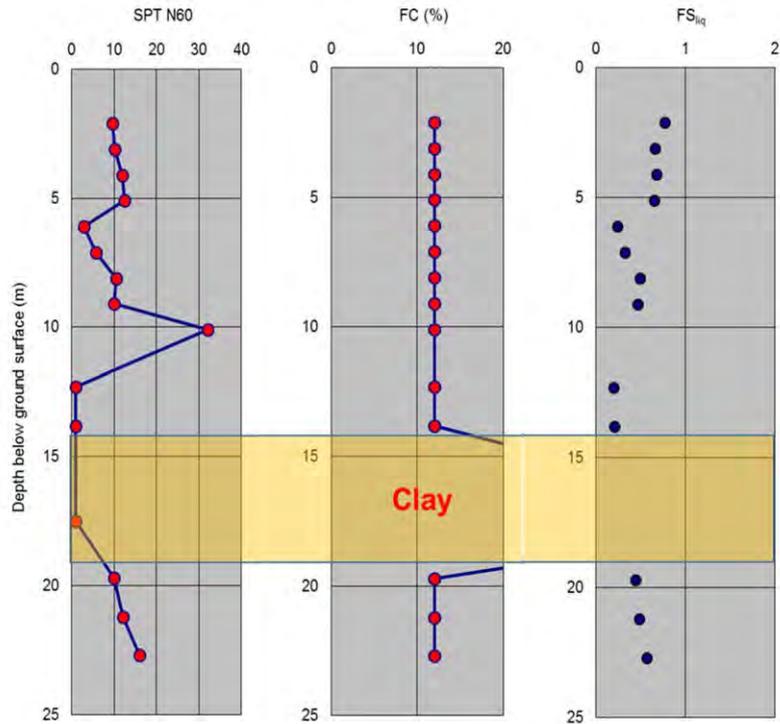


図 3.4.18 液状化誘発評価 - ヨーロッパ側アンカレイジ位置

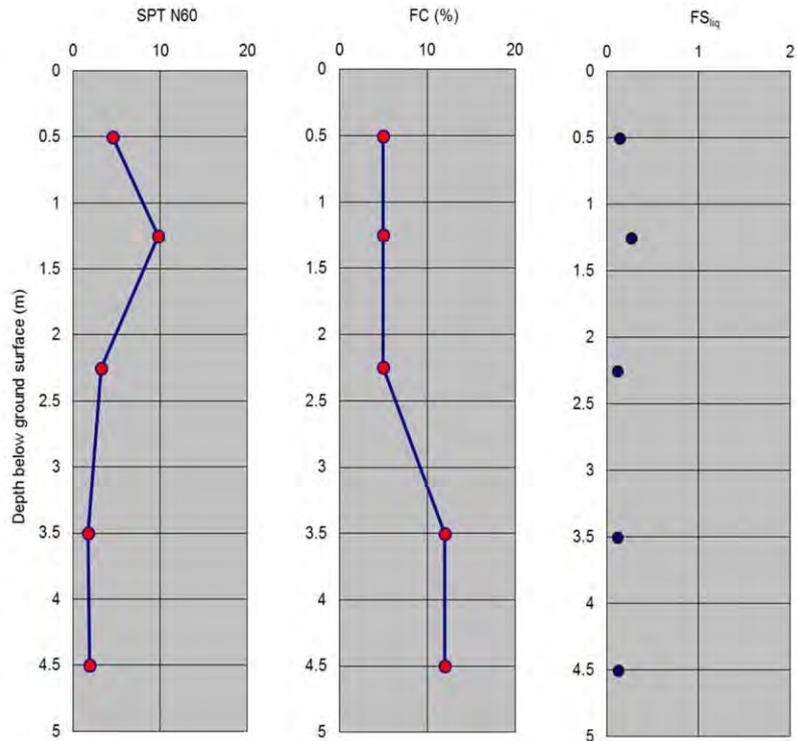


図 3.4.19 液状化誘発評価 - アナトリア側アンカレイジ位置

(6) 設計基準

調査結果とトルコにおける過去の類似プロジェクトを検討し、本報告書で採用する設計基準を表 3.4.7に示すものと定義する。本F/Sで検討する荷重組み合わせを表3.4.8にまとめる。本F/Sにお

る吊橋の概念設計は、現段階で十分に正確な妥当と思われる結果が得られる指定の状況下で実施した。詳細設計では、SLS及びULS、また船舶衝撃、ハンガーケーブルの断裂、火事、地震といった予期せぬ設計状況の多くの組み合わせを検討する必要がある。

表 3.4.7 設計基準

用途	車両通過用
車線配置	各方向 3 車線 (3@3.65m) 各方向 1 メンテナンスレーン (2.5m) 注：機能横断面を図面に示す
航路条件	1000m x 64m
道路条件	付随構造物まで最低 5.7m の上部空間
設計寿命	100 年
道路交通荷重	EN1991-2
気温	基準温度 = 15°C 最高：65°C 最低：-10°C

表 3.4.8 作用の組み合わせ

		SLS	ULS		事故
不変荷重		1.00	1.35	1.15	1.00
変動荷重	交通	1.00	1.00	1.35	0.30
	風 (交通による)	1.00	1.60	1.60	-
	熱	0.60	1.00	1.00	-
	地震	-	-	-	1.00

3.5 概略設計の実施

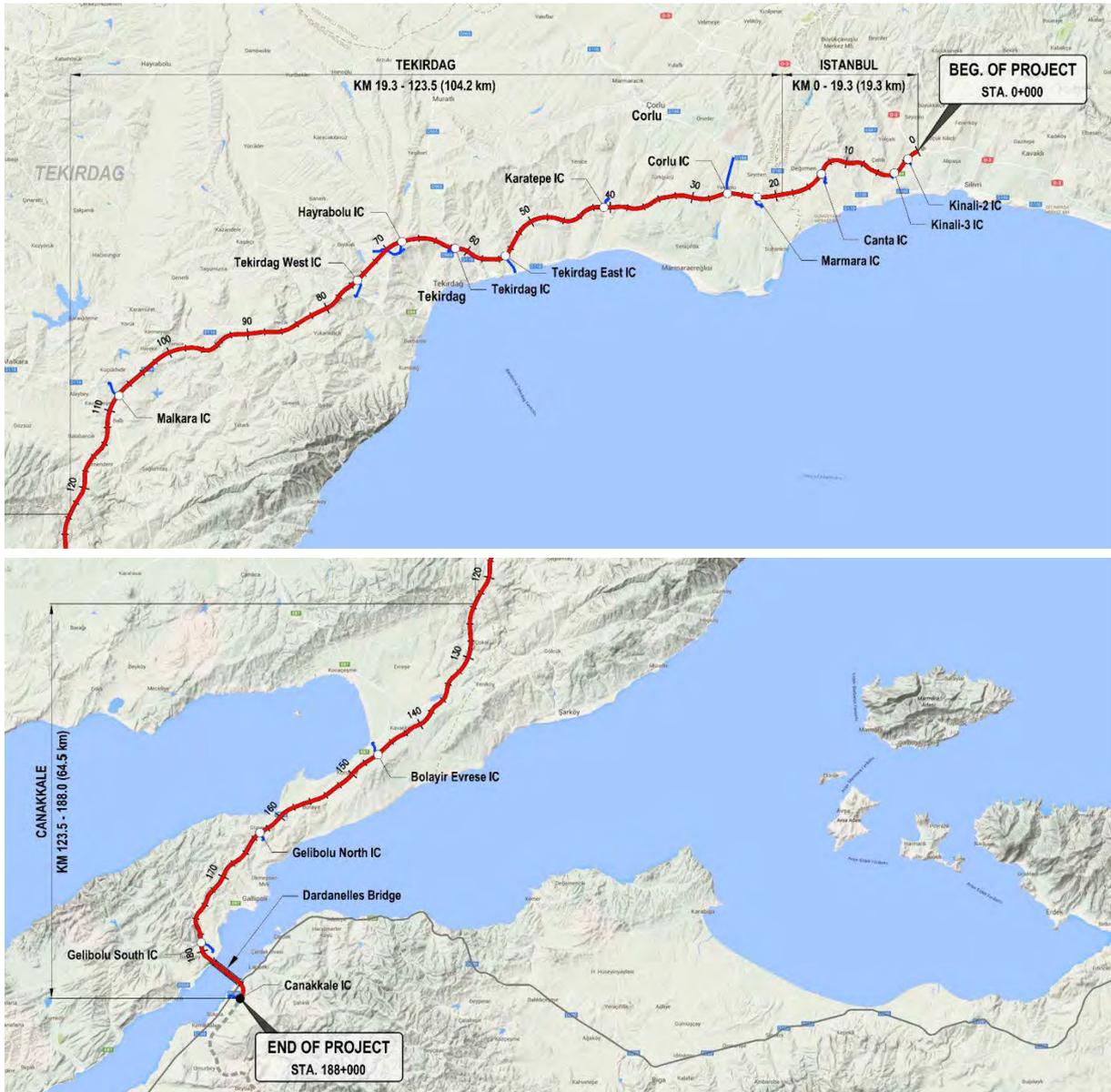
3.5.1 道路部

(1) 路線概況および道路線形

住民説明会にて公表されている路線図と周辺の地形状況を照らし合わせると、各区分における路線の概況と道路線形は下表のように整理できる。

表 3.5.1 区分毎の路線概況および道路線形

県	測点	延長	概況
イスタンブール	KM 01 - KM 19	19 km	<ul style="list-style-type: none"> • 路線周辺の地形は緩急の変化があり、自動車道が通過するルートでの標高は20～150mである。 • 路線線形は国道 D-100 と直交に近い交角にて住宅密集地や丘陵部を避けたルートがとられている。 • 途中2箇所緩い溪谷部を通過する。 • 丘陵部通過区間は最急縦断勾配 4%の採用が妥当と考えられる。 • 本区間では盛土高は最大で10m 前後、切土高は最大で15m 前後となることが推測される。 • イスタンブール県とテキルダ県との県境は Kiniki 川で、この位置も緩い溪谷部となっている。
テキルダ	KM 19 - KM 125	106 km	<ul style="list-style-type: none"> • 本区間の地形も緩急の変化があり、自動車道が通過するルートでの標高は20～300mである。 • 道路の幾何構造基準に平面線形要素の最大区間長 3,000m という規定があることから、公表されている道路線形は約3km 毎に左右に蛇行した平面線形がとられている。 • 丘陵部通過区間は最急縦断勾配 4%の採用が妥当と考えられる。 • 局所的な丘陵地を通過する区間にはトンネルが採用される可能性がある（合計3箇所）。 • 本区間での盛土高は最大で25m 前後、切土高は最大で25m 前後となることが推測される。 • チャナッカレ県との県境は標高 300～650m の山脈で、本道路の最高地点としては約300m の位置を通過すると推測される。
チャナッカレ	KM 125 - KM 188	63 km	<ul style="list-style-type: none"> • 山脈を過ぎた先の約30km 区間は、緩やかな地形が広がる。 • 国道 D-550 号線とほぼ平行に走るかたちで平面線形が計画されており、この区間も約3km 毎に左右に蛇行した平面線形がとられている。 • 本区間での盛土高は最大で30m 前後、切土高は最大で25m 前後となることが推測される。 • ダーダネルス海峡渡河後の地形は6%程度の斜面となっており、終点部分のインターチェンジ周辺は最大で高さ20m 前後の切土となることが推測される。



出典：JICA調査団

図 3.5.1 公表されているルート路線図

(2) 海峡渡河位置での道路線形

海峡渡河位置での橋梁建設費が本事業費の大部分を占めるであろう事を鑑み、海峡架橋位置に限っては概算事業費の算出を目的に、測量および地質調査を本調査内にて実施し、より詳細な技術的検討を行った。

当該区間の平面線形は、渡河位置の前後にそれぞれカーブが設定され、カーブの前後にインターチェンジが計画されているが、公表されている路線図によると、これらカーブの曲線半径はヨーロッパ側とアジア側とでそれぞれ1,000mと1,200mと推測される。これらはトルコ国基準を満足した線形であるものの、本邦基準のインターチェンジ周辺の幾何構造基準を満足していない点に留意した（NEXCO設計要領では最小2,000m、特例で1,600m）。

NEXCO設計要領ではインターチェンジ周辺での高速道路本線の線形に求める幾何構造基準を定

めており、これは、インターチェンジの流出入口が本線を走行する運転者にとってできるだけ遠方から確認しやすく、また、自動車が安全かつ円滑に流出入できるように設けられた規定であるが、トルコ国基準やAASHTO基準ではこのような規定は特にはない。

他方で、トルコ国基準やAASHTO基準では加速車線および減速車線の区間長がNEXCO設計要領の約1.5～3倍長く規定されており、インターチェンジ周辺の走行安全性はこの区間長にて担保されているものと考えられる。

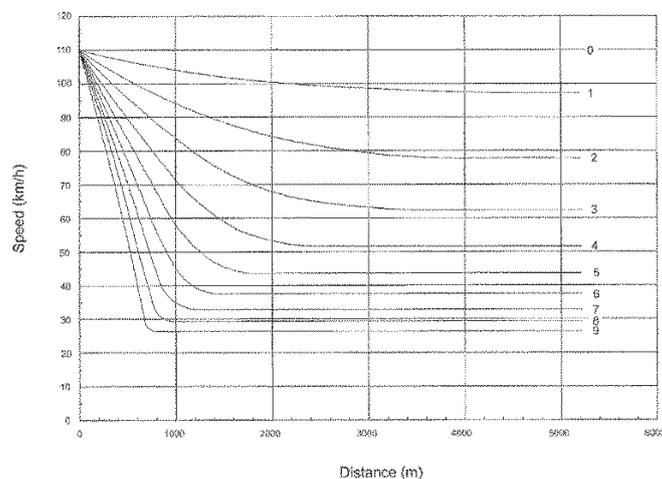
このため、本邦基準のインターチェンジ周辺の幾何構造基準を満足していない点については、当該箇所の地形的制約上から、両側の丘陵地を避け、土工量を最小限に抑えるために致し方なかったものと評価し、上記のような各国の設計基準の考え方の違いを踏まえた結果、既設計の平面線形は妥当であると言える。

	加速車線長（テーパー部除く）	減速車線長（テーパー部除く）
トルコ国基準	345m	280
NEXCO 設計要領	200m (1 車線)	100m (1 車線)

以上のことから、平面線形は公表されている線形を基本に検討することとした。

縦断線形については公表されている情報がない。このため、ダーダネルス海峡渡河部の縦断線形は、ダーダネルス海峡の国際航路としての海上クリアランスおよび交差道路とのクリアランスを確保し、表3.4.1で整理した幾何構造基準の最急縦断勾配である4%と、海峡大橋区間で許容できると考えられる最急勾配として2.5%（AASHTO基準で、上り坂での速度低下が70km/h程度まで）の2パターンを比較検討した。この結果、急勾配区間の延長と車の登坂能力、周辺環境との馴染みやすさから、2.5%が望ましいという結論にいたった。詳細は下表に記す。

なお、日本の道路構造令では設計速度120km/hの道路の最急勾配は2.0%と規定されている（特例値で5%まで）ことを勘案すると、道路の幾何構造としてより望ましいのは縦断勾配を2.0%とすることではあるが、①2.0%の場合の速度低下が75km/h程度までと2.5%の場合と大きな差がないこと、②緩勾配とすることで橋梁延長が前後500mずつ（合計約1km）長くなり建設費が上がることから、渡河部の縦断勾配を2.5%とすることは妥当であると考えられる。



出典：A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition (2011), AASHTO

図 3.5.2 大型車登坂性能曲線

表 3.5.2 海峡渡河部縦断線形比較

	縦断勾配 (案 1)	縦断勾配 (案 2)
平面図		
	<p>注) 紫色の枠：本調査で実施した測量の範囲</p>	
縦断図		
縦断勾配	4.0%	2.5%
急勾配区間	<ul style="list-style-type: none"> 4.0%の区間延長が 1.2~1.3km となるが、大型車の走行速度は1km 地点で 70km/h 程度、縦断曲線部に入った 1.4km 地点で 60km/h 程度まで低下するものと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 2.5%は本邦基準では特例値であり、また今回、区間延長が 1.9~2.2km となるが、大型車の速度は 70km/h 以上を維持できる勾配である。
景観性	<ul style="list-style-type: none"> 1km を超える 4.0%勾配の上り坂はドライバーにとって壁のように見えるため望ましくない。 外観上も望ましくないと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 2.5%はドライバー目線では急勾配とまでは言えず、海峡部分の平坦な地形に調和しやすいと考えられる。
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 橋梁構造は海峡横断部分のみとなるため、建設費は最小限に抑えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 吊橋のアンカレッジ位置でも道路の計画高が地表面より 40m 程度の高い位置となるため、レインボーブリッジと同様な大型のアンカレッジが必要となり、建設費は 4.0%案よりも高くなる。

(3) インターチェンジおよび接続道路

公表されている路線図によると、対象区間188kmの中で計画されているインターチェンジは合計14箇所あり、インターチェンジ間距離は概ね2~40kmの範囲となっている。日本では案内標識による誘導のし易さ等からインターチェンジの間隔を最小4km、最大30kmとなるような配置を一般基準（「NEXCO 設計要領第4集 インターチェンジ幾何構造設計要領」）としているが、トルコ国基準ではインターチェンジ間距離に係る規定はない。また、①起点部分では自動車道O-3号線や

国道D-100号線が近接した位置での計画であるためインターチェンジ間距離が短くなってしまふこと、②KM75～146は途中に大きな都市や主要な交差道路がないこと、から本計画は妥当と考えられる。

なお、②の区間については、途中にサービスエリアの設置が計画されていることから、必要に応じてサービスエリア直結型インターチェンジ（スマートインターチェンジ・タイプ）設置も考えられる。

表 3.5.3 計画されているインターチェンジと接続道路一覧

番号	測点	インターチェンジ名	接続道路	IC 間距離 (km)
***	-1+000	Kinali-1 インターチェンジ	自動車道 O-3 号線	***
1	3+700	Kinali-2 インターチェンジ	Kinali リンク道路	4.7
2	14+000	Canta インターチェンジ	国道 D-100 号線	10.3
3	22+400	Marmara インターチェンジ	国道 D-567 号線	8.4
4	26+000	Corlu インターチェンジ	Corlu 空港アクセス道路	3.6
5	40+600	Karatepe インターチェンジ	県道 59-05 号線	14.6
6	55+200	Tekirdag 東インターチェンジ	国道 D-110 号線	14.6
7	61+400	Tekirdag インターチェンジ	国道 D-565 号線	6.2
8	68+000	Hayrabolu インターチェンジ	国道 D-555 号線	6.6
9	75+000	Tekirdag 西インターチェンジ	国道 D-110 号線	7.0
10	108+000	Malkara インターチェンジ	国道 D-110 号線	33.0
11	146+200	Bolayir-Evrese インターチェンジ	国道 D-550 号線	38.2
12	163+200	Gelibolu 北インターチェンジ	国道 D-550 号線	17.0
13	179+000	Gelibolu 南インターチェンジ	国道 D-55 号線	15.8
14	188+000	Canakkale インターチェンジ	国道 D-200 号線	9.0

(4) サービスエリア

公表されている路線図によると、対象区間188kmの中で計画されているサービスエリアは合計7箇所あり、サービスエリア間距離は概ね13～30kmの範囲となっている。日本の自動車道の設計基準「NEXCO 設計要領第4集 休憩施設設計要領」では、パーキングエリアを含むすべての休憩施設の配置間隔を標準で15km毎、最大で25km毎に設置するのが適正間隔としているが（サービスエリアは標準50km毎、最大100km毎）、トルコ国の基準ではサービスエリアの設置標準間隔を5～60kmとしていることから、同計画は概ね問題ないものと考えられる。

表 3.5.4 計画されているサービスエリア一覧

番号	測点		面積(m ²)	SA 間距離 (km)
1	18+200	サービスエリア	200,000	***
2	31+600	サービスエリア	40,000	13.4
3	47+500	サービスエリア	55,000	15.9
4	70+500	サービスエリア	190,000	23.0
5	99+400	サービスエリア	50,000	28.9
6	112+500	サービスエリア	50,000	13.1
7	140+500	サービスエリア	160,000	28.0

(5) 主要構造物

交差する道路との交差構造形式については、公表されている道路線形や周辺の地形を参考に、①交差する道路が4車線以上の場合には自動車道本線を上（橋梁）にして交差道路上を通過、②交差する道路が2車線以下の場合には交差する道路を上（橋梁）にして自動車道上を通過する形、を原則として必要な構造物数を設定した。

また、交差する河川についても原則として連続高架橋を含む橋梁での交差とし、一部丘陵地では切土量や周辺の土地利用を勘案してトンネル区間の可能性も想定した。

表 3.5.5 主要構造物一覧

構造物		個数	備考
交差道路	本線橋梁	22	4車線以上、橋長：80m程度
	跨道橋	93	2車線、橋長60m程度
	ボックスカルバート	32	
河川	本線橋梁	9	橋長：80m～1.2km程度
トンネル		3	延長500m～1km程度

(6) 舗装設計

道路設計基準「Motorways Project Engineering Services Criterion Report」によると、自動車道の標準的な舗装構成は下表左側に示す通りとなっている。

表 3.5.6 標準舗装構成

舗装構成	厚さ (mm)
表層 (アスファルト混合物)	50
基層 (アスファルト混合物)	80
上層路盤 (加熱アスファルト安定処理)	120
上層路盤 (粒状材料)	200
下層路盤 (粒状材料)	300
路床	500

3.5.2 橋梁部

入手可能なデータに基づき、「3.4 設計条件の設定」に記載する前提のもとに吊橋の概念設計を作成した。橋の一般的配置を図3.5.3に示す。主な各部材については後述する。

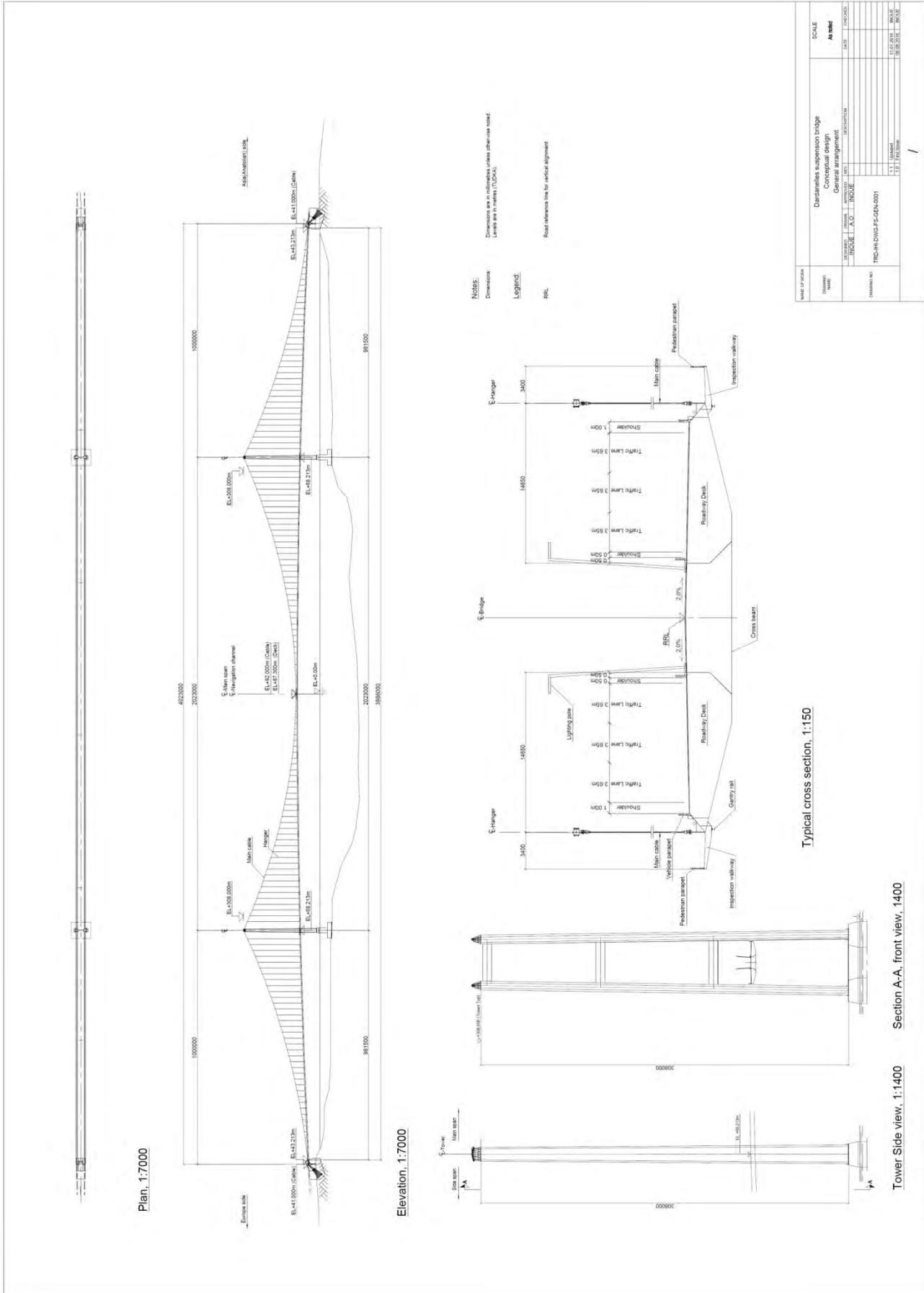


图 3.5.3 全体一般图

(1) アンカレイジ

アンカレイジは陸上に位置する。この条件により、現在世界最長の橋とされる日本の明石海峡大橋と同様の支間配置となる。前述のとおり、ヨーロッパ側（深さ25～30mまで）とアナトリア側（5～7mまで）の両方に液状化地盤があるため、アンカレイジの施工に先んじて大規模な地盤改良・置換が必須となる。ヨーロッパ側では深さ約30m、アナトリア側では深さ約15mである程度硬質な地盤を確保できるため、この地盤に重力式の従来型アンカレイジを設置するのが妥当な解決策と考える。

(2) 主塔基礎

ダーダネルス海峡にはヨーロッパ側アンカレイジと同様の地質特性が広がっているものと予想されるため、主塔基礎の施工に先んじて、液状化地盤に対する地盤改良が必須となる。さもなければ、橋梁の活荷重、地震作用、船舶衝撃に対して十分な構造物を提供するのは非常に困難である。

主塔基礎は、ケーソン、2基のシャフト、台座、つなぎ梁からなる。架設方法によっては、シャフトに鋼コンクリート合成構造を採用して浮上安定性の向上を図ることもある。

ダーダネルス海峡は大型タンカー/船舶の海上交通量が多いため、船舶衝突防止策の設計が重要な項目のひとつとなる。水深、環境影響、工程を考慮すると、ドルフィンや人工島による対策は実現不可能であり、船舶衝突にも耐える主塔基礎の設計が合理的と思われる。

(3) 主塔

BOTプロジェクトの最重要課題のひとつである短工期を達成するには、鋼製主塔が適していると考えられる。渦励振を軽減するための空気力学的アプローチが要求されるため、本F/Sではコーナーカット形状を前提とする。主塔はケーブルIPでEL +316mとなり、各脚に3本の横桁をつなぐ。全体一般図を図3.5.4に示す。

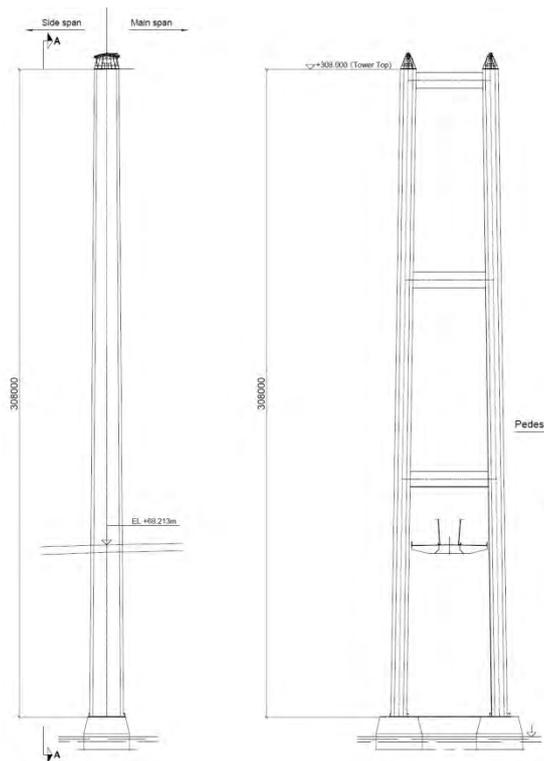


図 3.5.4 主塔の全体一般図

(4) ケーブル

短工期の需要を満たすには、プレハブ平行ワイヤーストランド（PPWS）工法が適している。支間配置により、側径間のエキストラストランドは特に予定しない。PPWSの総本数、工程、橋梁剛性、組立工程等の適正なバランスを考慮すれば、引張強度1760～1860MPaが合理的な解決策となる。

(5) 桁

長支間吊橋においては、適切な風安定性を備えた桁の設計が最重要課題のひとつとなる。フラッター安定性能の低さは重大な問題であり、支間が長くなるほど悪化する。これは支間が長くなるにつれ橋梁全体の力学における主ケーブルの作用が増大するため、支間が長くなれば最初の回転振動数と垂直振動数の比率が小さくなることによる。さまざまな桁断面における支間長に応じた固有振動数の減少を図3.5.5に示す。垂直振動数と回転振動数が接近すると、空力作用に関連する同等の回転剛性により、簡単に振動数は等しくなり、低風速でフラッター不安定性が生じる。

十分な空力的安定性を確保するにはトラス型（明石海峡大橋のような）かツインボックス型が解決策となり得るが、主に重量の点においてツインボックス型が妥当と思われる。過去の調査に基づき、2つの桁の間隔は10mを前提とする。前提となる断面図を図3.5.6に示す。

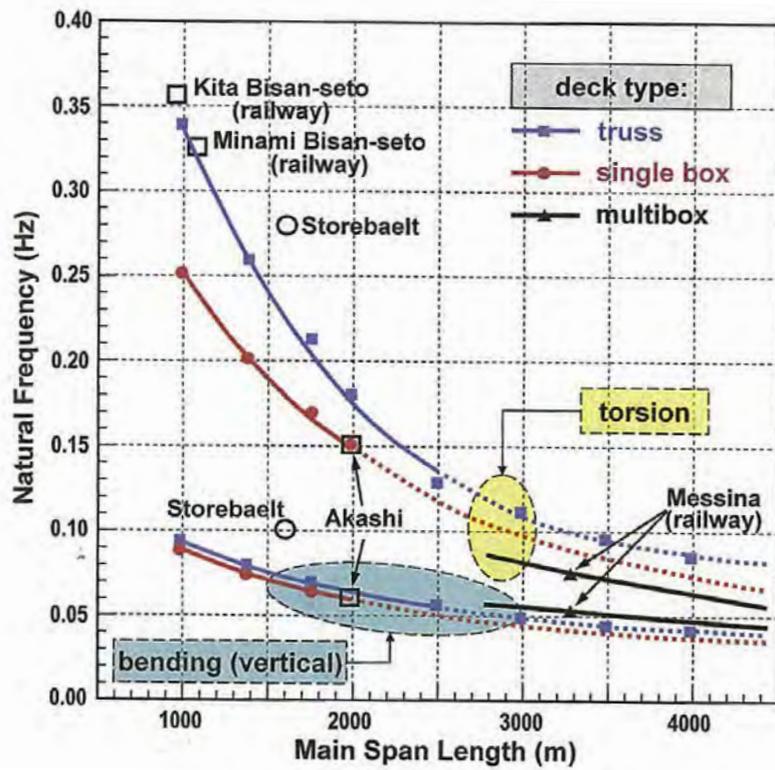


図 3.5.5 主支間長に応じた固有振動数の減少

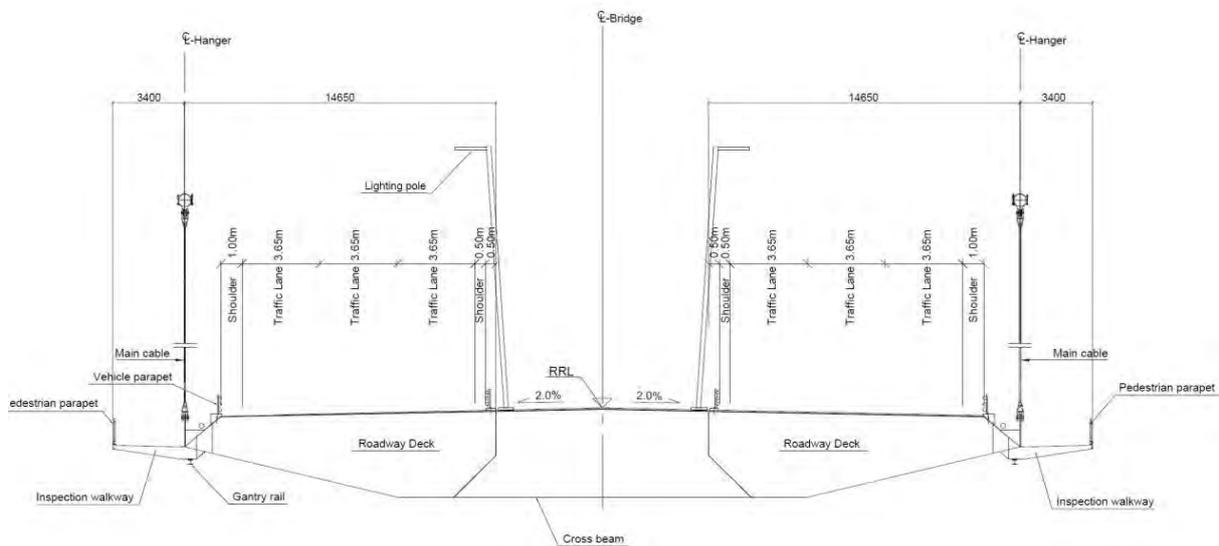


図 3.5.6 桁の全体一般図

3.6 施工計画の策定

3.6.1 道路部

(1) 概要

プロジェクトの対象道路延長は188km（海峡大橋4km含む）で、主な施設は、橋梁延長7,900m、トンネル延長2,000m、インターチェンジ15か所、休憩施設7か所となっている。

道路部の全体工期を表3.6.1に示す。

表 3.6.1 概略実施工程表

	2017				2018				2019				2020				2021				2022				2023																																																																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84																				
詳細設計	■																																																																																																							
準備工	■																								■																																								■																				■																			
土工	■																								■																																								■																				■																			
舗装工	■																								■																																								■																				■																			
橋梁工	■																								■																																								■																				■																			
トンネル工	■																								■																																								■																				■																			
附帯工	■																								■																																								■																				■																			
片付け工	■																								■																																								■																				■																			

(2) 仮施設配置

図3.6.1に示すように、計画路線沿線に採（砕）石場が点在していることから、これらの既存施設を活用するものとする。

また路線のほぼ中央より起点側に位置するテキルダの街には、ガントリークレーンを有する港があることから、海上輸送による資機材の搬入は、計画路線に近い当該港湾を使用できることが望ましい。したがって、ベースキャンプもテキルダ周辺に設置することが望ましい。



図 3.6.1 対象路線と既設採（砕）石場とベースキャンプ候補地

3.6.2 橋梁部

(1) アンカレイジ

アンカレイジの施工は、地盤改良/置換、掘削、杭（もしあれば）、大型コンクリートブロックの施工、トライアングュラーケーブルアンカレイジの施工からなる。

アンカレイジ位置の液状化地盤に対しては、コンパクション、高圧噴射攪拌（ジェットグラウト）、リプレースメントといった地盤改良工法が可能であり、杭打ち基礎も適用できる。大型機材の有無、経験、工程、環境影響を検討しながら、このような工法のうち最適なものを選定する必要がある。

(2) 主塔基礎

専用ドライドックでケーソンの施工を行う。サイト付近にドライドックもウェットドックも建設する場合は、ケーソン及びシャフトの残りの部分は浮遊状態のウェットドックにて完成する。その後、ケーソンセルにバラスト水を注水することにより、最終地点で構造物を曳航・沈降する。沈降作業の後、台座及びつなぎ梁の残りのコンクリートをその場で打設する。

曳航・沈降作業によりダーダネルス海峡の船舶交通が制限されるため、着工前に一時的な迂回や航路標識を含めて、関係機関の適切な許可を得る必要がある。

主塔基礎を設置する前に、液状化地盤に対する地盤改良と基底部及び海底への砂利床整備を行う。主塔基礎における水深は約40mであるため、利用できる地盤改良工法は限定される。大型機材の有無、経験、工程、環境影響を検討しながら、最適なものを選定する必要がある。

最後に、スキップやクラムシェルを取り付けたクレーン船により、ケーソンに洗掘防止岩を配置する手法を用いて洗掘対策を施す。

(3) 主塔

組立プロセスはパネル製作、ブロック組立、仮組立からなる。水平継手（溶接継手の場合）において設計された形状とルートギャップが規定の誤差内で達成できた場合、水平位置または垂直位置で仮組立を実施する。仮組立の後、ブロックは解体/撤去して保管場所に保管する。

塔柱セグメントは、たいていの場合フローティングクレーンとセルフクライミングクレーンを併用して架設する。これらの能力や組立及び運搬上の制限によっては、鋼製主塔をブロックやパネルに分解する必要がある。

(4) ケーブル

主ケーブルは、エアスピニング方式とプレハブパラレルワイヤーストランド（PPWS）を用いる二つの方法で施工することができる。エアスピニング方式では、スピニングホイールを用いてワイヤを個別に引き出し、橋梁のアンカレイジ間を往復するが、ワイヤは通常一度に2～12本引き出される。ストランドのワイヤは、両端のアンカーブロックに固定された支承に巻きつける。

PPWS方式では、複数本のワイヤーを平行に配置して束にし、専用のバイディングでまとめて両端にはめ込む。ソケットは一般に、円錐状のくぼみのある鋳鋼ブロックで、そこにワイヤーを挿入してポリマー樹脂や溶融金属合金により接着する。大きなドラムでサイトにPPWSが届き、一度に両端に引き出して、ケーブルの全束を両端のアンカレイジに設置し取り付ける。PPWSは、完成ケーブルの全長に対して作成する必要があるため、長支間の場合、ひとつの束にまとめるワイヤーの本数は実際の重量やサイズにより制限される。PPWSを用いて架設した初の橋梁は米国のニューポートペルブリッジである。これまでで最大のPPWSは127本のワイヤーで構成されている。こうした制限は、この方式で架設される橋梁が増えるにつれ、間違いなく改善されるだろう。このケーブル架設方式で建設された最大の橋は日本の明石海峡大橋であり、1,991mの主支間を有する。各主ケーブルは、それぞれ127本のワイヤーを束ねたストランド290本で構成されているため、直径5.23mmのワイヤーを計3万6,830本使用していることになる。完成したケーブルの直径は1.12mである。

本F/Sでは、本橋梁にはPPWS方式が適していると考ええる。

(5) 桁

製作、運搬、保管、架設上の制限に応じて、補剛桁はいくつかのセグメントに分類される。一般的な組立プロセスは、パネル組立、セグメント組立、仮組立からなる。組み立てたセグメントを荷船に積み込んで橋梁の下に運搬する。

桁の設置は、フローティングクレーンを用いて吊材を有さない桁セグメントを持ち上げる方法と、主ケーブルに取り付けた吊上装置を使用して吊桁セグメントを持ち上げる方法の二種類で実施する。一時的な連結によりフローティングクレーンや吊上装置から桁の重量がリリースされる前に、吊桁セグメントをあらかじめ設置した桁セグメントの端に接続する。

3.7 運営・維持管理計画及び体制の策定

3.7.1 維持管理計画策定方針

本章で検討する維持管理計画については、本件がBOTプロジェクトであり、国際競争入札に付されることから、その仕様書となるKGMの定めるO&Mマニュアルを基礎として検討した。O&Mマニュアルに記載のない項目については、日本の高速道路会社の基準類を適用した。なお、今回適用した日本の基準類については、トルコと日本の気候等の種々の条件が異なることから必ずしも適切であると言えないため、日本の基準類を採用した箇所については、適宜、維持管理を実施する段階においてトルコの現場条件に合わせて見直していく必要があると考える。

また、本維持管理計画については、トルコ国におけるBOTプロジェクトの先例であるゲブゼ～イズミール自動車道プロジェクトの入札書類も参照しており、プロジェクト終了後、トルコ政府へ自動車道を引き渡す際の道路構造物の性能基準を満たし、将来にわたって持続可能で適格な維持管理・更新を行うための予防保全の観点も考慮して維持管理計画の検討を行った。

(1) 比較検討した基準類

比較検討した基準類は以下の通りである。その他にKGMのメンテナンス担当者へのインタビューやトルコ国での現地踏査、及び日本の高速道路会社の経験を踏まえて比較検討を行った。

また、トルコと日本の高速道路会社の基準類の比較を行ったところ、両基準とも大部分が同様であることが判明した。この件について過去にトルコへ派遣された日本道路公団の自動車道の専門家に聴取したところ、日本道路公団の基準類を活用してトルコ国の基準類の整備をおこなっていたことがわかった。

トルコ国	<ul style="list-style-type: none">● KGM O&M マニュアル● ゲブゼ～イズミール自動車道プロジェクト 入札書類 一式
日本	<ul style="list-style-type: none">● 高速自動車国道中央自動車道富士吉田線等に関する維持、修繕その他の管理の仕様書● 一般国道号（本州四国連絡道路（神戸・鳴門ルート））等に関する維持、修繕その他の管理の仕様書

また、KGM O&MマニュアルのChapter20には以下の基準を順守するべきとされており、O&Mマニュアルにおいては以下の基準の要素が含まれる。

- Highway General Technical Specification: ANKARA-2006
- Highway Project Engineering Services Technical Specification:ANKARA-2008
- Highway Project Engineering Services Criteria Report: ANKARA-2009
- Highway Project-Construction And Maintenance Works Landscaping Services Technical Specification: MART-2010
- Highway Landscape-2 Planting With Spray Method (Hydroseeding) Technical Specification: ANKARA-2008
- Bidding Terms Of Design Of The Service Facilities, Construction, Maintenance, Operation And Transfer Related To Voyage On Highway:Mayis-2006

- Technical Specification Of The Service Facilities, Maintenance And Operation Related To Voyage On Highway:Eylül-2010
- Technical Specification Of The Service Facilities Related To Voyage On Highway: Mayıs 2010
- Handbook Of The Service Facilities, Maintenance And Operation Related To Voyage On Highway: Eylül-2010
- Technical Specifications for Fare Collection Business in Roads and Bridges : Eylül 2008
- Acquisition Plan Generation Engineering Technical Specification: Nisan 2011
- Technical Specifications of highways and terrestrial photogrammetric map Engineering Services: ANKARA - 2011
- Surveying Engineering Services Technical Specification, ANKARA-TEMMUZ 2005
- Highway Maintenance Manual: ANKARA - 1998
- Access Controlled Highways Traffic Signs Standards: 1999
- Highway Flexible Pavement Design Guide : ANKARA - 2008
- Environmental Impact Assessment Regulation: Mart - 2006

(2) BOT 事業者が順守すべき性能基準について

BOTプロジェクトで実施が想定される本プロジェクトについては、運営中及び運営終了後の性能基準が明記されており、この点は日本の基準とは異なっている。主な性能基準の記載内容は道路構造物等ハードウェアとオペレーションの性能基準の2つに大別されている。詳細については、表 3.7.1のとおりとなっている。

表 3.7.1 道路構造物等の性能基準項目

項目	パラメーター
機能性基準	<ul style="list-style-type: none"> • 国際ラフネス指数（ドライビングクオリティ） • わだち掘れ量 • 路面のすべり抵抗値
構造基準	<ul style="list-style-type: none"> • たわみ量（冬季終了時及び春季当初に測定）

出典：Motorway Operation Maintenance and Repair Technical Principles
KGM O&Mマニュアル Part3 (Performance Criteria of Highway Superstructure)

表 3.7.2 オペレーションの性能基準

	項目	計画サービス水準
1	事象への反応時間	15分
2	利用者の危険となっている損傷した施設の補修時間	12時間以内に対応
3	その他の重要施設の補修時間	24時間以内に対応
4	料金収受システム 料金システムは99%の性能で運用	サービスの質およびエラーは1%を超えてはならない
5	事象・事故後の対応	1時間以内、日中-夜
6	利用者への警告	1時間以内
7	破片の清掃および対象物の撤去	直後または必要な時に
8	亀甲状ひび割れ、ブロック状のひび割れ	14日

	項 目	計画サービス水準
9	横断方向のひび割れ、縦方向のひび割れ	14 日
10	タイヤトラックへの settlement	14 日
11	アスファルト舗装のパッチと欠陥事例	24 時間
12	道路の直立標識	24 時間
13	情報板	2 週間
14	車両ガードレール	48 時間
15	高架上の車両及び歩行者ガードレール	48 時間
16	ワイヤフェンス	24 時間
17	植栽への灌水、路側のゴミ・廃棄物の清掃	7 日
18	料金管理所のそばの植物への灌水	1 日 1 回
19	自動車道の在庫管理	変更があるごとに更新
20	自動車道のガードレール、直立標識、路面標示、パッチング処理、個別のアスファルト舗装の損傷等（事故によって発生したものを除く）	48 時間以内
21	換気、トンネル照明	48 時間以内
22	火災消火施設	24 時間以内
23	電源・配電系統	24 時間以内
24	緊急電源	6 時間以内
25	緊急電話	6 時間以内
26	無線通信系統	24 時間以内
27	料金収受システム	2 時間以内
28	トンネル内 CCTV	6 時間以内
29	雪氷作業	速やかに対応
30	上部構造物のニス塗装	14 日
31	交通の障害になっている事象 化学的な危険	速やかに対応
32	伸縮継手の損傷	14 日

出典：KGM O&Mマニュアル Part18 (General Performance Criteria for Maintenance and Operation of Highways and Bridges)

3.7.2 維持管理計画概要

(1) 基本方針

1) 基本方針

自動車道を利用されるお客様（以下、「利用者」という）の安全・安心・快適を促進するため、迅速に故障・事故・災害などの危機管理対応を24時間365日行っていく。また、道路構造物を、百年以上に渡って健全な状態で後世に残していくため、適時適切な道路維持管理を行う。

2) 対象となる路線及び範囲

対象となる路線は、クナル～チャナッカレ間の188.0キロ（海峡大橋4kmを含む）であり、主な構造物及び施設は、橋梁7,900m、トンネル延長2,000m、インターチェンジ15か所、休憩施設7か所となっている。

3) 業務区分

維持管理業務は、大きく4つの業務①維持業務、②修繕業務、③料金收受業務、④交通管理業務に区分する。それぞれの業務の概要は以下の通りとする。

- 維持業務： 利用者が、日々、安全・快適に走行できる道路空間の確保に資する業務（点検及び清掃作業等）
- 修繕業務： 構造物、設備、車両等の機能、性能を原状回復させる補修又は取替え業務
- 料金收受業務： 利用者から通行料金を收受する業務及びこれに付随する業務
- 交通管理業務： 利用者が日々、安全・円滑に走行できるよう異常事象の未然防止及び発生時の早期交通の確保に資する業務

(2) 対象路線の概要

1) 対象路線の概要

地形特性

本路線は起点から終点にかけて全般的に標高300m未満の緩やかな丘陵地帯を通過するルートである。テキルダ県とチャナッカレ県の県境付近の一部区間においては山岳地帯を通過する。

気象特性

本路線の対象地域であるマルマラ海周辺地域は、温暖湿潤気候と地中海性気候に属し、夏には涼しく冬には降雪も見られる。特に、イスタンブール県及びテキルダ県においては、冬季の月平均最低気温が0度を下回る期間があり、雪氷対策作業が必要となる。

2) 料金体系

料金体系

一般的に料金体系は①対距離料金制、②均一料金制に区分される。本自動車道は当該路線と接続する既存自動車道や現在BOTにて建設中のゲブゼ〜イズミール自動車道によってネットワーク化されることが想定されるため、「対距離料金制」が最も適切な料金体系である。但し、ダーダネルス海峡大橋については海峡を渡るために橋のみの利用が相当数見込めること及び通常の道路部に比べて建設コストが著しく大きいことから、特別な料金を設定する必要がある。（第一ボスポラス・第二ボスポラス海峡においては、橋梁部分に特別料金が設定されている。）

交通の円滑化の観点から、海峡大橋部や他道路との接続点において本線料金所は原則設置せずに、各ICに料金所を設置するクローズドシステムを検討する必要がある。現時点において他自動車道との統合された料金体系に関して要調整事項となっている。

車種区分

トルコの現行の料金体系は5車種で料金徴収が行われており、本プロジェクトにおいても同様の車種区分で料金徴収を行う。以下にトルコの料金体系を記載する。

表 3.7.3 車種区分

車種分類	車 種
1	車軸間隔が 3.20m より小さい 2 軸車 (例、普通乗用車、バイク 上記を満たすトラック、バン、ミニバスを含む)
2	車軸間隔が 3.20m より大きい 2 軸車 (例、バン、ピックアップトラック、救急車、霊きゆう車、中型バス、バス、及びトラック)
3	すべての 3 軸車 (例：バス、トラック、トレーラー、車種 1 及び車種 2 に 1 車軸の被牽引車両を装着した場合も含む)
4	すべての 4 軸及び 5 軸車 (例、バス、トラック、及びトレーラー、車種 1 に 2 車軸の被牽引車両を装着した場合、車種 2 に 2 車軸の被牽引車両を装着した場合)
5	すべての 6 車軸もしくはそれ以上の車両 (例、トラック、トレーラー)

出典：KGMのHPよりJICA調査団作成

料金徴収範囲

すべての利用者から料金徴収するものとし、全てのIC出入口に料金所を設置する。

料金徴収箇所

IC出入口に料金收受施設（以下、料金所という）を設置し、入口で入口情報を識別し、出口で読取り料金を精算する方式とする。

料金徴収方法の検討

KGMの運営する自動車道においては、過去には有人收受（現金徴収）が実施されていたが、現在においてはOGS及びHGSを使用した無人徴収が一般的であり、本プロジェクトにおいても同システムを使用した無人徴収を前提に検討を行った。

一方、ゲブゼ～イズミール自動車道プロジェクトの維持管理を担当しているOTOYOL社とのインタビューより、KGMの無人收受の方式が使用できず、有人收受（現金徴収）を実施する可能性もあるため、有人收受の際の体制について検討を行った。

料金所およびレーン設置

料金所およびレーン設置を以下の図のとおり検討した。レーンの配置については、現在のところ、重交通量が見込まれた料金所が想定されないため、現金徴収及びETC車を取り扱う上で最少のレーン配置とした。最少レーン配置とは、設備故障時のバックアップを考慮し、入口2レーン、出口2レーンである。

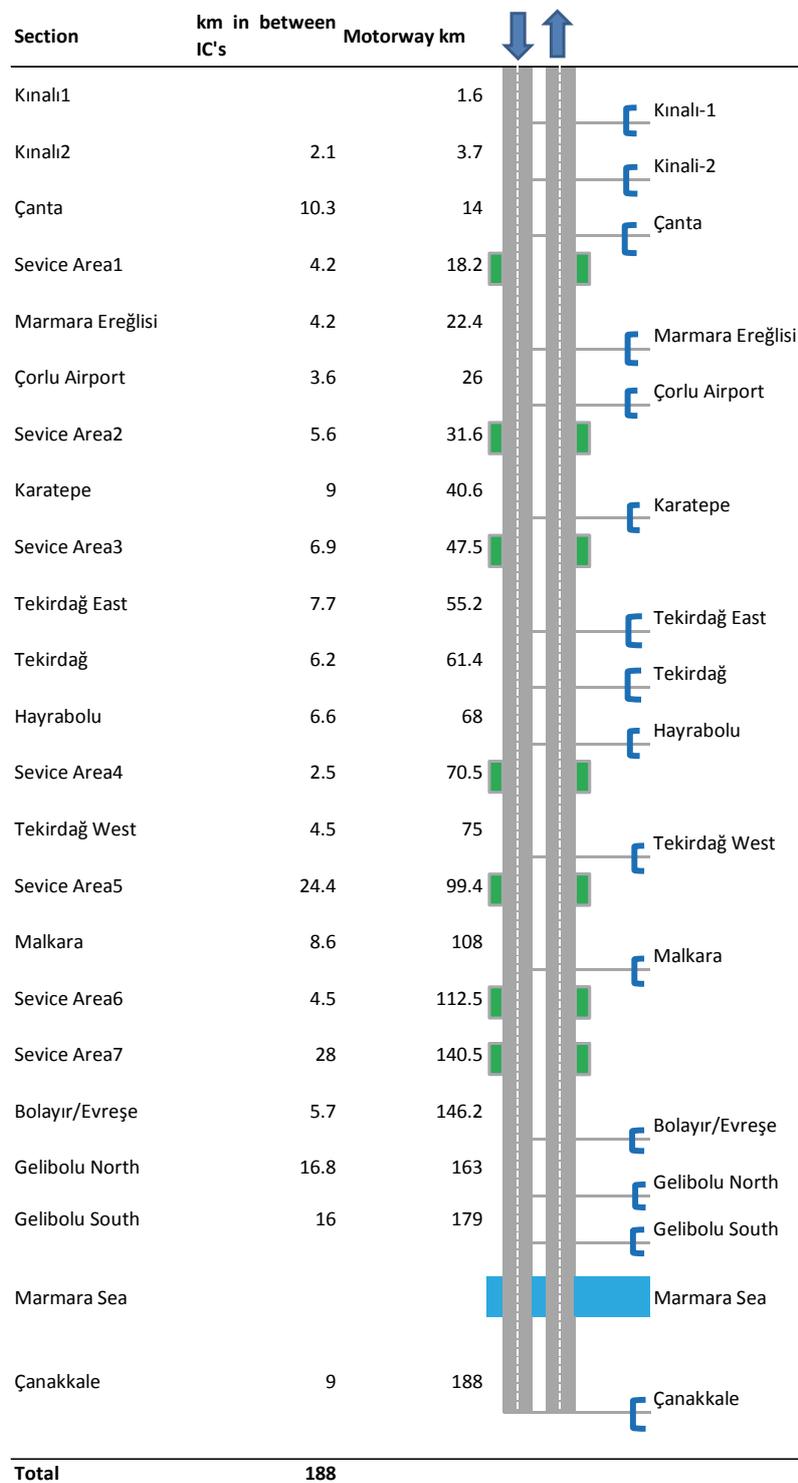
最終的なレーン数の設定は、将来交通量およびトルコ国で実用的と考えられるETCゲートの単位時間あたり処理能力を検討のうえ、計画を行う必要がある。

また、料金所の配置については、バリケシルまでの全線一括供用を想定し、本線料金所等の特別な料金所を設けていない。

なお、全線一括供用せずに海峡部の本線料金所を設置する場合のレーン配置については以下の通り検討を行った。

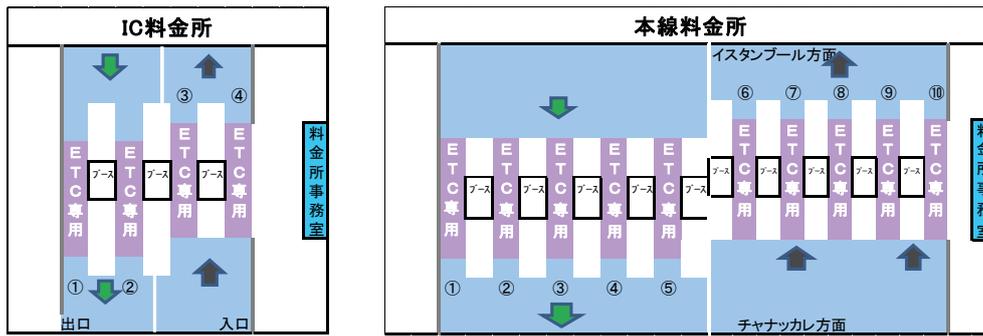
需要予測によると、海峡部の交通量は日あたり6,000台から34,000台の交通量が想定されている。

日あたり交通量34,000台を処理できるレーン編成を想定すると、入り口5レーン、出口5レーンとなる。レーン編成は「ピーク時間交通量を処理できるレーン数」+「バックアップ1レーン」とする。34,000台の内ピーク比率は12%とし、重方向比率を60%とするとピーク時間の交通量は2,448台となる。ETCレーンは、時間当たり700~900台の処理が可能であるので、1レーンあたり時間700台処理が可能とすると、片側で4レーン（時間当たり2,800台処理可能）が基準のレーン数となる。さらにバックアップレーンを1レーン追加し、入り口5レーン、出口5レーンにて検討した。



出典：JICA調査団

図 3.7.1 料金所の配置図



出典：JICA調査団

図 3.7.2 基本 IC のレーン配置 (IC 料金所及び海峡部本線料金所)

各種割引

日本の事例では、大型貨物車の様な大口の利用者への割引制度として、1か月当たりの利用実績に応じた後納割引制度である大口・多頻度割引や、小口利用者に対するサービス向上や利用の定着化を図るためのポイントに応じて無料通行分が還元されるマイレージサービスがあるが、料金制度が定着した段階で順次検討するものとし、本計画では検討対象外とする。

(3) 維持管理体制

維持管理業務を実施するため、運営センター及び維持管理事務所を配置する。

現時点においては、SPC内にO&M部門を設置して運営する直営方式を採用せず、本プロジェクトのO&Mを専門に行う会社を別途設立し、業務委託することを想定している。本節で記載する維持管理体制はO&M会社内の組織を想定している。

各組織の役割は以下の通りとする。

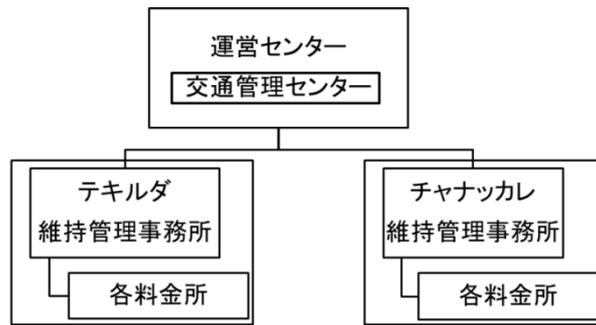
表 3.7.4 各組織の役割

運営センター		<ul style="list-style-type: none"> 各維持管理事務所の統括 維持業務の計画及び検証 修繕業務の計画及び検証 交通管理業務の計画及び検証 料金收受業務の計画及び検証 長期修繕計画の策定
	交通管理センター	<ul style="list-style-type: none"> 24 時間 365 日の道路及び交通状況の監視 道路交通情報の収集、加工及び提供
維持管理事務所		<ul style="list-style-type: none"> 各料金所の統括 維持業務の実施 修繕業務の実施 交通管理業務の実施
	料金所	料金收受業務の実施

出典：JICA調査団

なお、KGMにおいては、本部、支部、維持管理事務所の3層構造にて運営を行っているが、本プロジェクトにおいては、該当路線が188kmと短いため、本部、支部の機能を運営センターに一本化した2層構造を提案する。

組織の配置計画は以下のとおり検討した。



出典：JICA調査団

図 3.7.3 全体組織ツリー図



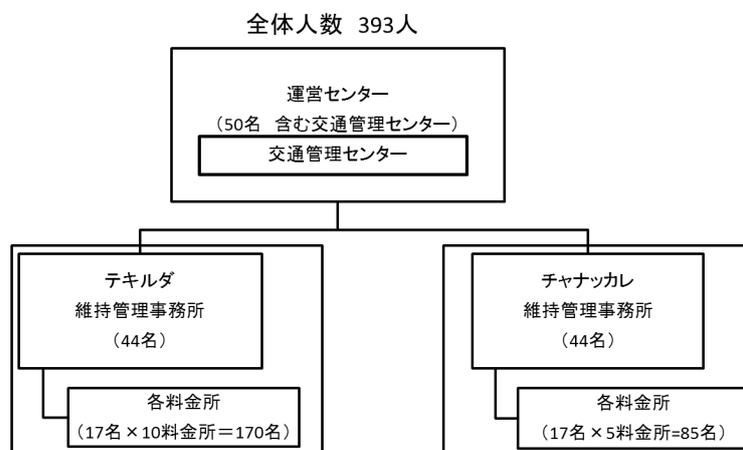
出典：JICA調査団作成

図 3.7.4 組織配置図

1) 組織人員の検討

本節では、組織体系及び人員を検討する。

全体の人数の規模は以下の図の通り。



出典：JICA調査団

図 3.7.5 全体組織人数

各組織の詳細の人数配置については以下の通り検討する

各課が担当する業務については、以下の通りとする。

- 総務課 総務、人事、経理に関すること
- 管理課 交通管理に関すること
- 料金課 料金収受に関すること
- 工務課 予算、資産、防災に関すること
- 保全管理課 維持作業、舗装・橋梁等の点検、修繕工事の作業に関すること
- ITS 管理課 施設設備の点検。修繕工事の作業等に関すること
- サービスエリア課 休憩施設のサービスマネジメント（ホテル、レストラン、売店、ガソリンスタンド）に関すること

表 3.7.5 運営センターの組織

	所長	副所長	課長	担当者	計
	1	2			3
総務課			1	5	6
管理課			1	2	3
料金課			1	2	3
工務課			1	2	3
保全管理課			1	2	3
サービスエリア課			1	2	3
ITS 管理課			1	2	3
交通管制センター		1	2	20	23
計	1	3	9	37	50

出典：JICA調査団

表 3.7.6 維持管理事務所の組織

	所長	副所長	課長	担当者	計
	1	2			3
総務課			1	2	3
管理課			1	6	7
料金課			1	4	5
工務課			1	2	3
保全管理課			1	8	9
ITS 管理課			1	8	9
サービスエリア課			1	4	5
計	1	2	7	34	44

出典：JICA調査団

表 3.7.7 各料金所の組織・人員構成（無人）

収受場所	区分	チーフ	事務員	監視員	計
料金所	料金事務	2	3		5
	料金監視	3		3	6
計		5	3	3	11

出典：JICA調査団

表 3.7.8 各料金所の組織・人員構成（有人）

収受場所	区分	チーフ	事務員	収受員	計
料金所	料金事務	2	3		5
	料金収受	3		9	12
計		5	3	9	17

出典：JICA調査団

(参考)

<p>●日本における維持管理の組織体制について 参考に、下記に日本における維持管理事務所の体制例を記載する。</p> <p>管理条件</p> <ul style="list-style-type: none"> 管理延長：約 90 k m 気候条件：累計積雪量は 1m 程度だが最低気温がマイナス十数度となる。 休憩施設数：SA 4 か所（上下別）、PA 6 か所（上下別） 交通量：最大日平均交通量 45,000 台/日 料金所数：8 か所 全体人数：245 名 	
<p>維持管理事務所の人員：30 名 (内訳)</p> <ul style="list-style-type: none"> 所長 : 1 名 副所長 : 2 名 課長 : 8 名 担当者 : 18 名 維持機械作業職 : 1 名 	<p>委託関連会社 (215 名) (内訳)</p> <ul style="list-style-type: none"> SA 関連会社 : 3 名 料金収受関連会社 : 115 名 道路敷地管理その他 : 9 名 交通管理会社 : 31 名 維持修繕会社 : 11 名 道路・施設保全管理会社 : 46 名

2) 維持管理資機材の検討

本プロジェクトに想定される維持管理事務所における維持管理用資機材は以下の通りとなる。本資機材の数量については、KGMのO&MマニュアルChapter 1を参照している。なお、各表に記載されている雪氷用の資機材について、当該路線の気候状況に応じて増減するものとする。

表 3.7.9 維持管理事務所の資機材の検討

車両タイプ	用途	NUMBER
連絡車両	主任技術者用	1
連絡車両	技術者用	3
パトロールカー	点検用	3
散水車	路面の清掃	2
融雪剤散布車両	融雪剤の散布	2
ブラシ式路面清掃車（吸込式）	道路清掃用	1
高圧洗浄車	汚泥等の除去	1
強力吸引車	管や桝の清掃用	1
標識車	工事や事故等の交通規制用	4
照明車	工事照明用	1
橋梁点検車	橋梁点検用	1
ユニモグトラック（アタッチメント付 10t）	雪氷、その他作業用	12
ユニモグトラック（アタッチメント付 7t）	雪氷、その他作業用	6
トラック（10t）	雪氷用	2
トラック（7t）	雪氷用	2
自動発電機（30-50 KVA）		1
燃料運搬車（5t）	燃料供給用	1
草刈用車両	緑地の維持管理用	2
トラクター（ゴムタイヤ）	アタッチメントを装着して多目的に使用	2
フルトレーラー（16m 以内）	維持管理機材の運搬	1
コンプレッサー		1
草刈機		1
舗装切削機械		1
維持管理用ビン（5t）		1
溶接機材		1
凍結防止剤等積込機械		1
凍結防止剤等積出機械		1
ごみ収集車両		1
車両用無線機		40
携帯無線機		5

出典：KGM O&Mマニュアル

表 3.7.10 ユニモグのアタッチメント

ユニモグ用アタッチメントの種類	数量
スノーブレード	18
ロータリー車用スノーブレード	9
凍結防止剤散布設備	18
ガードレール及び緑石清掃機材	1
ガードレール設置及び撤去用機材	1
ボーリング用機材	1
草刈用機材	1
荷下ろし用機材	1
ドリル	2
清掃用ブラシ	2
泥用ポンプ	1

出典：KGM O&Mマニュアル

表 3.7.11 雪氷用車両

目的	車両タイプ	最大降雪量 (10年平均)					
		4 車線			2 車線		
		1.0 m 以上	0.3-1.0 m	0.3 m 以下	1.0 m 以上	0.3-1.0 m	0.3 m 以下
新雪除去	トラック (10t)	2	1				
	トラック (7t)	2	1				
	トラック (10t) + スノーブレード	4	2		2		
	トラック (7t) + スノーブレード	3	1	2		1	1
	融雪剤散布車	2	2	1	1	1	1
	散水車	2	2	2	1	1	1

出典：KGM O&Mマニュアル

3) 維持管理の支援体制について

188キロの新規路線の開通であるため、維持管理を始める開通初期段階において、当初想定外の様々なトラブルが発生することがある。そのため、それらのトラブルに迅速かつ適切に対応すべく、開通初期を中心に技術力が高く経験豊かな組織の支援を受けることが、非常に有用となる。さらに本プロジェクトにおいては、世界最大レベルの長大橋の維持管理や冬季の積雪による雪氷など、維持管理フェーズにおいて難易度が高いプロジェクトであり、これらのトラブルに対する知見を豊富に持つ組織の支援が必要となる。

想定される主な支援メニューは以下のとおり。

- 開通前半年間は、専門家を派遣し、開通へ向けマニュアルの整備及び実行に向けた訓練を実施する。
- 開通後はモニタリング及び課題解決のための専門家を派遣する。(開通から5年間は、2回/年のペース、6年以降は、1回/年のペース)

3.7.3 維持業務

本章においては、維持業務の計画を検討する。

日本及びトルコの規程類を参照した結果、維持業務を以下の9項目に大別する。

- 清掃作業
- 施設清掃作業
- 植栽管理作業
- 雪氷対策作業
- 道路構造物等の土木点検
- 道路設備の施設点検
- 車両法定点検・整備
- 緊急作業
- 交通事故復旧作業

以上の項目のうち、車両法定点検・整備等、一次派遣で確認できなかった項目については日本の規定類を参考とし記載し、再度現地調査をおこない検討を行う。

なお、日本の規程類を参考に検討を行った業務について、トルコの規程類と比較して特筆すべき点がある場合は、維持業務計画に取り入れている。日本の規程類を参照して策定した項目については、実際の管理運営を行うステージにおいて、再検討することが必要となる。

(1) 清掃作業

1) 適用範囲

路面、連絡等施設内、公衆トイレ、トンネル側壁清掃、排水設備清掃及び道路付属物等の清掃に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

清掃作業に関しては、KGM O&M Manual, Chapter 1, “2.2 Routine Maintenance” に記述がある他、構造物ごとに記載がなされている。清掃作業に関わる作業頻度等はそれらを準拠する他、日本の経験や規定類を参考にできる箇所については作業内容を提案した。

3) 作業の目的、内容、作業水準

路面清掃

車両の高速走行上支障を来たすような路面上のゴミや塵埃等から道路機能を保持し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

連絡等施設域内清掃

社会通念上のモラルが損なわれないように休憩施設等の園地部及び駐車場のゴミを除去し、利用者が休憩施設等を利用される際に不快感を与えない利用環境を保持することを目的とした作業。

公衆トイレ清掃

社会通念上のモラルが損なわれないように休憩施設における公衆トイレの清掃を実施し、利用者が公衆トイレを利用される際に不快感を与えない利用環境を保持することを目的とした作業。

トンネル側壁清掃

トンネル内の視環境を良好に保持するためにトンネル内の側壁清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

排水設備清掃

降雨、降雪等の排水機能を良好に保持するために橋梁、掘り割り、サグ部、緩勾配区間等のゴミ及び塵埃等が堆積しやすい箇所を重点的に清掃を実施し、道路構造物の劣化防止及び利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

道路付属物清掃

道路付属物が有する本来機能を良好に保持するために清掃を実施し、道路構造物の劣化防止及び利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

表 3.7.12 清掃作業

作業名	作業種別	作業内容	適用の目安等	作業水準
a. 路面清掃	路面清掃 A	スウィーパーによる路面清掃	-	路線・区間毎の道路特性や過去のゴミの発生量、季節変動等を勘案し、各々に設定。標準的な作業回数は表 3.7.13 のとおり
	路面清掃 B	散水車による路面清掃	-	事故処理等で必要となる場合に実施
	路面清掃 C	人力による路面清掃	-	路線・区間毎の道路特性や過去のゴミの発生量、季節変動等を勘案し、各々に設定。標準的な作業回数は表 3.7.14 のとおり
	路面清掃 D	同上（路肩端より 1.5m 以内のみ）	路面清掃 A 及び B を行わない道路	必要の都度
b. 連絡等施設 域内清掃	域内清掃 A	人力による休憩施設 駐車場部の清掃	断面交通量 10,000 台 / 日以上	1 回/2 日
			断面交通量 10,000 台 / 日未満	2 回/週
	域内清掃 B	人力による休憩施設 園地部の清掃	断面交通量 10,000 台 / 日以上	1 回/2 日
			断面交通量 10,000 台 / 日未満	2 回/週
域内清掃 C	人力によるインター チェンジ内園地部の 清掃	-	1 回/年	
c. 公衆トイレ 清掃	-	休憩施設における公衆 トイレの清掃	-	1 回/日
d. トンネル側 壁清掃	-	機械等によるトンネル 側壁内装板の清掃	断面交通量 20,000 台 / 日以上	2 回/年
			断面交通量 20,000 台 / 日未満	1 回/年
e. 排水設備 清掃	-	人力又は機械による 排水管、排水溝、排水 ます等の清掃	堆積しやすい重点箇所	1 回/年
			上記以外の箇所	必要の都度
f. 道路付属物 清掃	防護柵清掃	人力又は機械による ガードレール、ハンド レールの清掃	-	車両衝突時の逸脱防止性能が 損なわれないため原則実施し ない
	標識清掃	人力又は機械による 標識板の清掃	-	道路案内や警戒内容の伝達性 能が損なわれる場合に実施
	ジョイント 清掃	人力又は機械による 鋼製フィンガージョ イント等の清掃	-	橋梁伸縮時の緩衝性能が損な われる場合に実施

出典：JICA調査団

表 3.7.13 路面清掃 A の標準的な作業回数

標準的な作業回数 ^{※1}
25 回/年

※1 日本の高速道路会社における作業実績をもとに算出した標準回数

表 3.7.14 路面清掃 C の標準的な作業回数

標準的な作業回数 ^{※1}
139 回/年

※1 日本の高速道路会社における作業実績をもとに算出した標準回数

(2) 施設清掃作業

1) 適用範囲

道路の機械、電気、通信及び建築施設の清掃等に関する一般的事項について取り扱う。

適用基準

施設清掃作業に関しては、KGM O&M Manual, Chapter 1, “2.2 Routine Maintenance” 他、構造物ごとに各章に記載されている。施設清掃作業に関わる作業頻度等はそれらの記載に準拠するほか、日本の経験や規程類を参考にできる箇所については、作業内容を提案した。

2) 作業の目的、内容、作業水準

道路照明灯具清掃

本線、インターチェンジ及び休憩施設等の夜間における視環境を良好に保持するために道路照明灯具の清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

トンネル照明灯具清掃

トンネル内の視環境を良好に保持するためにトンネル内の照明灯具の清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

標識照明灯具清掃

本線、インターチェンジ等の標識の視認性を保持するために標識照明灯具の清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

トンネル標識照明灯具清掃

トンネル内の内照式標識の視認性を保持するために標識照明灯具の清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

ジェットファン清掃

トンネル内の排気ガス汚染及び火災時の発煙等のための換気機能を保持するためにジェットファンの清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

自発光デリニエーター清掃

本線、インターチェンジ等の自発光デリニエーターの視認性を保持するために清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

受水槽等清掃

休憩施設等の飲料水を安定供給するために受水槽等の清掃を実施し、利用者が衛生的かつ安全な飲料水を使用できることを目的とした作業。

可変情報板等清掃

本線、インターチェンジ、一般道等の可変式道路情報板等及び可変式速度規制標識の視認性を保持するために清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

消火栓等清掃

トンネル内の消火栓等が有する本来機能を良好に保持するために清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

非常電話等清掃

本線上又はトンネル内の非常電話の視認性を保持するために清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業。

浄化槽清掃

休憩施設等の浄化槽の安定した機能を保持するために清掃を実施し、適正な排水とすることを目的とした作業。

建物清掃

休憩施設建物用換気扇等の安定した機能を保持するために清掃を実施し、利用者に不快感を与えないことを目的とした作業。

表 3.7.15 施設清掃作業

作業名	作業内容	適用の目安等	作業水準
a. 道路照明灯具清掃	人力による道路照明灯具の清掃		汚損状況により実施
b. トンネル照明灯具清掃	機械及び人力によるトンネル照明灯具の清掃	全トンネル	汚損状況により実施
c. 標識照明灯具清掃	人力による標識照明灯具の清掃	内照式及び外照式	ランプ交換の際に実施
d. トンネル標識照明灯具清掃	人力によるトンネル標識照明灯具の清掃	内照式	視認性や汚損状況により実施
e. ジェットファン清掃	人力によるジェットファンの清掃	ブースターファン含む	汚損状況により実施
f. 自発光デリニエーター清掃	人力による自発光デリニエーターの清掃	-	視認性や汚損状況により実施
g. 受水槽等清掃	人力による受水槽等の清掃	原水槽、清水槽、高架水槽及び高置水槽	法令による周期及び汚損状況により実施
h. 可変情報板等清掃	人力による可変式道路情報板清掃及び可変式速度規制標識の清掃	可変式速度規制標識含む	視認性や汚損状況により実施
i. 消火栓等清掃	トンネル内の消火栓等が有する本来機能を良好に保持するために清掃を実施し、利用者が安全かつ円滑に通行することを目的とした作業	消火栓、消火器箱、火災検知器	視認性や汚損状況により実施
j. 非常電話等清掃	人力による非常電話等の清掃	非常電話	視認性や汚損状況により実施
k. ラジオ再放送用誘導線清掃	人力によるラジオ再放送用誘導線の清掃	-	聴取状況により実施
l. 浄化槽清掃	人力による浄化槽等の清掃	汚泥引き抜き含む	法令による周期及び汚損状況により実施
m. 建物清掃	人力による休憩施設建物用換気扇等の清掃	お手洗いの換気扇清掃	汚損状況により実施

出典：JICA調査団

(3) 植栽管理作業

1) 適用範囲

本線の路側や中央分離帯、道路のり面、連絡等施設の園地部、ループ内等に植栽された全ての植物の管理に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

植栽管理作業に関しては、KGM O&M Manual, Chapter 1, “2.2 Routine Maintenance” 及びChapter10 Enviroment and Landscaping に準拠するとし、作業水準の検討を行った。

3) 作業種別毎の作業水準

環境保全や景観向上、利用者の安全走行の確保等において、植栽による諸機能が発揮できるように植物の保護や育成を行うとともに、植物の成長によって、自動車道上及び併設する街路の通行や沿道生活に支障を来さないように植物の管理を目的とする作業。

道路状況、沿道状況、気象状況等によって植栽の目的や植生の違い、生育状況が異なる樹木、樹林、芝生、草花等の植物について、その保護や育成、植物の成長によって生じる走行上の支障や社会通念上の不快感となる箇所等を除去するために、樹木剪定、伐採、人力除草、除草剤散布、除草等の植栽管理作業を人力や機械を使用して実施。また、植物発生材の有効利用を目的とした堆肥化等のリサイクルを実施。

表 3.7.16 植栽管理作業

作業名	作業種別	作業水準
a. 植栽管理作業	形状管理（草刈り・剪定等）	交通安全上における視認性阻害や苦情が必要とされる場合に実施
	育成管理（施肥・薬剤散布等）	生育障害が発生し、植栽機能が損なわれる場合に実施

出典：JICA調査団

(4) 雪氷対策作業

1) 適用範囲

路面の凍結防止作業や除雪作業等に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

雪氷対策作業は、トルコの気候、実情に応じてKGM O&M Manual Chapter. 1, 2.2 “Routine Maintenance” およびChapter. 8 “Snow Fighting” に規定されているため、基本的にはこれに準拠するものとし、新たに湿塩散布作業を追加する。

3) 作業の目的、内容、作業水準

凍結防止対策作業

路温の低下によって路面凍結が予想される場合は、凍結が起こる前に凍結防止剤の散布により路

面上水分の氷点降下を行い、路面の凍結による道路の機能低下を極力抑えることを目的とした作業。

路面状況や交通特性、気象・現場条件、作業効率等を十分に考慮して、気象コンサルタントや気象観測データ、道路巡回等の情報より路面凍結を予測し、凍結が起こる前に凍結防止剤を均一に散布することを基本とする。使用する凍結防止剤は、原則として「塩化ナトリウム (NaCl)」とし、標準的な散布量は表3.7.17のとおりとする。散布方法は、以下に示す湿塩散布を基本とするが、現場状況に応じては、固形剤や溶液等による散布や固定式散布装置などの各散布方法の特性を踏まえ、効果的な凍結防止対策作業を実施する。

除雪作業

降雪があり路面に積雪が生じた場合には、積雪深や積雪状態、交通量等を考慮し、適切な時期に効率的な除雪作業を実施し、路面の積雪による道路の機能低下を極力抑えることを目的とした作業。

路面状況や交通特性、気象・現場条件、作業効率等を十分に考慮して、気象コンサルタントや気象観測データ、道路巡回等の情報より、今後の降雪予測や路面状態を把握して、除雪トラックで路面上の雪を除去する作業を実施する。なお、除雪トラックは、車線数や気象状況、路面確保幅等の条件により、2～3台に配列した形態で作業を実施する。また、積雪路面が圧雪状態となった場合や路肩部に堆積した場合などは、その状況に応じた作業機械や作業方法を選定するなどし、以下に示す複数の除雪作業を現場条件に応じて組み合わせて、路面積雪に伴う道路機能の低下を最小化する。

表 3.7.17 雪氷対策作業

作業名	作業種別	作業内容	標準散布量	作業水準
a. 凍結防止対策作業	湿塩散布	散布車により NaCl の固形剤と溶液を混合して散布	20g/m ² *1	路面凍結が予測される都度に適時実施
	固形剤散布	散布車により NaCl の固形剤を散布	20g/m ²	
	溶液散布	散布車により NaCl の溶液を散布	0.1 t/m ² *2	
b. 除雪作業	新雪除雪	路面上の新雪を除雪する。	—	積雪状況や降雪予測等の現場条件により適時実施
	圧雪処理	路面上の圧雪の除去又は不陸整正を行う。	—	
	拡幅除雪	路肩部に堆積した雪を除去する。	—	
	運搬排雪	ダンプトラックによって運搬し排雪する。	—	
	その他の雪氷処理	雪庇・雪堤の崩落やなだれの防止のため処理作業、冠雪・着雪・つらら等の除去による施設機能の確保	—	

※1 固形塩分15g/m²+水分5g/m²

※2 12%水溶液の場合

出典：JICA調査団

4) 作業上の留意事項

冬期間における安全かつ確実な交通を確保するためには、上記に記載する雪氷対策作業と啓発・広報活動、交通規制、情報提供等が相互機能し、一体のものとして効果が発揮できるように雪氷対策を実施する。

交通管理者との相互協力

速度規制やチェーン規制等の交通規制の実施に当たっては、交通管理者と密接な連携のもと現場状況を踏まえた実施協議や調整により、各種交通規制の円滑な実施に向けて相互協力するものとする。

安全啓発や情報提供等の実施

雪氷対策作業をより有効かつ効果的に機能させるために、利用者が雪氷路面に対する正しい認識や理解、安全走行の啓発活動や広報活動、適時適切な情報提供を実施し、冬期間における安全かつ確実な交通を確保する。

(5) 道路構造物等の土木点検

1) 適用範囲

道路構造物及び道路付属物等の初期点検を除く、土木点検に関する一般的事項について取り扱う。構造物とは以下のものを扱う。

- 構造物： 自動車道の機能維持に必要な構造物で、床版、地覆高欄、上部桁、橋脚、橋台、基礎、擁壁、トンネル等の半永久的な本体構造物と舗装、塗装、コンクリート塗装、支承、伸縮装置、桁落下防止装置等、取替可能な附属物
- 附属施設： 自動車道の付加的な機能のための施設で、交通安全施設、交通管制施設、照明施設、環境保全施設、トンネル施設、料金所施設、排水施設、PA施設等

2) 適用基準

点検の頻度、点検対象構造物、損傷判定区分についてはKGM O&M Manual Chapter. 1 “Maintenance Period-Maintenance Schedule” に準拠する。トルコにおいては、構造物種別ごとに日常点検、定期点検、特別点検と点検の頻度が記載されている一方で、日本においては、日常点検については、交通量に応じた点検の頻度を規定している。本章においては、トルコの点検内容を基礎とするが、それぞれの点検の頻度については日本の経験や規程類を参考に提案する。

3) 点検作業の目的、種別、内容

道路の点検は、道路と交通状況を把握するための非常に重要なメンテナンス作業である。

道路構造物点検

安全で円滑な交通を確保するとともに第三者被害の発生を未然に防止するため、異常や損傷等を早期に発見するなど構造物の状況を的確に把握し、その状況に応じた必要かつ適切な処置及び補修等の要否を判断するとともに構造物の計画的な補修を行うための基礎資料を得ることを目的とした業務である。

なお、道路構造物の点検は、その役割や点検頻度の異なる日常点検、定期点検、詳細点検等に区分して実施するものとし、実施に当たっては、道路構造物の老朽化の進行や資産量の増大等が懸念される中、的確に業務を執行するための効率的な体制の確保を図るとともに、各点検の役割が

重複しないようにそれぞれの実施内容を明確にし、各点検が相互機能により一体となって業務を履行するために必要となる点検計画を策定する。

表 3.7.18 道路構造物等の土木点検

作業名	作業種別	作業内容
a. 道路構造物点検	日常点検	本線内からの車上目視、車上感覚により、特に路面を中心に視認または体感できる範囲内の構造物について、安全性を確認する安全点検と変状把握のための経過観察や簡易診断を行う変状診断点検に区分して実施する。なお、点検中に異常等を発見した場合は必要に応じて降車し、損傷等の状況を確認する。
	定期点検	本線外からの徒歩により遠望目視を主体に、必要に応じて近接目視等を行い、管理区間全体の構造物の全般的な損傷状況等を把握する定期点検 A と、損傷メカニズムが比較的複雑でない構造物については、細部にわたって近接目視や打音等を行い、構造物の健全性を把握する定期点検 B に区分して実施する。
	詳細点検	損傷メカニズムが比較的複雑な構造物については、細部にわたって近接目視や打音等を行い、構造物の特性、劣化機構を十分に勘案し、高度な技術的知見をもって詳細な診断を行い、健全性を評価するとともに中長期的な状態を予測する。
	植栽点検	沿道状況、植生目的や気象状況等により、植生、樹木樹林、芝生等の生育状況等を把握し、高度な技術的知見をもって詳細な診断、評価をするとともに中長期的な状態を予測する。
	臨時点検	地震や異常気象時、日常点検では対応が困難となった場合などに、必要の都度、臨機応変に行う。

出典：JICA調査団

4) 作業種別ごとの作業水準

表 3.7.19 道路構造物等の土木点検の作業水準

作業種別		適用の目安等	作業水準	
日常点検	安全点検	25,000 台/日未満	4 日/2 週	
		5,000 台/日以上～50,000 台/日未満	5 日/2 週	
		50,000 台/日以上～80,000 台/日未満	6 日/2 週	
		80,000 台/日以上	7 日/2 週	
	変状診断点検	経過観察	—	必要に応じて実施
		簡易診断	—	必要に応じて実施
定期点検	定期点検 A	—	1 回以上/年	
	定期点検 B	—	1 回/5～10 年	
詳細点検		—	定期点検 B と同様	

出典：JICA調査団

(6) 道路設備・建築の施設点検

1) 適用範囲

道路の機械、電気、通信及び建築施設の機能及び運用の効率を良好に保つことを目的として実施する施設点検に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

点検の頻度、点検対象構造物、損傷判定区分についてはKGM O&M Manual Chapter. 9 “Maintenance and Operation Principles of the Power/Electrical systems”（電力・電気系統の維持管理基準）、Chapter 11 “Operation and Maintenance Principles of Motorway Service Facilities”（休憩施設の維持管理）、

Chapter 13 “Maintenance and Repair of the Operation Buildings and Facilities” (建築施設の維持修繕)に準拠する。施設については、トルコ、日本ともに関係法令で点検が定められており、法令に合わせた点検が求められるため、基本的にトルコの規程類を適用する。

(7) 車両法定点検・整備

1) 適用範囲

標識車類、維持・巡回作業車類、清掃作業車類、維持用特殊作業車類、トラック類、雪氷用特殊作業車類の定期点検及び整備作業に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

KGMのマニュアルには記載がないが、基本的にトルコの関係法令および関係基準に準拠する。以下は、日本における作業水準を参考までに記載する。

なお、第二次派遣におけるヒアリングの結果、以下の実情が判明した。

トルコにおいては車両整備・点検に関して法令化されたものがないため、所有者 (KGMまたはリース会社) が状況に応じて自己の責任で実施している。KGMの責任において車両点検・整備を行っているものについては、距離 (1,000km毎など) 及び車両に応じて個別に目視検査を行っている。

参考：日本の自動車道における車両法定点検・整備の作業内容、作業水準

車両定期点検及び整備作業

道路管理用車両等が安全に走行及び作業を行うことが出来ると共に、第三者への安全に対し影響を及ぼすことの無いよう、関係法令等に基づき、定期点検、整備を行う作業。

日本の車両法定点検

作業名	作業種別	作業内容	点検周期
a. 車両定期点検及び整備作業	定期点検	法令および規則で定められた基準を基に、標識車類、維持・巡回作業車類、清掃作業車類、維持用特殊作業車類、トラック類、雪氷用特殊作業車類の健全な機能を維持するために定期的に点検を実施する。	1 (回/・3・6・12・24 ヶ月)
	車検点検	法令および規則で定められた基準を基に、標識車類、維持・巡回作業車類、清掃作業車類、維持用特殊作業車類、トラック類、雪氷用特殊作業車類の健全な機能を維持するために継続検査 (車検) 実施時に各種検査機器による検査、目視等による検査及び車両の同一性や車体表示の確認を実施する。	1 (回/12・24・36 ヶ月)
	装置整備	法令および規則で定められた基準を基に、維持補修用機械装置の健全な機能を維持するために、車両本体各種装置の調整、消耗品補充、部品交換等を実施する。	定期点検結果により適宜実施

出典：JICA調査団

(8) 緊急作業

1) 適用範囲

交通事故や自然災害等によって、交通の確保に支障が生じた場合に必要となる緊急作業に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

KGM O&M Manual Chapter. 18 “General Performance Criteria of Highway and Bridges Maintenance Operation” に各重要構造物の復旧までの期限が記載されており（表3.7.2 オペレーションの性能基準参照）、その期限を順守することがオペレーターに求められる。

3) 作業の目的、内容、作業種別毎の作業水準（頻度）

a. 緊急作業

交通事故や自然災害等により、道路構造物や付属物に損害が生じて、道路機能に支障を来たす場合、その原形復旧に時間を要するときは、応急的な作業により、交通の安全確保や情報提供等により道路機能を速やかに回復させることを目的とした作業

表 3.7.20 緊急作業

作業名	作業内容	作業水準
a. 緊急作業	交通事故や自然災害等による道路構造物や付属物の損害の程度に応じて、応急的に道路機能を回復させるための必要かつ適切な復旧作業や清掃作業等を緊急的に実施する。	必要の都度

出典：JICA調査団

(9) 交通事故復旧作業

1) 適用範囲

交通事故等により、道路構造物や防護柵、標識等の道路付属物、機械、電気、通信及び建築施設に損害が生じた場合、その原形復旧に必要となる作業に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

KGM O&M Manual Chapter. 18 “General Performance Criteria of Highway and Bridges Maintenance Operation”（自動車道と橋梁の維持管理水準・性能水準） に各重要構造物の復旧期限が記載されており、その復旧期限を順守することがオペレーターに求められる。

本項目では、前述緊急作業を除く道路復旧作業について記載する。

3) 作業の目的、内容、作業種別ごとの作業水準

交通事故復旧作業

交通事故等により、道路構造物や付属物、機械、電気、通信及び建築施設に損害が生じた場合、その原形に復旧することで、交通の安全確保や情報提供等の道路機能を従前の機能に回復させることを目的とした作業。

表 3.7.21 道路復旧作業

作業名	作業内容	作業水準
a. 交通事故復旧作業	交通事故等によって損害が生じた道路構造物の補修や防護柵、標識等の道路付属物、機械、電気、通信及び建築施設の全てまたは一部の取替えにより、道路機能を原形に回復させるための必要かつ適切な復旧作業を速やかに実施する	必要の都度

出典：JICA調査団

3.7.4 修繕業務

本章では、修繕業務の計画を検討する。

修繕業務は以下の二つに大別される。

- 土木構造物及び付属物の補修・取り替え
- 施設設備及び建築施設の補修・取り替え

上記のうち土木構造物及び付属物の補修・取り替えについて、特に重要である舗装路面の補修・取り替えについてはトルコの規程類に詳細に記載されているので、特別に詳細を記載する。さらに、伸縮装置と鋼橋塗装についても重要構造物であるため特記する。

修繕業務についてKGM O&Mマニュアルでは、表3.7.22の通り各Chapterに規定されている。

表 3.7.22 修繕業務における KGM O&M マニュアル対応表

項 目	KGM O&M Manual	
橋梁、伸縮装置、鋼橋の点検及び補修	Chapter 6	Bridge, Viaduct and Other Engineering Structures
トンネル	Chapter 7	Principles of O&M of Motorway Tunnels
舗装	Chapter 2, Chapter 3	Maintenance and Repair of the Motorway Superstructure Performance Criteria of the Motorway Superstructure
土工	Chapter 10	Environment and Landscaping
のり面	Chapter 19	Maintenance Principles for Reinforced Earth Walls
標識	Chapter 4	Traffic and Motorway Safety
交通安全・交通管理施設	Chapter 4	Traffic and Motorway Safety
造園工作物	Chapter 10	Environment and Landscaping

出典：JICA調査団

(1) 土木構造物及び付属物の補修・取替え

1) 適用範囲

橋梁、トンネル、舗装、土工、のり面、標識、交通安全・交通管理施設、造園工作物等の全ての土木構造物及び付属物における劣化、損傷等を原状回復するために必要となる補修・取替え工事に関する一般的事項について取り扱う。

2) 作業の目的、内容

土木構造物及び付属物の補修・取替え

道路構造物の点検によって、橋梁、トンネル、土工、のり面、舗装、標識、交通安全・交通管理施設、造園工作物等の全ての土木構造物及び付属物の状態を把握し、その劣化や損傷の程度に応じた適時適切な補修や取替えを行うことにより、道路機能の維持または原状回復に努めるとともに、道路構造物及び付属物の劣化や損傷等によって、第三者への被害を防止することを目的とした作業。

表 3.7.23 土木構造物及び付属物の補修・取替え

作業名	作業内容
a. 土木構造物及び付属物の補修・取替え	道路構造物等の土木点検によって、表 3.7.24 に示す作業種別毎の作業水準（頻度）とその根拠に示す判定区分で分類された劣化や損傷等のうち、E・AA・A（またはA1、A2）に判定されたものは、道路機能の維持や原状回復に必要となる補修・取替え方法を適宜選定し、適切に補修取替えを行う。

出典：JICA調査団

3) 作業種別毎の作業水準

表 3.7.24 土木構造物及び付属物の補修・取替えの作業種別毎の作業水準

作業名	損傷の判定区分	一般的状況	作業水準	
土木構造物及び付属物の補修・取替え	機能面に対する判定	AA	損傷・変状が著しく、構造物等の機器（性能）低下に影響している。	速やかに補修
		A	損傷・変状があり、機能低下が進行している	要補修
		A1	損傷・変状が進行しており、構造物等の機能（性能）低下の影響度が高い。	2年以内
		A2	損傷・変状が進行しており、構造物等の機能（性能）低下の影響度が低い。	5年以内
		B	損傷・変状が進行しており、構造物等の機能（性能）低下に影響していない。	
	第三者等被害に対する判定	E	安全な交通または第三者に対し支障となる恐れがあり、緊急的な対応が必要な場合	緊急補修

※補修・取替えの実施は、損傷状態やその範囲、主要因により構造物毎の機能状況を総合的に評価し実施する。

出典：JICA調査団

(2) 舗装路面の補修・取替え

1) 適用範囲

舗装路面の劣化や損傷等を原状回復するために必要となる補修・取替え工事に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

舗装路面の点検および維持修繕については、基本的にKGM O&M Manual Chapter. 2 “Maintenance and Repair of the Motorway Structure”（舗装の維持補修）に準拠し、舗装路面状態の維持に関する仕様規定細目は、同KGM O&M Manual Chapter. 3 “Performance Criteria of the Motorway Superstructure”（舗装の性能水準）に準拠する。ただし、下記の4) 作業の目的、内容については、日本の自動車道の基準の記述を参考に提案する。

3) 舗装補修を実施する目安

損傷のある部分の面積やわだち掘れ沈下量が下記の数値以上となった場合、その区間の舗装を全幅掘削して合材を舗設し直す。

- 亀甲状ひび割れやブロック状ひび割れの面積が、舗装面積の30%以上
- わだち掘れ沈下量が平均3cm以上
- くぼみや劣化で機能障害となったパッチの面積が、舗装面積の30%以上

4) 作業の目的、内容

a. 舗装路面の補修・取替え

道路構造物の点検や道路巡回、必要の都度実施する路面性状調査等によって路面状態を把握し、劣化や損傷の程度に応じた適時適切な補修や取替えを行うことにより、自動車道の走行上、支障とならない路面機能の維持または原状回復に努め、交通の安全確保や舗装が起因する騒音や振動等の沿道環境が悪化しないことを目的とした作業。

表 3.7.25 舗装路面の補修・取替え

作業名	作業種別	作業内容
a. 舗装路面の補修・取替え	補修・取替えA	主に日常点検や道路巡回で確認された小規模な劣化や損傷の状態に応じて、以下に示す補修・取替え方法を適宜選定し、補修・取替えを行う。
	ポットホール補修	路面に生じた局所的な小穴をアスファルト合材等で穴埋する。
	クラックシール補修	路面に生じたひびわれに目地材等を充填する。
	打換工	局所的な損傷部の舗装体を補修する。
	段差修正工	構造物と土工部の取付け部における段差をアスファルト合材等で部分的にオーバーレイを行う。
	補修・取替えB	わだち掘れ量やひび割れ率等を定量的かつ連続的に把握する路面性状調査を適宜実施し、補修目標値を超えない時期に、以下に示す補修・取替え方法を適宜選定し、従来と同等機能を有する舗装構造となるように必要対象範囲の補修・取替えを行う。
	切削オーバーレイ工	既設路面の損傷部を削り取り、オーバーレイ工を実施する。
	打換工	損傷部の舗装体をはぎ取り補修する。
	レベリング工	既設路面の凸凹が大きい場合又は橋梁床版上に舗装する場合、上層の舗装を容易にするためにあらかじめ平坦にす。
	コンクリート切削工	コンクリート舗装路面を切削・研磨し、すべり抵抗性を回復する。

出典：JICA調査団

5) 舗装の性能水準

トルコにおける舗装路面状態の維持に関する仕様規定は、前述のとおりKGM O&Mマニュアル Chapter 3に以下の通り記載されている。【数値のみ抜粋】

平坦性

平坦性は、国際ラフネス指数（IRI値）²で表す。

表 3.7.26 平坦性（IRI 値）の許容水準

道路種別	補修の基礎とする IRI 値、運用期間中 (m/km)	舗装補強層を施工する舗装の場合、または再構築した舗装の許容 IRI 値、運用期間中 (m/km)	引渡し時点の目標 IRI 値、運用期間終了まで(m/km)
自動車道	IRI ≤ 2.1	IRI < 1.4	IRI < 1.6 (最低 70%) IRI < 2.1 (100%)
接続道路	IRI ≤ 2.5	IRI < 1.7	IRI < 2.1
交差点の支線	IRI ≤ 2.5	IRI < 1.7	IRI < 2.1

出典：KGM O&Mマニュアル

² 国際ラフネス指数(IRI 値、International Roughness Index)は、舗装路面の平坦性を評価するための世界共通指標。世界銀行より提案されたもの。

わだち掘れ沈下量

わだち掘れ沈下量は、路面と道路軸直角方向のゲージ底面との鉛直方向の段差TIO値(cm)で表す。

表 3.7.27 わだち掘れ (TIO 値) の許容水準

道路種別	補修の基礎とする TIO 値、運用期間中(m/km)
自動車道	TIO ≥ 1.5
接続道路	TIO ≥ 1.5
交差点の支線	TIO ≥ 1.5

出典：KGM O&Mマニュアル

滑り抵抗

滑り抵抗はSN (Skid Number) 値³で表す。

表 3.7.28 摩擦抵抗の許容水準

道路種別	補修の基礎とする SN 値、運用期間中	舗装補強層を施工する舗装の場合、または再構築した舗装の許容 SN 値、運用期間中	引渡し時点の目標 SN 値、運用期間終了まで
自動車道	SN > 35	SN ≥ 45	SN ≥ 45 (最低 50%) SN ≥ 35 (100%)
接続道路	SN > 30	SN ≥ 40	SN ≥ 40 (最低 50%) SN ≥ 30 (100%)
交差点の支線	SN > 30	SN ≥ 40	SN ≥ 40 (最低 50%) SN ≥ 30 (100%)

出典：KGM O&Mマニュアル

たわみ量

たわみ量は、FWD (Falling Weight Deflectometer：舗装構造評価装置)⁴により計測する。

6) 舗装の性能計測に用いる基準

トルコにおける舗装の性能計測に用いる基準および計測方法を下表に示す。

表 3.7.29 舗装の性能計測に用いる基準

性能の計測値	計測基準	測定方法
国際ラフネス指数 (IRI)	ASTM-E950	プロフィールメーター
摩擦抵抗(SN)	ASTM-E274	摩擦抵抗計測器
欠陥(剥離、分離、くぼみ、わだち掘れ、うねり、縦断または横断方向ひび割れ、亀甲ひび割れ等)	Highways Flexible Superstructures Design Guideline ASTM-E1703, E1703M-95	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ、くぼみ等：観察またはカメラ機器 わだち掘れ：プロフィールメーターまたはゲージ測定
たわみ測定	AASHTO-T256-01	たわみ計 (FWD)

出典：KGM O&Mマニュアル

³ SN 値(Skid Number)とは、実物大の車輪を牽引し濡れた路面上で車輪をロックしたときの摩擦係数を測定し、この測定値を 100 倍したもので表す。

⁴ 路面におもりを落下させたときに舗装表面に生じるたわみ量を複数点で同時に測定することにより、舗装各層の強度や路床の支持力を測定・評価し、舗装の健全度を判定する装置。

参考：日本の補修・管理目標値と、トルコの目標値の比較

単純に比較できない部分もあるが、舗装についての日本とトルコの補修・管理目標値を下記に比較した。

日本の補修・管理目標値と、トルコの目標値の比較

作業種別		作業水準			
舗装路面の補修・取替え	A	土木構造物及び付属物の補修・取替えと同様			
	B	補修目標値		【日本の管理目標値】	【トルコ】
			わだち掘れ	25mm	30mm（補修実施基準）
			すべり摩擦係数	μ (80) 0.25	補修：SN 値 > 35 (μ 0.35) 再構築：SN 値 \geq 45 (μ 0.45)
			平坦性 IRI	標準偏差 σ IRI \leq 3.5mm/m	補修：IRI \leq 2.1(m/km) 再構築：IRI < 1.4m/km
			段差	橋梁の取付け部：20mm 横断構造物の取付け部：30mm	
ひびわれ率	20%	30%（補修実施基準）			

(3) 伸縮装置の補修・取替え

1) 適用範囲

橋梁部と土工部の取り付けに使用する伸縮装置の劣化や損傷等を原状回復するために必要となる補修・取替え工事に関する一般的事項について取り扱う。

2) 作業の目的、内容

道路構造物の点検や道路巡回等によって伸縮装置の状態を把握し、劣化や損傷の程度に応じた適時適切な補修や取替えを行うことにより、橋梁構造物に対する悪影響の小化や自動車道の走行上、支障とならない路面機能の維持または原状回復に努め、橋梁構造物の健全性の確保や交通の安全確保、伸縮装置が起因する騒音や振動等の沿道環境が悪化しないことを目的とした作業。

伸縮装置の劣化や損傷状態に応じて、以下に示す補修・取替え方法を適宜選定し、補修・取替えを行う。

表 3.7.30 伸縮装置の補修・取替え

作業名	作業種別	作業内容	作業水準
a. 伸縮装置の補修・取替	全体取替え	同等の性能を有する伸縮装置に全体取替えを行う。	土木構造物及び付属物の補修・取替えと同様
	部分補修	部分的な部材の補修又は取替えを行う。	
	その他補修	遊間調整や縦断修正等の機能回復や鋼製伸縮装置の非排水化等を行う。	

出典：JICA調査団

(4) 鋼橋塗装の塗替え

1) 適用範囲

鋼橋における塗膜の機能維持や劣化、損傷等を原状回復するために必要となる塗替え工事に関する一般的事項について取り扱う。

2) 適用基準

塗装の塗り替えに関してはKGM O&Mマニュアルに加え、新たな鋼橋塗膜劣化度診断システムを追加提案する。

3) 作業の目的、内容

道路構造物の点検によって塗膜の状態を把握し、鋼橋塗膜劣化度診断システムや目視確認による劣化診断や評価を行い、その劣化や損傷の程度に応じた塗り替えや維持管理作業を行うことで、鋼橋部材の健全性を確保することを目的とした作業。

塗膜の劣化や損傷状態を鋼橋塗膜劣化度診断システムの総合評価や目視確認による評価結果を踏まえ、以下に示す塗り替え方法を適宜選定し、塗り替える。また、点検の結果、局部劣化や飛来塩分等による塗膜劣化が懸念される場合には、ゴミ・錆の除去や局部補修、塗膜面の水洗い等の補修、取替を実施する。

表 3.7.31 鋼橋塗装の塗り替え

作業名	作業種別	作業内容	作業水準
a. 鋼橋塗装の塗り替え	全体塗り替え	塗り替え単位全体を同等の性能を有する塗装系により塗り替えを行う。	鋼橋塗膜劣化度診断システムや目視確認による劣化診断により、塗り替え必要と判定された場合
	部分塗り替え	部分的な部材や場所を限定し、同等の性能を有する塗装系により塗り替えを行う。	

出典：JICA調査団

(5) 施設設備・建築施設の補修・取替え

1) 適用範囲

電気施設、通信施設、トンネル施設等の施設設備、および管理用施設・休憩施設の建築施設について、劣化、損傷等を原状回復するために必要となる補修・取替え工事に関する一般事項について取り扱う。

2) 検討した基準と提案内容

KGM O&M Manual Chapter 13 “Maintenance and Repair of the Operation Buildings and Facilities”においては、各種点検項目が記載されているものの、修繕に関わる詳細が記載されていない。そのため、修繕作業については、日本の規程類を参考に提案する。

3) 作業の目的、内容

自動車道施設の補修・取替え作業は、自動車道施設の機能やお客様の走行の安全と快適性を確保するため、その設備の状態を把握し劣化や損傷の程度に応じた適時適切な補修・取替えを実施することを目的とした作業。

表 3.7.32 施設設備・建築施設の補修・取替え

作業名	作業内容
a. 施設設備、建築施設の補修・取替え	道路設備の施設点検、建物点検によって、判定区分で分類された劣化や損傷等のうち、AA・Aに判定されたものは、道路機能の維持や原状回復に必要となる補修・取替え方法を適宜選定し、適切に補修・取替えを実施する

出典：JICA調査団

4) 作業種別ごとの作業水準

表 3.7.33 施設設備・建築施設の補修・取替え 作業種別ごとの作業水準

判定区分	一般的状況
AA	損傷等が著しく、機能面からみて緊急補修が必要である場合。
AA	損傷等があり、機能低下がみられ補修が必要である。
B	損傷等はあるが、機能低下が見られず、損傷の進行状態を継続的に観察する必要がある場合。
OK	損傷等がない場合。
第三者等の被害に関する判定	安全な交通または第三者に対し支障となる恐れがあり、緊急的な対応が必要な場合

出典：JICA調査団

3.7.5 長大橋の維持修繕業務

代替路線のない重要な幹線道路であるダーダネルス海峡大橋は、腐食環境の厳しい海上部の架橋であるため、わずかな変状でもそのまま放置すると急速に劣化が進行する。このため劣化の初期段階で補修することにより、ライフサイクルコスト（LCC）の最小化を図る予防保全を推進し、常に安全でスムーズな交通を確保するとともに、長期にわたり利用できるように保全する必要がある。本プロジェクトにおいては、本長大橋の維持管理計画が重要な項目となるため、以下にその維持修繕計画を特記する。

長大橋の点検業務に関しては、KGMのO&Mマニュアルにより実施する。修繕業務は、KGM O&M マニュアルに加え、1500m超の長大橋の実績を参考に提案する。

(1) 長大橋の点検

1) 適用範囲、適用基準

KGM O&M Manual Chapter. 5 「海峡部橋梁の維持・補修・補強・運営基準」に準拠する。

2) 点検内容および頻度

- 日常点検： 日常および週ごとの短期点検と、小規模補修とからなる。
- 定期点検： 定期的に構造物の状況を観察し、維持、取替、補修を行うかどうかを判断する。
- 特別点検： 厳しい気象や自然災害の後に行われ、速やかな点検と、自動車道を安全で供用可能な状態に戻すための緊急補修からなる。

表 3.7.34 長大橋の点検と実施水準

Chapter 5 - 第5章 維持、修繕、補強、管理基準（海峡部）			
点検と実施水準			
点検の種類	概要	頻度	実施内容
日常点検	目視（前もって発見できない損傷のための総括的な点検）	毎日	いかなる損傷、欠陥、危険も報告する 損傷、欠陥、危険の深刻度に応じて予防措置を講じる。
定期点検	スラグ、灰、埃	毎週	伸縮装置、排水暗渠、排水管、格子および他の代表的な箇所について実施する。 速やかに清掃する。
	アンカレッジ内部		アンカレッジ内部に入り目視点検を行う。 損傷、湿気、水の異常音あるいは他の異状を発見したときは、速やかに報告し、必要な作業を行う。
	デッキ（補剛桁）	毎月	必要とみなされたときに対応
	排水系統 格子や管の詰まり、管のひび割れ及びシール部の損傷の発見		
	伸縮目地		
	デッキの内部部位	3ヶ月ごと	ひび割れ、切断、摩耗；必要に応じた予防策を実施
	吊りケーブル、クランプ、接続板・ピン		
	疲労、摩耗	3ヶ月ごと	
	溶接	毎年	
	主塔内部、エレベータ		
	床版の外表面		
	主ケーブル、サドル	2年ごと	
	橋台		
	塗装		
	主塔基礎		
アプローチ部高架の橋脚、基礎、capping beam、橋台			
高架橋の桁メンテナンス室	3年ごと		
主塔外部表面			
科学的定期点検	主ケーブル内部検査 主橋梁の検査 詳細点検、試験および分析（科学的（実験的）検査）	6年ごと	必要に応じて対応する
緊急点検	緊急時の必要な検査	必要に応じて対応	必要に応じて対応する

出典：KGM O&Mマニュアル

表3.7.34に示した実施内容の詳細を以下に記載する。

<p>1. 吊り橋のメンテナンスにおける一般的作業事項【KGM O&M 第5章準拠】</p> <p><u>塗装</u> 橋梁の塗装面では、塗装の傷、はがれ、膨れ、ひび割れが見られる。 塗装の傷は一般的に車両事故などを原因として、ガードレール、衝突防護やボラードにみられる。 塗装のはがれは塗装の中に入り込んだ水を原因として起こる。 塗装の膨れとはがれは、水によって膨れ上がり、それが乾燥した箇所でおこったり、またはメッキした鋼材と塗膜との熱膨張の差により起こったりする。これらは一般に外気にさらされる塗装面で観察される。 塗装のひび割れは、塗膜下の鋼材面において、塗膜が熱変化に追従できないことによっておこる。また、塗膜下の溶接箇所にひび割れなどの変状がある場合も、塗膜割れとなって表面に現れる。このような場合は特に注意深く状況を観察する必要がある。</p>
--

これ以外には、火災の影響を受けた場合に、塗膜のしわや剥離が発生することがある。まず割れや膨れが起こり、しわが寄って剥離となる。この状況では、塗装のなくなった金属面は速やかにグラインダーやブラシでケレンし再塗装して、著しい発錆を避けること。火災の影響を受けた場合には、鋼材にひずみや変形などの変状が生じ、鋼材の耐荷力に影響している場合があるため、すみやかに詳細な点検を行い、対応方法、補修方法を検討する必要がある。

一般的な橋梁塗装の状態は、定期点検で観察し、必要な場所には部分的な補修を行う。もし補修が必要な箇所が近接した場所であれば、まとめて塗装すること。もしケレンする補修箇所が大きい場合は、ブラシでなくやすりをかけること。外面では、素地調整を行った鋼材面に、下塗り2層、上塗り2層、層厚160 μ mとすること。膜厚は膜厚計にて計測する。

錆

錆は、一般的に溶接やボルトによる接合箇所、溶接目地、キャップボルト、ナットの付近などに見られる。錆がこれらの箇所にあるときは、構造的な欠陥と判断する前に、まず、構造物の振動によって接合箇所でのゆるみや溶接割れがないかどうかを確かめる。そして、錆汁の跡が塗装に目視できる場合、より深い箇所に発錆があるかどうかを確認し、またこれらの発見に対して塗装を行うべきかどうか判断する。

水が、主塔の縦方向・横方向のボルト継手に浸透していると、この継手の目に沿って発錆する可能性があることを考慮して、主塔の外側から目地にコーキングすること。

そのほか、路面の安全地帯から電纜管を通じて、または歩道から入口のカバーを通じて、橋梁の桁の中に浸入する水は、発錆が起こしやすい。このような箇所には、ゴム製ガスケットや目地材が使われている。目地材やガスケットは点検して、密封性を確実なものにするために、必要であれば交換したり補修したりすること。

スラグ、灰、埃

スラグ、灰、埃などが水と接すると、熱反応を引き起こす。この反応の副産物として腐食性の酸が得られ、塗装や鋼材を損傷する。スラグ、灰、埃などは一般的に伸縮目地、排水溝、橋門の梁で生成される。これらは、道路階の車線に面した主塔の表面や、ケーブルやロープ、衝突防護のボラードに、層となって塗装にこびりつく。これらは天候状況が許せば速やかに清掃すること。

溶接

海峡横断橋のデッキを構成するユニットは、溶接によって組み合わせられた大きな構造物であるので、溶接継ぎ手や部位において、どんな割れでも発見して溶接することは非常に重要である。

定期点検の際に、見えにくい割れの存在は、溶接目地上の塗装の割れや錆から知ることができる。そのような場合、疑わしい箇所において、磁粉探傷試験（MT）、浸透探傷試験（PT）、超音波試験（UT）といった非破壊検査によって調査を行い、その結果をもって対応すべき内容を判断する。

もしひび割れや割れが観察されたら、周辺の塗装を薄いスクレーパーや非腐食性の溶液で完全に清掃する。電纜管、欄干、ボラードといった非応力部材においては、現場溶接を行う。

異音

主塔、補剛桁、伸縮目地やケーブルから異音が聞こえることがある。そのような場合は、その箇所は注意深く点検すること。裂けた目地材、錆、目に見える動きなどが確認できる。ガタガタ、キーキー言う音が異常なレベルだと、一般的に言って構造的な欠陥に関係している場合があるので、添接部のボルト、ナット、溶接部やケーブルのソケットピンを注意深く点検すること。伸縮目地の近傍から聞こえる、中程度から高程度のカチカチいうような音がしたら、それが車両が伸縮目地の上を通過するときに鳴っているかどうか確認する。まず、音のする箇所の接続部材同士を締める。もし欠けたり弱くなっていたりしたら部分交換すれば、不具合を取り除ける。

2. 定期点検が必要な橋梁の部位

定期メンテナンス表に含まれる橋梁の部位は、現場において維持検査チームが検査する。主要な部位は、下記の項目についてメンテナンス検査が行われる。

アンカレッジの伸縮目地

伸縮装置で生じた破損、ひび割れや疲労によるなどのいかなる損傷でも発見したら、目地部にがたつきや割れがないか確認する。

アンカレッジ室

下記のような項目を確認する。

- アンカレッジ室内装のコンクリート構造物において、ひび割れ、欠け、天井からの漏水、階段や入口の欄干の割れ欠けや破断がないか。

- アンカレッジ室内での湿度計測結果が許容範囲レベルか。
- スプレーサドルの照明の状況、ケーブル・ロープのワイヤーの錆や漏水がないか。
- ケーブルワイヤーの破断や、プレストレス鋼棒の固定端のゆるみがないか。
- ケーブルワイヤーや、アンカレッジ室内のその他の鋼部材に、スラグや埃がないか。

床版の伸縮目地

下記のような項目を確認する。

- 交通が通過するときに伸縮目地で異音がないか
- 橋梁の振動によって、伸縮目地板のボルトナットのゆるみがないか、
- 石などの硬い異物や堆積物が、伸縮板の隙間に挟まっていないか
- 割れや摩耗が見られないか

注：伸縮目地は6年ごとに精密点検を行う

デッキのメンテナンス室

下記のような項目を確認する。

- デッキの区画の隙間や、桁のメンテナンス室内部や内面に、塗装の膨れがないか
- メンテナンス室入口カバーのガスケットやボルトナット部材に、凹凸や錆がないか

高架橋の桁のメンテナンス室

高架橋の桁の、アンカレッジ側からの入口の主桁に、塗装の膨れや発錆がないかどうか確認。

主塔内部の表面

下記のような項目を確認する。

- 主塔内面の塗装の膨れ
- 縦横方向のボルト継手を通して内部に漏水がないか
- ボルトのゆるみや発錆
- エレベータの鋼構造物や、架台の防護ワイヤフェンスに劣化がないか
- 基礎と主塔基部の接続部にゆるみや滞水がないか
- エレベータは正常に動くか
- 機械室の工具類や、主塔内部の照明システムは正常か。

主塔外部の表面

主塔外面の点検は、ケーブルサドルからベースユニットまで、主塔メンテナンス用架台を用いて行うこと。この点検において確認する項目は下記のとおり。

- 主塔の塗装面（4面）に、膨れ、割れ、剥がれがないか点検する
- 縦横伸縮目地の細かい隙間に詰めてある可撓性目地材 cekomastik（シリコン・マスチック）が乾燥して割れたり欠けたりしていないか点検する
- ポータルビーム上のジョイントにおいて、水漏れや、ボルトゆるみ、発錆がないか
- 主塔の吊り架台固定部材の溶接割れ、発錆、及び塗装状態を確認する
- 主塔頂部の航空障害灯は必ず点灯しているか

主ケーブルとサドル

主ケーブルはアンカレッジからアンカレッジまで、おのおの別々に点検する。この点検によって、下記のようなことがないかどうか確認。

- アンカレッジ室の固定部材のゆるみ
- ケーブルワイヤに水分や湿気がないか、スプレーサドルに変状がないか
- コイル（ラッピングワイヤー）に目視できる劣化、損傷はないか、主ケーブルの塗装の状態はどうか。
- ケーブルクランプに変化や割れはないか、コーキング材に乾燥や剥がれがないか、クランプにゆるみや錆がないか。
- 主塔のサドルにおいて、ケーブルコーティング（サドル防護）に水の浸透がないか、サドルの全般的な状況を観察。
- ケーブル上のハンドロープに、錆やゆるみがないか確認。
- 腐食に対する信頼性解析を実施。

デッキ内面

- ボックスの横断面と中空デッキの内面では、塗装と湿度を検査する。

- デッキ内部へのマンホールドアには水密性があるが、温度差による結露は避けられない。したがって、検査では、塗装に膨れや剥がれがないか、デッキの上に架設してある電力線付近に水滴や発錆がないか、またコーキング材が乾燥して剥がれていないかを確認する。

デッキ外部表面

- 主塔間のデッキの底部表面は海面上に存在するため、その表面は塩分と硫酸塩を含んだ海水の飛沫に最もさらされる。この表面は、桁メンテナンス用点検台車を使って端から端まで点検する。検査では、塗装が膨れて剥がれていないか点検する。
- 溶接目地において目に見えるクラックがなくても、溶接クラックは、塗膜下のクラックを警告音で知らせる機器を使用して検査する。
- 溶接目地において発錆がないかどうか検査する。
- デッキへの入口カバーの水密性と、歩道階において、デッキ側部の表面と手すりパネルの塗装と、歩道のゴム瀝青舗装の状況を検査する。
- デッキの海上交通航行システムを確認する。

排水装置

次のような項目を確認する。

- 補剛桁の車道および歩道の排水蓋が詰まっていないか、排水管でひび割れや漏水がないか
- 特に排水管がデッキ内部に入っていく箇所において、ネオプレンガスケットやコーキング材に劣化がないか、また漏水がないかどうか確認する。
- 排水管の縦引き部分の金具に、ゆるみや破損等の欠陥がないか
- 排水渠に伸びる主集水管に破損や詰まりがないか

ハンガーロープと接続部のソケット、接続プレート

- 外部からの衝撃や荷重にさらされる桁を主ケーブルから吊っているハンガーケーブルの挙動を検査する。
- ハンガーケーブルを構成するワイヤの破損、発錆、腐食を検査する
- 主ケーブルとクランプで固定される箇所と、デッキの高さで接続される箇所において、ソケット、接続プレート、ピン、ピン穴について、錆、ひび割れがないかどうか確認し、損傷が発見されたら、仕様書に基づいて速やかにこれを取り除くこと。

(2) 長大橋の修繕業務

1) 適用範囲

長大橋梁の補修に関する一般事項について取り扱う。

2) 作業内容

修繕業務は、KGM O&M マニュアルに加え、1,500m超の長大橋の実績を参考に提案する。下表で下線をつけたものが1,500m超の長大橋の実績により提案したものである。

例えば、ダーダネルス海峡大橋においては、主ケーブル内部の防錆・防蝕のために、近年の日本及びトルコの長大橋において標準的に設置されるようになっている送気乾燥システムを、新設当初より設置する。また、海中基礎の防食対策、非破壊検査結果に基づくコンクリート劣化予測、鋼床版等における疲労損傷対策を実施する。これらに合わせて、下表のとおり提案する。

表 3.7.35 長大橋の修繕業務

項目		内容	根拠
補修塗装	主ケーブルの補修塗装	点検結果に基づき塗膜のわれ等の変状により、部分補修塗装、局部補修塗装を行う	湿度管理目、標値巡回・基本点検
	ハンガーロープの補修塗装	点検結果に基づき、部分補修塗装、局部補修塗装を行う。	巡回・基本点検
	塔及び補剛桁等の補修塗装	点検結果に基づき、部分補修塗装、局部補修塗装を行う。	巡回・基本点検
海中基礎の防食		点検結果に基づき、鋼ケーソン、多柱基礎の変状に応じ適切な防食の部分補修を行う。	巡回・基本点検 水中精密点検
オープングレーチング		点検結果に基づき、変状程度に応じ適切な部分補修、局部取替を行う。	巡回・基本点検
管理路		点検結果に基づき、変状程度に応じ適切な部分補修塗装、局部取替を行う。	巡回・基本点検
主ケーブルの気密化		送気システム ⁵ が、要求性能どおり稼働するためには、ケーブルの気密化が重要である。このためコーキング劣化及び空気漏れ状況が確認された場合は変状に応じ適切な部分補修を行う。	巡回・基本点検 湿度管理目標値
コンクリート補修		非破壊検査結果に基づき、完成後 200 年の劣化予測を行い、対策時期、対策方法を検討し、経済的な方法で対策を行う。	劣化予測巡回・基本点検
疲労損傷対策		鋼床版を含む床組で疲労損傷が発生した場合は、点検結果に基づき変状に応じ適切な部分補修、局部取替等を行う。	巡回・基本点検
小規模構造物		点検結果に基づき橋梁本体あるいは橋梁付属物の変状に応じ適切な部分補修、局部取替等を行う。	巡回・基本点検
大型伸縮装置		点検結果に基づき、変状に応じ適切な部分補修を行う。	巡回・基本点検
鋼床版縦桁支承		点検結果に基づき補剛桁上で床組を支える縦桁支承を、変状に応じ適切な部分補修、部分補修塗装を行う。	巡回・基本点検
防護柵		点検結果に基づき、腐食が開始するまでに変状に応じ適切な部分補修、部分補修塗装を行う。	巡回・基本点検
ハンガーロープ	ハンガーロープ補修（防錆対策）	点検結果に基づき、ハンガーロープ定着部の変状に応じ適切な部分補修を行う。	巡回・基本点検
	制振装置	制振装置の劣化状況及び効果の状況に応じ適切な部分取替、部分補修を行う。	巡回・基本点検
	斜張橋ケーブルの角折れ緩衝装置	点検結果に基づき、角折れ緩衝機能が低下したと判断された場合は変状に応じ適切な部分補修、部分取替を行う。	巡回・基本点検
船舶緩衝工		点検結果に基づき、変状に応じ適切な部分補修、局部取替等を行う。	巡回・基本点検

3) 作業水準の検証方法

以下に示すような項目について、分析を行うことにより、適正な管理水準を維持しつつ長大橋梁補修の作業水準の見直しを継続的に行っていく。

- 巡回・基本点検
- 水中精密点検
- 湿度管理目標値

⁵ 主ケーブルは吊橋を構成する部材の中でも最も重要な部材であることから、ケーブル内部を乾燥させて錆の進行を止める対策として、送気乾燥システムが開発された。本システムの導入によって、継続的に湿度等をモニターすることにより適切な予防保全が図れる。

また、本システムは国内や海外の吊橋においても腐食対策として広く採用されている。

3.7.6 料金收受等業務

本章においては、料金收受等業務の計画について検討する。

トルコでは主に

- 料金收受と料金收受によって得られた情報の整理及び報告を行うオペレーションサービス
- 料金機械に関わる全ての機械の保守を行うメンテナンス及びリペアサービス

と業務が二つに分けられている。

料金收受に関しては、收受方式やシステムの内容が国によって大きく異なるため、基本的にトルコの規程類を参照して計画を提案するが料金レーンの運用方法などマニュアルに記載のない箇所については、日本の方式を参照することとする。

(1) 適用基準

料金收受等業務については、KGM O&Mマニュアルの Chapter12 に準拠する。原則トルコ方式を準拠するものとするがレーンの運用方法など日本における料金徴収の方法も活用するものとする。

(2) オペレーションサービス

1) 業務の目的

料金所を通過する利用者から正確かつ迅速に通行料金を收受し、快適に料金所を利用するために必要な料金収受体制を確保する。また、料金收受機械により収集された收受金額、交通量等の情報を整理、蓄積するとともに、決められた頻度でKGMへ提出する。

2) 業務の内容

オペレーションの業務は料金所で提供する次の業務のことをいう。

- 料金所レーンの整備、料金徴収システムを用いた料金徴収の実施
- 料金所の人員の雇用とトレーニング
- 料金徴収システムとその他機械のハードウェアとソフトウェアの改善
- 料金徴収した車種区分別台数やその他のユーザー情報の収集、その統計的情報の報告
- 自動車道運営に関連する公的機関との関係形成
- 料金所のセキュリティに関すること

また、料金所のオペレーションにおいて、次の条件を順守することとされている。

- 料金所が年間を通して24時間機能していること
- 車種別料金表は通過車両がよく見えるようにディスプレイしておくこと
- 各ブースの支払方法は混乱が起こらないように明確に記載すること
- 運営期間中に運営者により実施される新たな支払方法はその他の自動車道の料金所で使用されているソフトウェアと互換性がある必要がある。新支払方法、新しい支払カードはKGMの承認を得なければならない

- 運営者は料金徴収、料金管理、交通データに関する全情報をトルコ財務省と KGM がアクセス可能な状態にしておくこと
- 運営者は合理的なクレームに対して必要であれば対策をとること

(3) メンテナンス及びリペアサービス

1) 業務の目的

利用者から正確かつ迅速に通行料金を収受するため、料金収受機械等の適正な管理を行い、常に正常な状態に維持するとともに、料金収受機械等の障害を未然に防止し、その機能を十分に発揮して料金収受業務が効率的に実施できるよう、的確に点検整備等を行う。

メンテナンスとリペアサービス範囲は、料金収受に関わるシステムの定期メンテナンスの実施と、不具合があったソフトウェア、設備の修理や取替えだけでなく、ケーブルやその関連物の検査や修理もこの範囲に含む。さらに料金所の内部と外部の清掃、料金所レーンの清掃、料金所ビル、変圧器、電気、上下水道、セントラルヒーティングシステムとその他設備の保守と修繕もその範囲に含む。

2) 作業の内容、作業水準

主にKGM O&Mマニュアルに準拠する以下の項目が想定される。

表 3.7.36 作業概要

点検の種類	点検内容	頻度
日常点検	料金収受に使用されるコンピューターのステータスの検査及び管理とハードウェアエラー通知の確認	1回/日
	入口ブースの外面の検査及び管理	1回/日
	the toll collection control center で使用されるシステムのステータスの検査及び管理とエラー通知の確認	1回/日
	the main control center and regional control center で使用されるシステムのステータスの検査及び管理とエラー通知の確認	1回/日
	the toll booth control center で使用されるコンピューターのステータスの検査及び管理とエラー通知の確認	1回/週
	出口ブースの検査、管理、清掃	1回/月
	入口ブースの検査、管理、清掃	1回/月
	料金ブースの電気制御系統の検査、保守、清掃	1回/週
	the main control center のハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/月
	the regional control center のハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/月
	the toll booth control center のハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/月
	出口ブースの OGS と HGS の外見検査、点検、清掃	1回/月
	入口ブースの OGS と HGS の外見検査、点検、清掃	1回/月
	非常用電源装置の点検、保守	1回/月
定期点検	the toll booth control center のハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/年
	出口ブースのハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/年
	入口ブースのハードウェアとソフトウェアの検査、点検、分析とハードウェアの清掃	1回/年
	車種判別装置及び LED 表示の電気系統の点検及び保守	1回/年
緊急点検	その他緊急作業	必要時

3.7.7 交通管理業務

本章では、交通管理業務の計画を検討する。

KGM O&Mマニュアルには道路の安全を守るためのオペレーション上の性能規定があり、交通管理業務ではそれらを順守することが求められる。KGMのヒアリング結果から、交通管理業務については現場の事務所においてそれぞれの道路の特性に応じて、業務内容を決定しているため、統一的な規定類がないことが判明した。そのため、本業務については、日本の規程類を参考に検討を行った。

日本において交通管理業務は、交通管理巡回業務、法令違反車両取締等業務及び交通管制業務に分けられており、本章でも同じ区分により業務の検討を行った。

(1) 適用範囲

管理する道路における交通管理巡回業務、法令違反車両取締等業務及び交通管制業務に関する一般的事項について取り扱う。

(2) 適用基準

交通管理業務については、KGM O&MマニュアルのChapter4に記載する内容に準拠するが、パトロールの回数等詳細については日本の規程類を参照した。また、車両の重量違反など法令違反車等の取り締まり業務に関しては、現地ヒアリングの結果、KGMの業務ではなく、別の組織によって行われているためKGMのマニュアルに記載がない。また、KGMが主体に業務を実施する場合と本事業で想定されているBOT業者が取締り等業務を行う場合については、適用される法律が違ってくるのが分かっており、これらの整理がKGM側においてもできておらず、不明な点が多いため、現在のところ、本プロジェクトにおいてどのような業務分担になるか決定できないため日本の規程類を参照し、計画を提案する。

(3) 交通管理巡回業務

1) 業務の目的

利用者が自動車道等を安全かつ円滑に走行できるように、24時間365日体制で、交通事故や路上障害物などの異常事象を未然に防ぎ、また一旦それらの事象が発生した場合には、警察・消防と協力し早期回復を図るとともに、後続の利用者の2次事故を防止することを目的とする。

2) 業務の内容

業務内容は以下のとおりである。

定期巡回

巡回計画表に基づき自動車道等の巡回を実施し、道路状況、交通状況、気象状況などの情報を収集、報告するとともに路上障害物を発見、排除する。なお、1日あたりの定期巡回回数は以下の通り。

表 3.7.37 1日あたりの交通管理巡回回数

交通量（1年間の日平均区間交通量）	定期巡回回数／日
5,000 台未満	3 回
5,000 台以上 10,000 台未満	4 回
10,000 台以上 15,000 台未満	5 回
15,000 台以上 20,000 台未満	6 回
20,000 台以上 25,000 台未満	7 回
25,000 台以上 30,000 台未満	8 回
30,000 台以上 40,000 台未満	9 回
40,000 台以上 50,000 台未満	10 回
50,000 台以上 70,000 台未満	11 回
70,000 台以上 90,000 台未満	12 回
90,000 台以上 110,000 台未満	13 回
110,000 台以上	14 回

※巡回区間の時間別交通量に応じて、効果的な巡回計画を設定する。

※必要に応じて道路構造等を勘案し補正を行う。

臨時巡回

定期巡回以外に交通状況、気象状況の変化や予測により臨時的な巡回を実施する。

緊急出動

緊急出動の指示を受けた場合は、指示する場所へ急行し、指示を受けた事項を実施する。

異常事態の処理

上記巡回中に次の各号に定める異常事態に遭遇した場合緊急出動の指示を受け、次の各号に定める異常事態の現場に到着した場合は、これを通報し、処理する。

- 交通事故
- 故障車
- 路上障害物
- 車両火災
- 交通渋滞
- 気象の急変
- 道路損傷（道路に係る汚損も含む。以下同じ。）
- 交通若しくは道路構造に支障を及ぼす沿道工作物又はそのおそれがあるもの
- 交通若しくは道路構造に支障を及ぼす沿道火災又はそのおそれがあるもの
- その他道路の安全かつ円滑な通行を妨げる事態又はそのおそれがあるもの

緊急出動中に異常事態に遭遇した場合は、すみやかに通報し、道路管制センター長の指示を受けなければならない。

上記の業務は、KGM O&Mマニュアル Chapter 18のオペレーション上の性能規定（表3.7.2 オペレーションの性能基準）を順守するよう行われる必要がある。

(4) 法令違反車両取締等業務

1) 業務の目的

車両制限令等の法令に違反する車両及び積載物が不適當な車両に対する取締を実施することにより道路の構造を保全し、道路における交通の安全と円滑を確保することを目的とする。

2) 業務の内容

業務を実施する専門の部隊を組織し、車両制限令に定める諸元に違反する車両、特殊な車両の通行に関する許可条件に違反した車両、積載物不適當車両等に対する取締を実施する。具体的な取締手順は以下のとおり。

- 違反車両を発見した場合における当該車両の計測場所への誘導
- 計測等による違反状況の確認
- 違反者に対する違反状態是正の指示
- 違反者に対する警告書の発行あるいは機構からの要請に基づき実施する措置命令書の交付

(5) 交通管制業務

1) 業務の目的

24時間365日体制で交通状況や気象状況等の情報を収集・把握するとともに、道路情報板等により、利用者に交通情報等を提供することを目的とする。併せて異常事態発生時には、交通警察、消防機関との連携及び交通管理隊等への指揮系統の核としての役割を担うことにより、道路の安全かつ円滑な交通を確保することを目的とする。

2) 業務の内容

交通管理隊等との無線通信及び有線通信による交信、非常電話の受信等の情報の収集並びに情報提供機器の操作を実施。具体的な業務内容は以下のとおり。

- 交通管制室のグラフィックパネルの表示及び施設制御室からの情報収集などにより常時管内の交通状況を把握すること。
- 交通管制室への入電に際しては、利用者から必要な事項を簡潔かつ的確に確認し、必要な措置をとること。
- 交通管制室で受信した問い合わせや通報等の対応を行うこと。
- 上記に掲げるほか、道路の安全かつ円滑な交通を確保するため、管制司令が指示する事項を実施すること。

3.7.8 ITS 計画

(1) ITS 設備の設置計画

本プロジェクトにおけるITS設備について、設置計画を検討した。各システムの詳細については、本章にて後述する

(2) 情報収集システム

1) 交通量計測システム

交通量計測は自動で交通量、速度を把握することができ、渋滞や事故分析や将来の交通量予測に有効であるため、IC間に1箇所ずつ各車線に設置する。なお、交通量計測システムの種類については、将来、交通量が増大し、より密なデータ取得が必要となった場合、本線、ICやJCTへの増設を検討する。

2) CCTVカメラシステム

CCTVカメラは、本線およびIC分合流部における渋滞や事故の状況を管制センターで把握するために必要となるため、本線上、IC分合流部各1箇所と料金ゲート付近の上下線各1箇所に固定タイプを設置する。

3) 重量計測システム

重量計測システムは、大型車両等の過積載を防止するための車両重量計測システムである。任意入口レーン（大型用幅広レーン）に軸重計及び車重計を各料金所に1箇所設置するとともに、過積載車両の発見や車重の計測を行う車限隊を組織配置する。

さらに、過積載車両排除のため、料金所にUターン路の設置を検討する必要がある。

4) 気象観測システム

気象観測システムは、気象（雨量、風速、風向、気温、路温、降雪量、地震など）を観測する機器を路側に設置し、維持管理事務所でモニタリングや今後の気象状況を予測するシステムをいう。気象観測機器は、各変化点やICに設置し、システムは維持管理事務所に設置する。

5) 移動無線システム

移動無線システムは、事故や渋滞に対する現場の情報を迅速かつ正確に収集・提供するために利用するもので、維持管理事務所の道路管理車両数や点検員数など移動無線が必要な車両や社員分を計上する。

(3) 交通情報提供システム（可変式道路情報版）

可変式情報板は、自動車道を利用前、または利用中のドライバーに対して規制状況、渋滞、事故状況や路面状況などの情報共有が適切に行われることを目的とする。ドライバーに提供するデータは、CCTVや交通量計測設備、気象観測設備から入手する。情報板の設置箇所は、IC流入部各1箇所、および料金ゲートの入口各1箇所に設置するが、本プロジェクトにおいては、要所とダーダネルス海峡大橋の交通状況を利用者に有効に提供するため、海峡部手前の本線料金所だけでなく、利用者が経路を選択できるようフェリー乗り場の手前に情報版を設置することも有効である。

なお、利用台数が1万台を超え、より詳細な交通情報提供が必要となった場合、増設（中間情報板等）を検討する。

(4) 交通管制システム

交通管制システムは渋滞や気象情報など自動的に収集される事象と事故や落下物などの交通管制員が通報や映像で収集する事象を交通中央処理と収集系システム、提供系システムで一元的に管理している。なお、道路交通情報の一元管理を行うため、運営事務所に設置する。

今調査においては、他路線とのネットワーク化が不明確であるため、単独導入とするが、今後、自動車道のネットワーク化が進んだ場合、接続する他路線も含めた道路交通情報の収集と総合的な交通管制を行うことが効率的かつ重要であるため、交通管制の仕方について効果的に運用できる組織体制の構築が必要である。(他路線も含めた一括集約の交通管制、若しくは管理者別に交通管制を行うが相互に連携した交通管制など)

また、道路交通情報の入手手段として、CCTVカメラを多数設置し監視することも他路線で計画されているが、初期および維持管理コストと設置による効果を十分に検証の上検討する必要がある。

(5) 料金收受システム

料金收受システムは、トルコで現在使用されている方式であるOGS及びHGS⁶を導入する。

3.7.9 維持管理計画に関わる提言及び懸念事項

(1) 料金徴収方法に関する提言及び懸念事項

KGMの運営する自動車道においては、過去には有人收受（現金徴収）が実施されていたが、現在においてはOGS及びHGSを使用した無人收受が一般的であり、本プロジェクトにおいても有人收受と合わせて、同システムを使用した無人收受を前提に検討も合わせて行っている。

なお、本前提については無人收受において料金を徴収できなかった場合（チャージ不足によるゲートのすり抜けを含む）について、KGMと同じスキームで料金を追徴できる担保があることが必要となる。

KGM等からのヒアリングによると料金追徴スキームとは、チャージ不足により料金徴収ができなかった場合後日に料金を追徴するスキームである。追徴料金は、車両番号に紐づきチャージされ車両保有者に請求がなされる。さらに請求に応じない利用者には、車両を売却する際、もしくは車両を破棄する際に追徴分の料金が強制的に徴収される。

一方、ゲブゼ～イズミール自動車道プロジェクトの維持管理を担当しているOTOYOL社とのインタビューによると、BOTプロジェクトについては、KGMの料金を追徴するスキームが使用できない可能性があることが示唆された。同社では、確実な料金徴収のため有人收受（現金徴収）を実施する可能性があることを確認した。

⁶ OGS 及び HGS は、いわゆる ETC (Electronic Toll Collection System) であり、高速道路の料金所を通過する際に、停止することなくノンストップで自動收受するシステムである。

OGS は、DSRC (Dedicated Short Range Communication) Passive 方式のシステムで車載器を必要とする一方、HGS はRFID (Radio Frequency Identifier) Passive 方式のシステムでICチップを内蔵したステッカーを車に貼付するだけでよく、電源も必要としない。

両システム共に前もって料金引き落とし用の口座を登録し、口座の残高が減ると銀行振り込みやクレジットカード等で入金する必要がある。

同社が有人収受を行う背景については、長大橋部分の料金が高く、同社が想定する一般的な利用者の料金チャージ金額を上回っており、無人収受のみで料金徴収をおこなうと、チャージ不足による料金の未徴収が多発することが想定されるためである。料金未徴収分について、KGMの追徴スキームが使用できなくなると自動車道利用後においても料金を徴収できない可能性があり、同社の収入を圧迫するため有人収受の実施を検討している。

本プロジェクトにおいては、最低交通量保証が予定されているが、料金収入による保証ではなく、あくまで交通量による保証であると想定されるため、料金追徴スキームが利用できない場合は、BOT事業者の料金徴収リスクが非常に高くなる。

本プロジェクトにおいても、ゲブゼ～イズミール自動車道プロジェクトと同様にKGMの料金追徴スキームが利用できない場合は、有人収受を検討する必要があるが、有人収受においては、料金の確実な徴収にメリットがあるものの、以下の点において、リスクや自動車道の経済効果の低下が発生しうるので料金徴収方法を検討する際は、KGMの料金追徴スキームをBOTプロジェクトに適用し、無人収受を行うことが適切と考えられる。

有人徴収を導入することのリスク（料金レーンの安全の確保）

トルコ国においては、ユーザーはOGS及びHGSの普及により、料金レーンをノンストップで通過することに慣れている。BOTプロジェクトにおいて、有人収受によるワンストップ化が行われると、特に本線料金所において急な一旦停止による追突などが起こり、安全面でリスクが存在する。

自動車道の経済効果の低下

自動車道は時間コストの短縮やそれによる燃料費の削減など様々な経済効果を及ぼすが、料金所のワンストップ化による渋滞等により、その効果が十分に得られない可能性がある。さらに、有人徴収を行うと各ICの料金所で有人徴収を行うためのスタッフの配置や料金施設の配置を行う必要があり、初期費用の増大や管理コストの増加が避けられず、無人徴収を行うよりも、コンセプション期間が長くなる可能性がある。

(2) 全線リアルタイム状況把握の提言

日本の新東名自動車道では道路状況を全線で把握するために、1キロピッチでCCTVカメラを配置し道路状況の把握を行っている。これにより、自動で落下物等の突発事象を検知し、情報版等を使い利用者に情報提供をするなど、安全の確保に努めている。

必ず起こる自動車道上の事故等のネガティブな事象に対し、二次被害を防止し、重大事故にさせないが重要である。そのためには、事象の発生を迅速にキャッチし、リアルタイムに利用者へ知らせると共に管理者が迅速に対応することが必要である。事象発生後の初期のタイムラグ（事象発生時刻とそれを認識する時刻との差）は、その後の渋滞や2次災害発生に大きく影響することから、初期のタイムラグを最小化することがキーとなる。ひとたび、重大事故が起こると、ユーザーの安全だけでなく、道路構造物自体にも甚大な被害があり、ライフサイクルコストに大きな影響を及ぼす。

また、カメラによる道路状況の把握は、パトロール等、交通管理の効率化にもつながる。

3.8 概算事業費の算出

3.8.1 道路部

(1) 積算対象

本調査における積算対象は、建設費及びエンジニアリングサービス費（設計費）である。補償費及び維持管理費は含まれていない。

1) 建設費

基本設計時の建設費は、技術仕様書に則り表3.8.1に示すBQ数量により積算を行った。なお、単価設定に当たっては、トルコ国が毎年更新している標準BQ単価（Unit Price Code 2015（KGM）、主な単価を表3.8.2に示す）を使用した。

表 3.8.1 BQ 項目

No.	項目	単位	数量
SECTION 1 - 準備工			
1.1	準備工	式	1
SECTION 2 - 伐開除根			
2.1	伐開除根	m2	7,020,922
SECTION 3 - 土工			
3.1	盛土工	m3	31,890,305
3.2	切土工	m3	19,157,452
3.3	法面工	m2	2,944,138
SECTION 4 - 舗装工			
4.1	不陸正整工	km	171
4.2	表層工	m2	5,317,747
4.3	基層工	m2	5,267,197
4.4	AS安定処理工	m2	5,339,069
4.5	上層路盤工	m2	5,482,813
4.6	下層路盤工	m2	5,886,666
4.7	路床工	m2	7,009,239
SECTION 5 - 排水工			
5.1	中分V字排水溝	m	171,124
5.2	中分縦断管	m	171,124
5.3	路肩V字排水溝	m	342,248
5.4	路肩縦断管	m	342,248
5.5	小段V字排水溝	m	73,385
5.6	函渠工	no	275
SECTION 6 - 安全施設工			
6.1	転落防止柵	m	236,040
6.2	路面標示	m	1,104,000
SECTION 7 - 橋梁工			
7.1	取付高架橋	m2	47,275
7.2	高架橋	m2	167,750
7.3	特別橋	m2	2,440
7.4	横断橋	m2	30,500
7.5	跨道橋	m2	45,000
7.6	IC橋	m2	27,600
7.7	函渠工	ヶ所	32
SECTION 8 - トンネル工			
8.1	掘割トンネル工	m3	87,500
8.2	山岳トンネル工	m3	135,000
SECTION 9 - インターチェンジ工			
9.1	インターチェンジ工	ヶ所	14
SECTION 10 - 休憩施設工			
10.1	休憩施設工	ヶ所	7

出典：JICA調査団

表 3.8.2 本積算に使用した主なトルコ標準 BQ 単価

Code No.	項目	単位	2015年単価 (トルコリラ)
KGM/03.538/2	トラック運転の1時間当たり価格	HR	66.61
KGM/03.542/1	振動ローラー (45~61DHP) 運転の1時間当たり価格	HR	71.71
KGM/08.104/1-K	転石から砕石生産 (0-0.250トンカテゴリ)	M3	2.29
KGM/08.104/K	採石場での砕石生産 (0-0.250トンカテゴリ)	M3	9.85
KGM/08.106/K	採石場での砕石生産 (0-0.400トンカテゴリ)	M3	10.52
KGM/14.022/1	機械による木の切断や根返り (φ10-30cm)	PCS	5.29
KGM/14.022/1-K	機械による除根 (φ10-30cm)	PCS	2.45
KGM/14.022/2	機械による木の切断や根返り (φ30-50cm)	PCS	13.23
KGM/14.022/2-K	機械による除根 (φ30-50cm)	PCS	5.78
KGM/14.022/3	機械による木の切断や根返り (φ50-80cm)	PCS	31.80
KGM/14.022/3-K	機械による除根 (φ50-80cm)	PCS	13.33
KGM/14.022/4	機械による木の切断や根返り (φ80cm以上)	PCS	54.79
KGM/14.022/4-K	機械による除根 (φ80cm以上)	PCS	22.81
KGM/15.001/A	土砂掘削、押土	M3	2.53
KGM/15.014/A	岩掘削、押土	M3	7.41
KGM/15.044	不陸正整	KM	1,938.88
KGM/15.052/2	振動ローラー (50-60 HP) による締固め	HR	107.10
KGM/15.058	タイヤローラー (7-8t) による締固め	HR	53.28
KGM/15.058/1	小型タイヤローラーによる締固め	HR	89.63
KGM/15.062	機械又は手動による路肩材の敷設	M3	1.65
KGM/15.101	基礎材料用砂利 (φ50mm)	M3	5.39
KGM/16.101/K-H	橋梁基礎用生コンクリート (C16/20)	M3	164.93
KGM/16.132/K	ボックスカルバート用鉄筋コンクリート	M3	213.13
KGM/16.133/K	橋梁用鉄筋コンクリート	M3	227.88
KGM/16.133/K-H	橋梁用生コンクリート (C25/30)	M3	327.64
KGM/16.135/K-H	コンクリート杭、床版用強化コンクリート	M3	316.23
KGM/17.001/K	石積み擁壁	M3	50.23
KGM/17.101/K	石張り (t=20cm)	M2	23.85
KGM/18.459/K	φ80cmコンクリートパイプ敷設	MT	77.51
KGM/21.035/K-6	鋼製型枠	M2	16.13
KGM/21.040	合板型枠	M2	31.29
KGM/23.002/K-1	PCケーブル組立	TON	1,780.19
KGM/23.002/K-2	長手PCケーブル緊張工	PCS	221.49
KGM/23.002/K-3	横手PCケーブル緊張工	PCS	110.75
KGM/3605/A2	PVCパイプ (φ200mm) 敷設	MT	22.49
KGM/3780/1	車道ガードレール製作	MT	34.65
KGM/3780/1-M	車道ガードレール組立	MT	5.56
KGM/3780/1-S	車道ガードレール解体	MT	6.36
KGM/3781/2	3N車道ガードレールレール製作	PCS	15.45
KGM/3781/2-M	3N道路ガードレールレール組立	PCS	4.78
KGM/3781/3	3N車道ガードレール支柱製作	PCS	118.23
KGM/3781/3-M	3N道路ガードレール支柱組立	PCS	17.49
KGM/3792	高強度プレテンション鋼の調達	TON	2,500.00
KGM/3793	ケーシングパイプの調達	MT	2.11
KGM/3794	足場材の調達	PCS	25.63
KGM/4393	瀝青材料散布	DA	45.21
KGM/4398	接着瀝青材料散布	DA	31.98
KGM/50.128	コンクリート道路ガードレール (タイプA) の型枠製作工	MT	135.19
KGM/50.130	コンクリート道路ガードレール (タイプA) 製作工	MT	270.38
KGM/50.132	コンクリート道路ガードレール (タイプA) 設置工	MT	36.29
KGM/5006/K	交通標識製作工	MT	26.30
KGM/5007/K	標識支柱工	PCS	16.99
KGM/5008/K	規制標識工	M2	22.45
KGM/5009/K	案内標識工	M2	5.41
KGM/60.203	路面標示工	M2	23.95
KGM/6010	粒状下層路盤	M3	7.72
KGM/6040	粒状上層路盤	M3	24.66
KGM/6308	アスファルト舗装：基層 (t=8cm)	M2	9.10
KGM/6330	維持補修用アスファルトコンクリート運搬	TON	37.93
KGM/6454/S	アスファルト舗装：表層 (t=4cm)	M2	5.64
KGM/7507/2	フレキャスト側溝 (タイプ2) 製作	MT	31.65

出典：JICA調査団

2) 設計費

設計費用には、設計・計画費のみが含まれる。

(2) 積算対象外

本積算には、海峡大橋部と以下に示すプロジェクト着工前に計上される補償費、及びプロジェクト完工後に発生する運営維持管理費は含まれていない。

1) 補償費

以下の項目については、プロジェクトの準備段階において計上されるが、本プロジェクトはBOT案件であるため、本積算には含まれない。

- 土地収用
- 電気、電話、水道、下水等施設の移設

(3) 積算条件

1) 積算時期

本概算事業費算出において、為替レート、物価上昇等積算に関する数値は2015年9月時点のものである。

2) 為替レート

本積算で使用している為替レートを以下に示す。

- 1 米ドル (USD) = 2.91 トルコリラ (TRY)
- 1 米ドル (USD) = 120 円 (JPY)
- 1 トルコリラ (TRY) = 41.24 円 (JPY)

(4) 税金

1) 主な税制及び税率

トルコにおける、主な税制及び税率を表3.8.3に示す。なお、税金に関する所轄官庁は、財務省 (Ministry of Finance) 及び関税商務省 (The Ministry of Custom and Trade) となる。

表 3.8.3 主な税制及び税率

主な税制	法人税、所得税、付加価値税、特別消費税
法人税	法人税率 20% (源泉税：10~25%)
個人所得税	個人所得税：15~35% (年収 1 万トルコリラ以下から 8 万 8,001 トルコリラ以上まで 4 段階で 税率が変わる)
付加価値税	一般食料品 1%~8%、その他の一般的な商品 18%
関税	一般、最恵国税率、EU 税率、EFTA 税率の複税制 対日輸入適用税率：最恵国税率
日本への利子送金課税	金融機関を通じての送金：10% その他：15%
日本への配当送金課税	資本比率が 25%以上：10% 資本比率が 25%以下：15%

出典：JICA調査団

2) VAT

トルコにおける付加価値税率は、表3.8.4に示すとおりである。

表 3.8.4 付加価値税率

主な付加価値税対象取引	税率 (%)
標準税率	18
食料品、繊維製品、製薬原料、宿泊料等	8
農業製品、新聞、雑誌、中古車等	1
輸出取引等	免税

出典：JICA調査団

なお、本プロジェクトはBOT案件のため、付加価値税は免税となる。

(5) 物価上昇率

トルコにおけるインフレ率の予測推移は、IMFによると表3.8.5に示すとおりである。なお、2021年以降の推測値は示されていないことから、2021年以降も6.50%とする。

表 3.8.5 インフレ率の予測

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	備考
インフレ率(%)	7.44	8.975	6.50	6.50	6.50	6.50	

出典：IMF - World Economic Outlook Databases

(6) インフレ上昇考慮期間

物価上昇を考慮する期間は、2015年を基準とし、建設工事が開始する2019年から、建設工事間完了する2023年までとした。

ただし、物価上昇は、現地通貨のみに適用することとし、外貨に対しては0.0%とした。

(7) 物理的予備費

物理的予備費は、これまでの類似案件を参考に建設費の5%とした。

(8) 業務管理費

業務管理費（事業実施機関の管理費）は、これまでの類似案件を参考に建設費の5.0%とした。

(9) 金利

建設及び設計業務共に、これまでのKGMの実績から、建設費及び設計費の0.842%/年とした。

(10) 予備設計段階における単価設定

KGMのUnit Price Code（2015年版）を基に、前述の物価上昇を考慮し、工種別の単価を設定した。

(11) 予備設計段階におけるプロジェクトの概算事業費

予備設計段階におけるプロジェクトの道路部の概算総事業費（約2,144億円）を表3.8.6に、施工年度別事業費を表3.8.7、詳細設計費内訳を表3.8.8にそれぞれ示す。

表 3.8.6 概算事業費

項目		数量	単位	金額 (TRY)	金額 (千円)	金額 (千USD)	備考
A1	建設費						
1	準備費						
1.1	準備費	1	ls	10,000,000	412,400	3,437	
	小計			10,000,000	412,400	3,437	
2	伐開除根						
2.1	伐開除根工	7,020,922	m2	386,150,710	15,811,117	131,759	
	小計			386,150,710	15,811,117	131,759	
3	土工						
3.1	切土工	31,890,305	m3	159,451,525	6,983,977	58,200	
3.2	盛土工	19,157,452	m3	747,140,628	30,651,924	255,433	
3.3	法面工	2,944,138	m2	141,318,624	5,888,276	49,069	
	小計			1,047,910,777	43,524,177	362,702	
4	舗装工						
4.1	不陸正整工	171	km	428,526	17,673	147	
4.2	表層工	5,317,747	m2	132,943,675	5,530,457	46,087	
4.3	基層工	5,267,197	m2	179,084,698	7,458,351	62,153	
4.4	AS安定処理工	5,339,069	m2	320,344,140	13,230,213	110,252	
4.5	上層路盤工	5,482,813	m2	131,587,511	5,488,296	45,736	
4.6	下層路盤工	5,886,666	m2	153,053,316	6,304,620	52,539	
4.7	路床工	7,009,239	m2	35,046,195	1,535,024	12,792	
	小計			952,488,061	39,564,634	329,706	
5	排水工						
5.1	中分V字排水溝	171,124	m	7,016,084	289,371	2,411	
5.2	中分縦断管	171,124	m	17,283,524	712,732	5,939	
5.3	路肩V字排水溝	342,248	m	14,032,168	578,742	4,823	
5.4	路肩縦断管	342,248	m	34,567,048	1,425,463	11,879	
5.5	小段V字排水溝	73,385	m	3,008,785	124,095	1,034	
5.6	函渠工	275	no	80,686,100	3,327,500	27,729	
	小計			156,593,709	6,457,903	53,815	
6	安全施設工						
6.1	転落防止柵工	236,040	m	14,634,480	603,555	5,030	
6.2	路面標示工	1,104,000	m	5,520,000	211,968	1,766	
6.3	情報施設	21	no	61,105,716	2,520,000	21,000	
6.4	通信管敷設	184	km	22,308,528	920,000	7,667	
	小計			103,568,724	4,255,523	35,463	
7	橋梁工						
7.1	取付高架橋	47,275	m2	114,641,875	4,727,500	39,396	
	高架橋	167,750	m2	406,793,750	16,775,000	139,792	
	特別橋	2,440	m2	5,917,000	244,000	2,033	
	横断橋	30,500	m2	73,962,500	3,050,000	25,417	
	跨道橋	45,000	m2	109,125,000	4,500,000	37,500	
	IC橋	27,600	m2	66,930,000	2,760,000	23,000	
7.2	函渠工	32	no	15,751,712	649,600	5,413	
	小計			793,121,837	32,706,100	272,551	
8	トンネル工						
8.1	山岳トンネル	135,000	m3	180,090,000	7,425,000	61,875	
8.2	開削トンネル	87,500	m3	84,875,000	3,500,000	29,167	
8.3	換気設備	2.1	km	1,273,037	52,500	438	
	小計			266,238,037	10,977,500	91,480	
9	インターチェンジ工						
9.1	インターチェンジ工	14	no	101,842,874	4,200,000	35,000	
	小計			101,842,874	4,200,000	35,000	
10	休憩施設工						
10.1	休憩施設工	7	no	67,895,247	2,800,000	23,333	
	小計			67,895,247	2,800,000	23,333	
11	管理施設						
11.1	運営センター	1	no	19,398,642	800,000	6,667	
11.2	維持管理事務所	2	no	24,248,302	1,000,000	8,333	
	小計			43,646,944	1,800,000	15,000	
A1	直接工事費A1 (Σ(1~11))			3,929,456,920	162,509,354	1,354,246	
A2	物価上昇費			686,405,394	28,115,912	234,299	A1の17.4682%
	合計A2			686,405,394	28,115,912	234,299	(建設期間の平均)
A3	予備費			196,472,846	8,125,468	67,712	A1の5%
	合計A3			196,472,846	8,125,468	67,712	
	合計A=(A1+A2+A3)			4,812,335,160	198,750,734	1,656,257	
B	設計費						
B1	設計・計画費			44,410,015	1,831,469	15,262	
B2	予備費			2,220,501	91,573	763	B1の5%
	合計B			46,630,516	1,923,042	16,025	
	合計(A+B)			4,858,965,676	200,673,776	1,672,282	
C	事業者経費			198,693,347	8,217,041	68,475	(A1+B1)の5%
	合計C			198,693,347	8,217,041	68,475	
D	利子						年利0.842%
D1	(A+B+C)の2.6517%			134,113,944	5,509,035	45,909	(建設期間の平均)
	合計D			134,113,944	5,509,035	45,909	
	総合計			5,191,772,967	214,399,852	1,786,666	

※BOT事業ではVATは免税となる。

出典：JICA調査団

表 3.8.7 年度別事業費

年		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	合計	
調査/建設費 (除く海峽大橋)	準備・片付工			274,933				137,467	412,400	
	抜開除根			5,270,372	10,540,745				15,811,117	
	土工			6,217,740	12,435,479	12,435,479	12,435,479		43,524,177	
	舗装工						26,376,423	13,188,211	39,564,634	
	排水工			922,558	1,845,115	1,845,115	1,845,115		6,457,903	
	安全施設工						2,837,015	1,418,508	4,255,523	
	橋梁工			4,672,300	9,344,600	9,344,600	9,344,600		32,706,100	
	トンネル工			2,195,500	4,391,000	4,391,000			10,977,500	
	IC工			525,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	525,000	4,200,000	
	SA工			400,000	800,000	800,000	800,000		2,800,000	
	管理施設			257,143	514,286	514,286	514,285		1,800,000	
	小計			20,735,546	40,921,225	30,380,480	55,202,917	15,269,186	162,509,354	
	物価上昇費			6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	
	予備費			5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	
	事業者経費			1,036,777	2,046,061	1,519,024	2,760,146	763,459	8,125,467	
	小計			29,616,093	55,129,401	38,616,243	66,222,110	17,292,353	206,876,200	
設計・計画費	詳細設計費	777,345	1,054,124						1,831,469	
	予備費	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%		
	事業者経費	38,867	52,706	0	0	0	0	0	91,573	
	予備費	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%		
	小計	855,079	1,159,536	0	0	0	0	0	2,014,615	
合計	855,079	1,159,536	29,616,093	55,129,401	38,616,243	66,222,110	17,292,353	208,890,815		
利子	0.842%	0.842%	0.842%	0.842%	0.842%	0.842%	0.842%	0.842%		
	7,200	17,024	266,535	732,970	1,064,290	1,630,841	1,790,175	5,509,035		
合計	JPY	862,279	1,176,560	29,882,628	55,862,371	39,680,533	67,852,951	19,082,528	214,399,850	
	USD(120.00円/USD)								1,786,665,417	

出典：JICA調査団

1) 設計費

設計費には、以下に示す内容が含まれる。

- 詳細設計
- 施工計画

2) 建設費

第3.4.2条に記載した前提のもと作成した、第3.5.2条の概念設計と第3.6.2条の施工検討に基づき、下記の通り吊橋部の諸元を設定した。

表 3.8.9 吊橋部 諸元

項目	数値
中央径間	2,023m
橋長	4,023m
幅員	2-(3@3.65m + 2.5m)
主塔高	308m
北側 側径間ピア高	43.2m
南側 側径間ピア高	43.2m
中央桁高	87.3m
航路限界	1,000m × 64m

(2) 積算対象外

本積算には、プロジェクト着工前に計上される補償費及びプロジェクト完工後に発生する運営維持管理は含まない。

(3) 積算条件

積算時期、為替レート、税金、物価上昇、金利等の条件は第3.8.1条に記載された道路部の条件に準ずる。

(4) 概念設計段階における吊橋部の概算事業費

概念設計段階の吊橋部の概算事業費（物価上昇、予備費等も含む）は表3.8.10の通り。

表 3.8.10 吊橋部 概算工事費

単位:USD	
項目	金額
準備工	45,100,000
乗込み費・撤去費	228,700,000
設計	78,400,000
下部工	894,000,000
ケーブル・上部工	1,160,000,000
電気・機械・他	93,800,000
合計	2,500,000,000

3.8.3 維持管理費

維持管理費には、定期巡回点検、再舗装、橋梁の伸縮装置及び沓の交換等の大規模補修を含むものとし、KGMによる過年度の実績（Highway Operation Maintenance and Toll Collection Expenditures、

2014) から推定した。本資料には2004年分からの記載があり、表3.8.11に示す。なお、本プロジェクト位置に近い、イスタンブール地区の支出を参考とした。

表 3.8.11 維持管理費の推移

	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2012	2013	2014	km当り (円)	
高速道路 (イスタンブール地区)	交通サービス維持管理費	32,877	38,596	49,316	50,762	57,883	38,744	28,123	21,233	40,283	53,699	61,461	2,535,000
	雪氷対策費	4,981	8,416	9,514	6,779	6,306	4,471	0	0	8,296	9,751	8,379	346,000
	道路維持管理費	19,839	25,819	30,968	35,521	33,589	31,561	24,220	24,792	49,091	49,856	69,730	2,876,000
	料金システム維持管理費	35,505	37,691	50,909	54,870	56,583	86,012	59,905	54,753	76,510	69,666	73,934	3,049,000
第1ポスボラス橋	交通サービス維持管理費	254,148	395,694	3,048,179	2,762,798	551,032	316,070	28,283	26,504	492,299	1,175,148	616,118	
	雪氷対策費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	道路維持管理費	298,571	519,795	307,872	312,752	340,278	564,891	429,640	519,387	431,245	460,281	519,670	
	料金システム維持管理費	1,590,837	3,629,693	1,066,041	987,499	1,147,260	1,209,111	1,169,612	1,307,568	1,385,775	1,282,605	1,492,808	
第2ポスボラス橋	交通サービス維持管理費	488,040	934,559	771,067	514,530	1,617,176	522,896	3,141,145	2,525,319	1,422,479	2,392,437	1,030,025	
	雪氷対策費	0	0	0	0	0	237	423	0	0	0	0	
	道路維持管理費	175,975	700,641	322,386	146,875	270,896	342,372	149,601	121,572	0	12,914	0	
	料金システム維持管理費	1,782,950	4,028,002	2,083,364	2,266,046	1,836,286	7,700,777	4,277,425	4,569,620	5,328,502	4,751,799	4,621,174	
第1、第2ポスボラス橋 の平均	交通サービス維持管理費	371,094	665,127	1,909,623	1,638,664	1,084,104	419,483	1,584,714	1,275,912	957,389	1,783,793	823,072	33,943,000
	雪氷対策費	0	0	0	0	0	119	212	0	0	0	0	
	道路維持管理費	237,273	610,218	315,129	229,814	305,587	453,632	289,621	320,480	215,623	236,598	259,835	10,716,000
	料金システム維持管理費	1,686,894	3,828,848	1,574,703	1,626,773	1,491,773	4,454,944	2,723,519	2,938,594	3,357,139	3,017,202	3,056,991	126,070,000

凡 例

- KGSシステム導入
- カメラシステム、交通管理システム、道路状態情報システム等の導入（橋梁交通情報、渋滞情報が、テレビ、電話、アプリケーションからオンラインで閲覧可能）
- キャリアプラットフォームの変更（主要部のメンテナンスや修理作業）

出典：Highway Operation Maintenance and Toll Collection Expenditures, 2014、KGM、June , 2015

表3.8.11より

A) 道路部の維持管理費

- ✓ 2004年から2014年にかけて、ほぼ均等に各項目の維持管理が計上されていることから、2014年の数値を基準とした。

B) 橋梁部の維持管理費

- ✓ 雪氷対策については、地理的条件から不要と判断した。
- ✓ 料金システム維持管理については、交通情報システム導入後（緑色の網掛け部）以降の維持管理費用に大きな変化が無いことから、2014年の数値を基準とした。

また、道路の大規模補修として、舗装打換え（路盤からの打替え）を想定した。2014年における維持管理費を表3.8.12に示し、表3.8.13に維持管理費の推移を示す。

表 3.8.12 定期補修費用と大規模補修費用

		単位	維持補修費 (米ドル)	備考
高速 道路	交通サービス維持管理費	km 当り	23,488	
	雪氷対策費	km 当り	3,206	
	道路維持管理費	km 当り	26,648	
	料金システム維持管理費	km 当り	28,251	
	合計（通常補修）	Km 当り	81,593	
	大規模補修	Km 当り	221,081	16～20 年目舗装打替え、通常時含む
橋梁	交通サービス維持管理費	橋当り	5,032,025	
	雪氷対策費	橋当り	0	
	道路維持管理費	橋当り	1,588,642	
	合計（通常補修）	橋当り	6,620,667	
	中規模補修	橋当り	18,120,667	3 年後、通常補修含む
	大規模補修	橋当り	24,620,667	15 年毎、通常補修含む

出典：JICA調査団

表 3.8.13 維持管理費の推移

				2014	2015	2016	2017	2018	2019	(単位:千円)		
維持管理費	年											
	インフレ率			(千円)		7.440%	6.975%	6.5%	6.5%	6.5%		
	道路 (km当り) 184km	交通施設単位維持費	①	(61,461TRY)	2,535	466,440	483,792	518,621	553,521	589,500	627,817	
		雪氷対策単位対策費	②	(8,379TRY)	346	63,664	66,032	70,786	75,550	80,460	85,690	
		道路単位維持管理費	③	(69,730TRY)	2,876	529,184	548,870	588,384	627,979	668,798	712,269	
		(大規模補修)		④	(1,894,956TRY)	78,148		15,987,832				
		料金徴収単位維持費	⑤	(73,934TRY)	3,049	561,016	581,886	623,777	665,754	709,028	755,115	
	小計(千円)											
				平年時	①+②+③+⑤	8,806	1,620,304	1,680,580	1,801,568	1,922,804	2,047,786	2,180,891
				大規模時	①+②+③+④+⑤	23,860	4,390,314	4,553,634	4,881,458	5,209,955	5,548,602	5,909,260
	橋梁 (橋当り)	交通施設単位維持費	①	(823,072TRY)	135,772	543,088	563,291	603,843	644,479	686,370	730,984	
		雪氷対策単位対策費	②	(0TRY)	0	0	0	0	0	0	0	
		道路単位維持管理費	③	(259,835TRY)	42,864	171,456	177,834	190,637	203,466	216,691	230,776	
		料金徴収単位維持費	④	(0TRY)	0	0	0	0	0	0	0	
		(中規模補修)		⑤				1,380,000				
		(大規模補修)		⑥				2,160,000				
	小計(千円)											
			平年時	①+②+③+④	178,636	714,544	741,125	794,480	847,945	903,061	961,760	
			中規模時	①+②+③+④+⑤				2,174,480				
			大規模時	①+②+③+④+⑥				2,954,480				
合計(千円)												
累計(千円)												
維持管理費	年											
	インフレ率				2020	2021	2022	2023	2024	2025		
	道路 184km	交通施設単位維持費			668,626	712,086	758,372	807,666	860,164	916,075		
		雪氷対策単位対策費			91,260	97,192	103,510	110,238	117,403	125,034		
		道路単位維持管理費			758,567	807,874	860,386	916,311	975,871	1,039,302		
		(大規模改修)										
		料金徴収単位維持費			804,197	856,470	912,140	971,429	1,034,572	1,101,820		
	小計(千円)											
				平年時	2,322,650	2,473,622	2,634,408	2,805,644	2,988,010	3,182,231		
				大規模補修時								
	橋梁 4km	交通施設単位維持費			778,498	829,100	882,992	940,386	1,001,511	1,066,609		
		雪氷対策単位対策費			0	0	0	0	0	0		
		道路単位維持管理費			245,776	261,752	278,766	296,885	316,183	336,735		
		料金徴収単位維持費			0	0	0	0	0	0		
		(中規模改修)				1,721,147	1,833,022	1,952,168	2,079,059	2,214,198	2,358,121	
		(大規模改修)				2,693,969	2,869,077	3,055,567	3,254,179	3,465,701	3,690,971	
	小計(千円)											
			平年時	1,024,274	1,090,852	1,161,758	1,237,271	1,317,694	1,403,344			
			中規模補修時									
			大規模補修時									
合計(千円)								4,305,704	4,585,575			
累計(千円)								4,305,704	8,891,279			
維持管理費	年											
	インフレ率				2026	2027	2028	2029	2030	2031		
	道路 184km	交通施設単位維持費			975,620	1,039,035	1,106,572	1,178,500	1,255,102	1,336,684		
		雪氷対策単位対策費			133,162	141,817	151,035	160,852	171,308	182,443		
		道路単位維持管理費			1,106,857	1,178,803	1,255,425	1,337,028	1,423,934	1,516,490		
		(大規模改修)										
		料金徴収単位維持費			1,173,438	1,249,711	1,330,942	1,417,454	1,509,588	1,607,711		
	小計(千円)											
				平年時	3,389,077	3,609,366	3,843,974	4,093,834	4,359,932	4,643,328		
				大規模補修時								
	橋梁 4km	交通施設単位維持費			1,135,939	1,209,775	1,288,410	1,372,157	1,461,347	1,556,335		
		雪氷対策単位対策費			0	0	0	0	0	0		
		道路単位維持管理費			358,622	381,933	406,759	433,198	461,356	491,344		
		料金徴収単位維持費			0	0	0	0	0	0		
		(中規模改修)				2,511,398	2,674,639	2,848,491	3,033,643	3,230,830	3,440,833	
		(大規模改修)				3,930,884	4,186,392	4,458,507	4,748,310	5,056,951	5,385,652	
	小計(千円)											
			平年時	1,494,561	1,591,708	1,695,169	1,805,355	1,922,703	2,047,679			
			中規模補修時	4,005,959			4,838,998					
			大規模補修時									
合計(千円)				8,889,597	5,201,074	5,539,143	11,483,351	6,282,635	6,691,007			
累計(千円)				17,780,876	22,981,950	28,521,093	40,004,444	46,287,079	52,978,086			
維持管理費	年											
	インフレ率				2032	2033	2034	2035	2036	2037		
	道路 184km	交通施設単位維持費			1,423,568	1,516,100	1,614,647	1,719,599	1,831,373	1,950,412		
		雪氷対策単位対策費			194,302	206,931	220,382	234,707	249,962	266,210		
		道路単位維持管理費			1,615,062	1,720,041	1,831,844	1,950,913	2,077,723	2,212,775		
		(大規模改修)										
		料金徴収単位維持費			1,712,213	1,823,507	1,942,034	2,068,267	2,202,704	2,345,880		
	小計(千円)											
				平年時	4,945,145	5,266,579	5,608,907	5,973,486	6,361,762	6,775,277		
				大規模補修時								
	橋梁 4km	交通施設単位維持費			1,657,497	1,765,234	1,879,974	2,002,173	2,132,314	2,270,914		
		雪氷対策単位対策費			0	0	0	0	0	0		
		道路単位維持管理費			523,281	557,295	593,519	632,097	673,184	716,941		
		料金徴収単位維持費			0	0	0	0	0	0		
		(中規模改修)				3,664,488	3,664,488	3,664,488	1,424,850	1,424,850	1,424,850	
		(大規模改修)				5,735,720	5,735,720	5,735,720	2,230,200	2,230,200	2,230,200	
	小計(千円)											
			平年時	2,180,778	2,322,529	2,473,493	2,634,270	2,805,498	2,987,855			
			中規模補修時	5,845,266			4,059,120					
			大規模補修時									
合計(千円)				12,971,189	7,589,108	8,082,400	12,666,876	9,167,260	9,763,132			
累計(千円)				65,949,275	73,538,383	81,620,783	94,287,659	103,454,919	113,218,051			

赤枠：建設期間を除く、事業期間

年		2038	2039	2040	2041	2042	2043	
インフレ率		6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	
維持管理費	道路 184km	交通施設単位維持費	2,077,188	2,212,206	2,355,999	2,509,139	2,672,233	2,845,928
		雪水対策単位対策費	283,514	301,942	321,568	342,470	364,731	388,438
		道路単位維持管理費	2,356,605	2,509,784	2,672,920	2,846,660	3,031,693	3,228,753
		(大規模改修)		68,197,023	72,629,830	77,350,768	82,378,568	87,733,175
		料金徴収単位維持費	2,498,362	2,660,756	2,833,705	3,017,895	3,214,059	3,422,972
	小計(千円)	7,215,669						
	大規模改修時			20,822,136	22,175,574	23,616,986	25,152,091	26,786,975
	橋梁 4km	交通施設単位維持費	2,418,524	2,575,728	2,743,150	2,921,455	3,111,349	3,313,587
		雪水対策単位対策費	0	0	0	0	0	0
		道路単位維持管理費	763,542	813,172	866,028	922,320	982,271	1,046,118
料金徴収単位維持費		0	0	0	0	0	0	
(中規模改修)		8,113,832	5,694,565	6,064,711	6,458,917	6,878,747	7,325,866	
(大規模改修)	3,084,962	8,913,231	9,492,591	10,109,610	10,766,135	11,466,572		
小計(千円)	3,182,066	3,388,900	3,609,178	3,843,775	4,093,620	4,359,705		
大規模補修時			11,295,898		10,302,692			
大規模補修時			6,267,028					
合計(千円)		27,960,661	24,211,036	25,784,752	37,763,453	29,245,711	31,146,680	
累計(千円)		141,178,712	165,389,748	191,174,500	228,937,953	258,183,664	289,330,344	

年		2044	2045	2046	2047	2048	2049	
インフレ率		6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	6.5%	
維持管理費	道路 184km	交通施設単位維持費	3,030,914	3,227,923	3,437,738	3,661,191	3,899,168	4,152,614
		雪水対策単位対策費	413,687	440,576	469,214	499,713	532,194	566,787
		道路単位維持管理費	3,438,622	3,662,133	3,900,171	4,153,682	4,423,672	4,711,210
		(大規模改修)						
		料金徴収単位維持費	3,645,466	3,882,421	4,134,778	4,403,539	4,689,769	4,994,604
	小計(千円)	10,528,689	11,213,053	11,941,901	12,718,125	13,544,803	14,425,215	
	大規模改修時							
	橋梁 4km	交通施設単位維持費	3,528,970	3,758,353	4,002,646	4,262,818	4,539,901	4,834,995
		雪水対策単位対策費	0	0	0	0	0	0
		道路単位維持管理費	1,114,116	1,186,534	1,263,658	1,345,796	1,433,273	1,526,436
料金徴収単位維持費		0	0	0	0	0	0	
(中規模改修)		7,802,047	8,309,180	8,849,277	9,424,480	10,037,071	10,689,480	
(大規模改修)	12,211,899	13,005,673	13,851,042	14,751,359	15,710,198	16,731,361		
小計(千円)	4,643,086	4,944,887	5,266,304	5,608,614	5,973,174	6,361,431		
大規模補修時			12,445,133		15,033,094			
大規模補修時								
合計(千円)		27,616,908	16,157,940	17,208,205	33,359,833	19,517,977	20,786,646	
累計(千円)		316,947,252	333,105,192	350,313,397				

赤枠：建設期間を除く、事業期間

出典：JICA調査団

3.9 事業実施スケジュールの策定

吊橋部の設計・建設段階の概略想定スケジュールは表3.9.1の通り。

表 3.9.1 事業実施スケジュール（暫定）

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9~
BOT 契約締結	△								
Finance Close	△								
計画・設計	■								
道路建設			■						
橋梁建設	■								
供用開始								△	
運営維持管理									■

注：運営・維持管理は開業から23年間を想定

具体的な入札スケジュールについては不確定であるも、入札公示後3ヶ月程度で応札。応札後、Preferred bidderが決定するのは、Concession 期間の長さのみが評価対象となる為1ヶ月程度。その後契約条件等の詰めを行い、1年程度で契約締結となる予定。

表 3.9.2 道路部の概略実施工程表

	2017												2018												2019												2020												2021												2022												2023											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
詳細設計	■																																																																																			
準備工													■																																																																							
土工																									■																																																											
舗装工																																					■																																															
橋梁工																									■																																																											
トンネル工																									■																																																											
附帯工																																					■																																															
片付け工																																																													■																							

表 3.9.3 吊橋部の設計・建設概略スケジュール

	2017												2018												2019												2020												2021												2022												2023											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
詳細設計	■																																																																																			
主塔基礎													■																																																																							
アンカレッジ	■												■												■																																																											
主塔													■												■																																																											
ケーブル													■												■												■																																															
桁																									■												■												■																																			
防水工・橋面工																																																													■																							

3.10 環境社会配慮調査の実施

3.10.1 案件概要

(1) 案件名

ダーダネルス海峡大橋・自動車道PPPインフラ事業準備調査

英語名称 : Preparatory Survey on the Project for Construction of Dardanelles Strait Crossing and Motorway

(2) 事業概要

- 事業区間 : クナルーシェケルカヤ間 (約 184km) 及びダーダネルス海峡 (約 4km)
- 新規建設・改修の別 : 新規建設
- 車線数 : 6 車線

(3) 調査の分類

フィージビリティ調査

(4) 環境カテゴリ及びその理由

環境カテゴリ : A

理由 : 本調査案件は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月公布。以下「JICA環境社会配慮ガイドライン」) に掲げる道路・橋梁セクター及び影響を及ぼしやすい特性に該当するため。

(5) 先方実施機関

トルコ共和国運輸海事通信省高速道路局（KGM）

3.10.2 調査概要

(1) 調査の背景

トルコは、アジアとヨーロッパの接点に位置しているが、ボスポラス海峡-マルマラ海-ダーダネルス海峡によって分断されている東西の陸地を結ぶ道路はイスタンブールのボスポラス海峡にまたがる長大橋梁のみであり、マルマラ海、ダーダネルス海峡の横断は海上輸送に頼らざるを得ない状況である。ブルガリアを経由した東欧地域からの流入交通が増加していることに加え、国内登録自動車数は2000年の800万台程度から2012年には1,600万台を超えほぼ2倍になるなど、国内の急速な経済成長に伴う交通需要の増加もあり、イスタンブールは慢性的な交通渋滞に見舞われており、解消のため自動車道ネットワークの整備が急務となっている。同国政府は、「2023 VISION」において2023年までの経済大国トップ10入りを目指しており、トルコ道路総局（KGM）も同目標に貢献する政策として2011年6月に「自動車道開発プログラム」を策定し、モビリティの拡大、自動車専用道路ネットワークの強化、二車線以上の道路延長の増加、交通事故死亡率の低減などの目標を掲げている。このうち、15路線5,550 kmの自動車専用道路をBOT方式にて新設することを予定しており、本事業はその一つに位置付けられていることから、優先度は極めて高いものとなっている。更に、我が国同様地震の多い同国では、イスタンブール沖マルマラ海において活断層の存在が確認されており、イスタンブールを迂回する代替ルートの実立も喫緊の課題となっている。

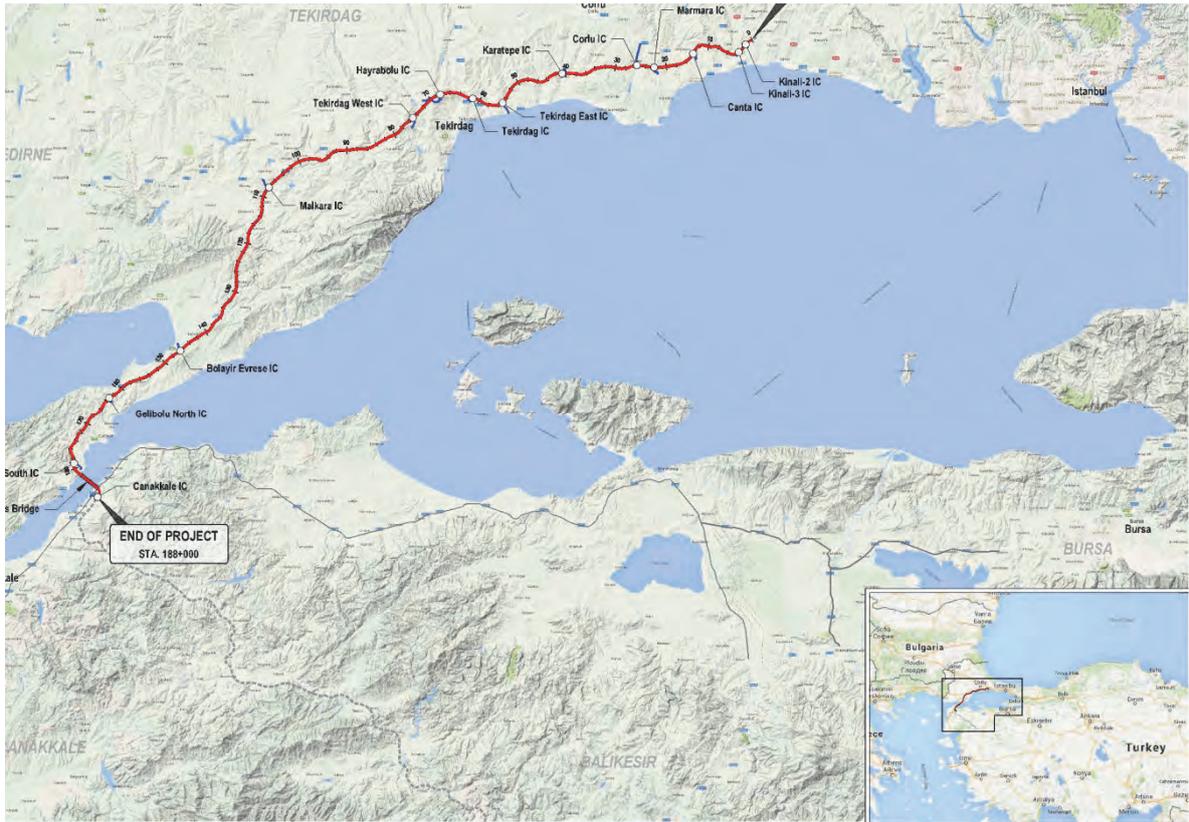
(2) 調査の目的

ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道事業について、本事業にかかる詳細な計画（需要予測、事業スコープ、事業費、資金調達方法、実施スケジュール、施工方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境・社会面にかかる影響、事業効果等）を策定し、海外投融資の審査に必要な調査を行うことを目的とする。

(3) 調査範囲

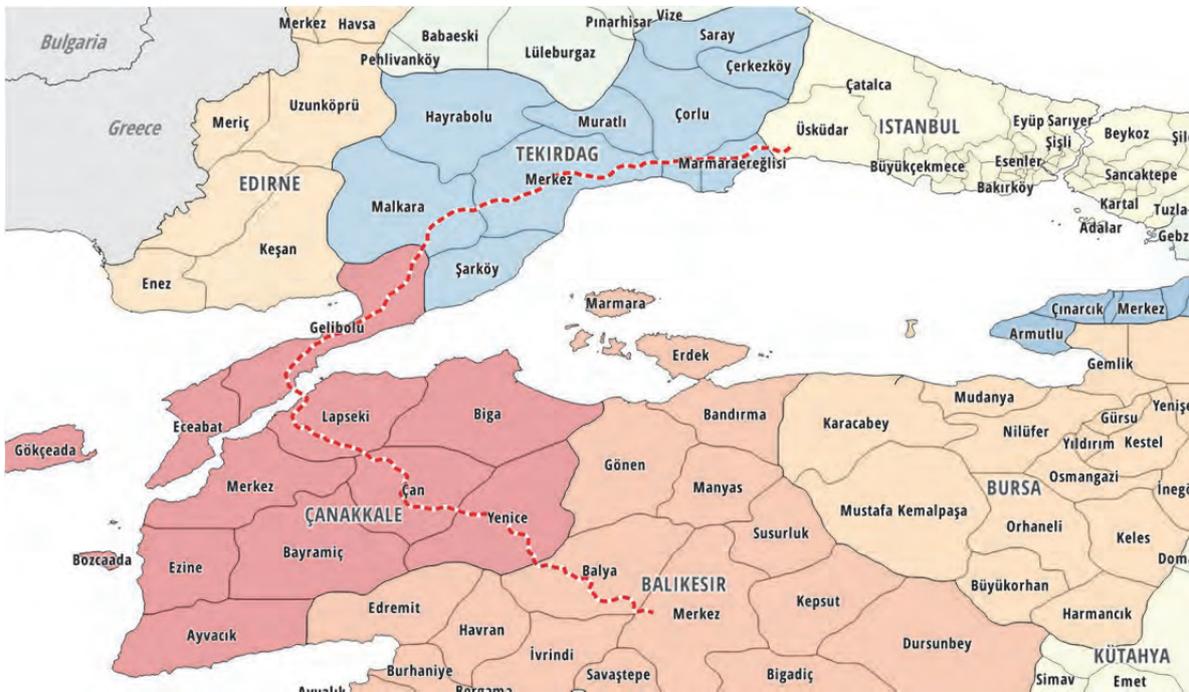
トルコ共和国マルマラ地方イスタンブール県、テキルダ県、チャナッカレ県

図3.10.1に調査対象位置、図3.10.2に行政界の調査区間を示す。



出典：JICA調査

図 3.10.1 調査対象位置図



出典：JICA調査

図 3.10.2 調査区間の行政界（県）

(4) 調査内容

調査内容は次のとおりである（現地調査期間：2015年4月～2016年3月）。

- 1) 調査実施の準備作業
- 2) トルコにおける交通セクターの現状・課題と本事業の必要性
- 3) 本事業にかかる事業計画の検討・策定
 - ① 事業目的の策定
 - ② 事業スコープの決定
 - ③ 交通需要予測
 - ④ 設計条件の背景
 - ⑤ 概略設計の実施
 - ⑥ 施工計画の策定
 - ⑦ 運営・維持管理計画及び体制の策定
 - ⑧ 概略事業費の算出
 - ⑨ 事業実施スケジュールの策定
 - ⑩ 環境社会配慮調査の実施
- 4) 海外投資対象事業のキャッシュフロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討
 - ① 事業スキームの提案及び複数のオプションの比較検討
 - ② 初期投資段階における最適な資金調達策にかかる検討
 - ③ 事業キャッシュフロー分析及び感度分析
 - ④ 事業関係者の分析
 - ⑤ 関連法制度の確認
- 5) 本事業にかかるリスク分析とリスク緩和策の検討
 - ① 本事業の実施にかかるリスク分析及びリスク緩和策の検討
 - ② 事業実施にあたって必要な関連契約のリストアップと主要な契約条項の設定
- 6) 本事業の効果の確認

3.10.3 案件対象地域の概要

(1) トルコにおける案件対象地域の位置づけ

案件対象地域は、トルコ共和国マルマラ地方（トルコ北西部）に位置する、イスタンブール県、テキルダ県、チャナッカレ県、バルケスィル県の4県である。マルマラ海周辺のトルコ西部地域はトルコ産業の中心地であるが、その重要性に比して交通インフラが弱小であるが、本案件は現在工事中のゲブゼ～イズミール自動車道（イズミット湾横断橋）、北マルマラ自動車道（第三ボスポラス橋を含む）、及び既存のトランスヨーロッパ自動車道（TEM）と共にマルマラ海を中心とする大環状道路ネットワークを形成する。



図 3.10.3 案件対象位置図

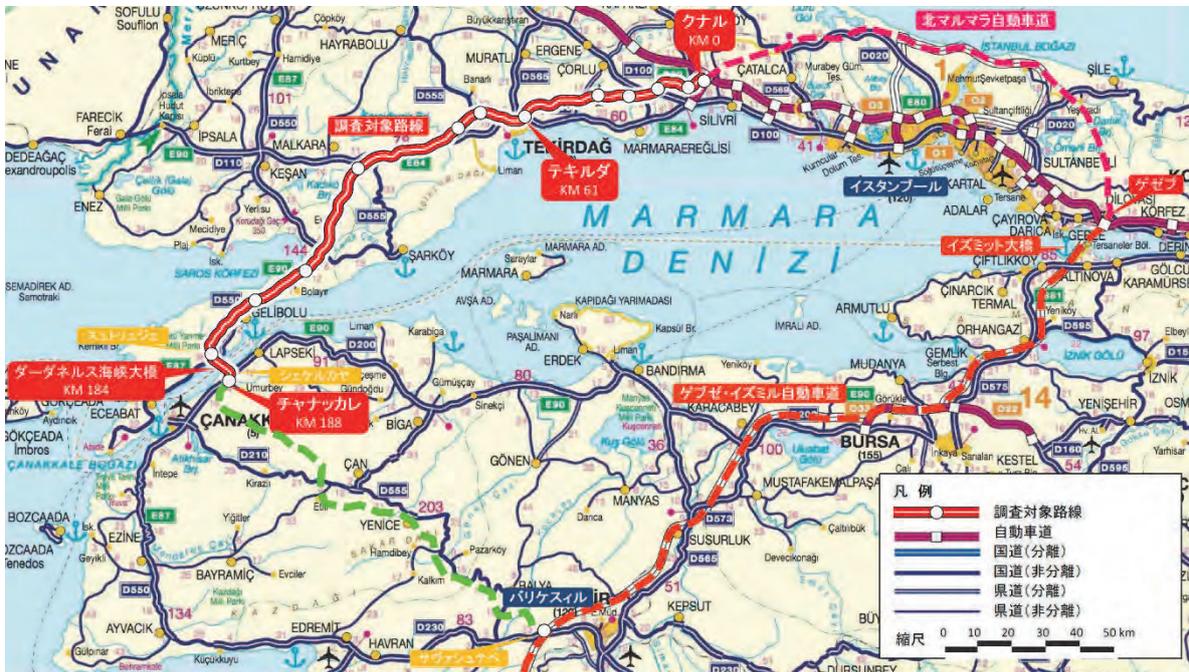
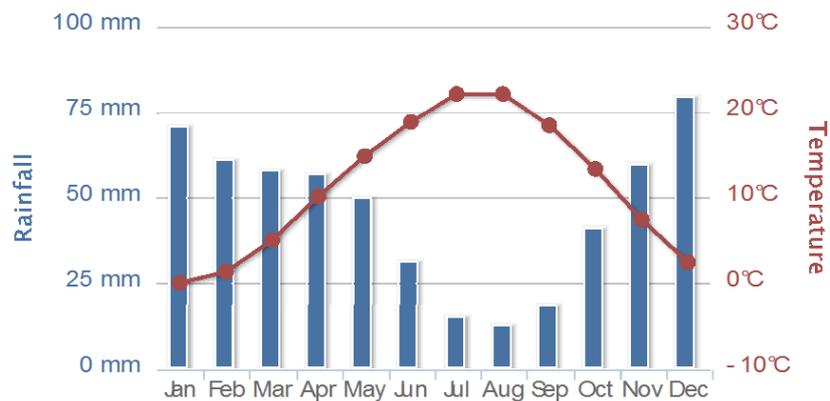


図 3.10.4 クナル～バルケシル自動車道とダーダネルス海峡大橋の位置

(2) 自然環境

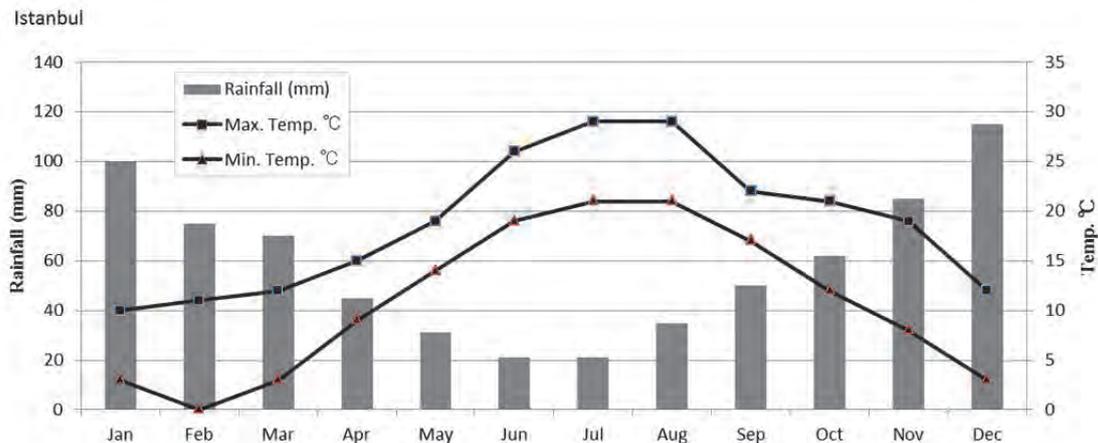
1) 気象

トルコは国土が広く、地方によって気候や降水量の差が激しい。案件対象地域マルマラ海周辺等のヨーロッパ隣接地域は温暖湿潤気候と地中海性気候の中間に属し、夏には涼しく冬には積雪も見られる。トルコにおける月別年間気温と降水量（1990～2009年の平均値）を図3.10.5に示す。また、案件対象地域におけるイスタンブール、テキルダ及びチャナッカレにおける年間月別最高最低気温及び降水量を以下に示す。いずれの地域も年間降雨量が600-700mmであるが、気温は西に向かうほどやや高くなる。



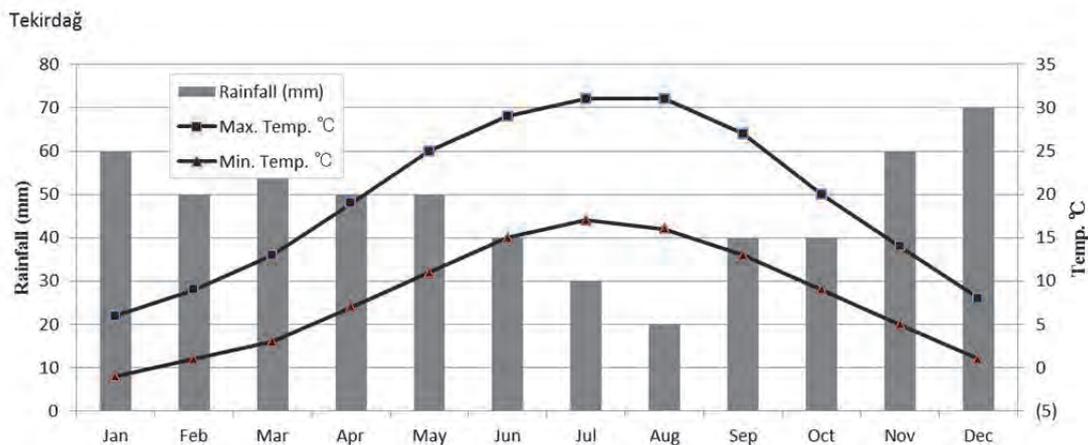
出典：<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm>

図 3.10.5 トルコにおける月別平均気温と降水量（1990-2009）



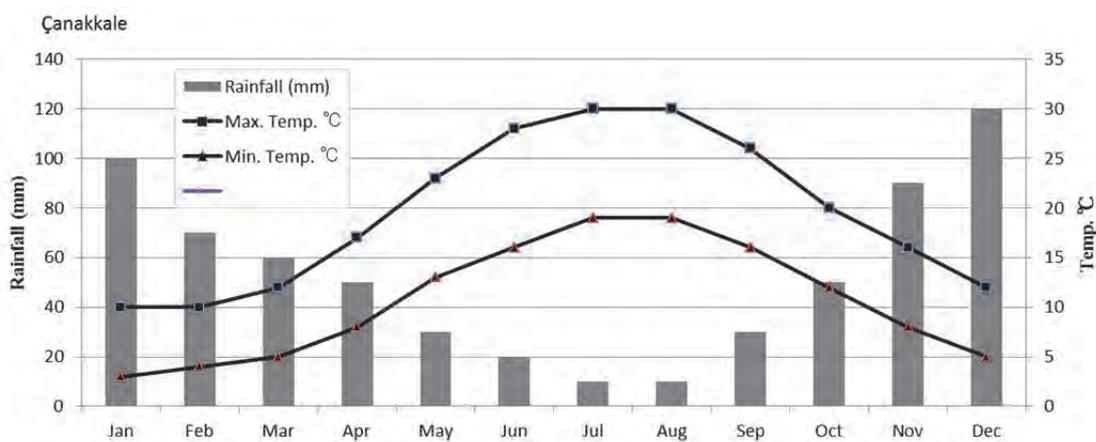
出典：JICA調査団

図 3.10.6 イスタンブールの気温と降水量（1990-2009）



出典：JICA調査団

図 3.10.7 テキルダの気温と降水量（1990-2009）



出典：JICA調査団

図 3.10.8 チャナッカレの気温と降水量（1990-2009）

2) 自然保護エリア

配慮されるべきトルコにおける保護区地域は「Sensitive Area」として、環境影響評価規則(2003)に示されている。計画路線には国立公園レベルの既知の自然保護区域は存在しないようであるが、今後の調査により確認を行う。下記は対象路線（予定）と国立公園の位置関係を示す地図である。

最寄りの国立公園としては、架橋位置（チャナッカレ）の西部約30kmの位置にゲリボル半島歴史国立公園（図3.10.9上の②）が位置しているが、プロジェクトによる望ましくない影響はないと考えられる。



出典 : <http://nationalparksofturkey.com/>

図 3.10.9 対象路線付近の国立公園位置図

表 3.10.1 対象路線付近の国立公園

	国立公園	所在地	最寄りプロジェクト地までの距離
1	Lake Gala National Park	Edirne	約 60km
2	Gelibolu Peninsula Historical National Park	Canakkale	約 30km
3	Troia Historical National Park	Canakkale	約 50km
4	Kazdagi (Mount Ida) National Park	Balikesir	約 40km
5	Manyas Bird Paradise National Park	Balikesir	約 40km
6	Uludag National Park	Bursa	約 150km

出典 : <http://nationalparksofturkey.com/>

3) 文化財

一般情報で得られる主な文化財として世界文化遺産について表3.10.2及びその位置を図3.10.10に示した。このうち最も近い世界文化遺産は「トロイの古代遺跡」であるが、その距離は約50kmあることから、物理的な影響は与えない。

その他の文化財等の所在地については、今後の承認EIAが公開された時点で確認を行うものとするが、一般的には、自然・文化遺跡保全法に基づき、埋蔵文化財が確認された段階でMinistry of Culture and TourismのRegional Council for Conservaionに報告がなされ、調査確認の後に、その対応について判断がなされることとなっている。

表 3.10.2 トルコのユネスコの世界遺産

	遺跡名	遺跡の別	登録年	所在地
1	トロイの古代遺跡	文化遺産	1998年	Çanakkale
2	ブルサとジュマルクズック：オスマン帝国発祥の地	文化遺産	2014年	Bursa and Cumahkızık
3	サフランボル市街	文化遺産	1994年	Karabuk 県 Safranbolu 郡
4	ディブイーリの大モスクと病院	文化遺産	1985年	Sivas 県 (東アナトリア) Divrigi 郡
5	ハットゥシャ：ヒッタイトの首都	文化遺産	1986年	Çorum 県、Sungurlu 郡
6	イスタンブール歴史地域	文化遺産	1985年	Istanbul 市
7	ネムрут・ダー	文化遺産	1987年	Adiyaman 県
8	チャタルホユックの新石器時代遺跡群	文化遺産	2012年	Konya 県
9	ペルガモンとその重層的な文化的景観	文化遺産	2014年	Bergama 県
10	セリミエ・モスクと複合施設群	文化遺産	2011年	Edirne 県
11	クサントス-レトーン	文化遺産	1988年	Muğla 県、Antalya 県
12	ギョレメ国立公園とカッパドキアの岩窟群	複合遺産	1985年	Nevşehir 県 (中央アナトリア)
13	ヒエラポリス-パムッカレ	複合遺産	1988年	Denizli 県

出典：ユネスコウェブサイト(<http://whc.unesco.org/en/statesparties/tr> (2015年6月アクセス))



出典：ユネスコウェブサイト(<http://whc.unesco.org/en/statesparties/tr> (2015年6月アクセス))

図 3.10.10 トルコのユネスコの世界遺産

4) 動物系・生態系

IUCNのレッドリストによれば、トルコ（ヨーロッパ側）における貴重種は以下の通りとなっている。下表に挙げた20種以外に、低危惧種（LC）及び情報不足種（DD）が約337種存在する。

本調査地域においては、ほとんどが農地であることから貴重種の生息・生育地域になっていることは想定しにくい。しかしながら、ダーダネルス海峡大橋は、少なくとも2カ所において橋脚が設置されることから海域における貴重種等の確認が必要である。IUCNのウェブサイト上において、調査地域が貴重種の生息・生育地域に該当するものについて、下表に示した。

表 3.10.3 トルコ（ヨーロッパ側）における貴重種

No.	分類	学名	英名	IUCN 分類	調査地域付近に生息・生育する可能性が有るもの
1	植物	Aldrovanda vesiculosa	Waterwheel	EN	
2	植物	Amsonia orientalis	Blue star	CR	
3	植物	Baldellia ranunculoides	Lesser Water-plantain	NT	✓
4	植物	Cladocora caespitosa	Mediterranean Pillow Coral	EN	✓
5	植物	Elatine alsinastrum	Elatine Faux Alsine	NT	✓
6	植物	Galanthus trojanus	-	CR	
7	植物	Phoenix theophrasti	Theophrastus's Date Palm	NT	
8	植物	Sideritis scardica	Mountain Tea	NT	✓
9	昆虫類	Osmoderma lassallei	-	EN	✓
10	昆虫類	Polyommatus guezelmavi	Beautiful Blue	NT	
11	昆虫類	Ropalopus insubricus	-	NT	
12	昆虫類	Somatochlora borisi	Bulgarian Emerald	VU	
13	貝類	Monacha ovularis	-	NT	
14	貝類	Monacha venusta	-	NT	
15	貝類	Sphaerium rivicola	River Orb Mussel	VU	
16	貝類	Unio mancus	-	NT	
17	甲殻類	Palinurus elephas	Common Spiny Lobster	VU	No data
18	甲殻類	Potamon ibericum	-	NT	✓
19	魚類	Mobula mobular	Giant Devil Ray	EN	
20	魚類	Raja radula	Rough Ray	EN	✓

出典：IUCN Red List

(3) 社会経済に関する基本情報

1) 面積及び人口動向

面積

トルコの面積は、780,576平方キロメートルであり、日本の約2倍となっている。また、対象4県の面積データを以下に示す。

表 3.10.4 対象4県の面積

地域	面積 (km ²)	国土に占める割合
トルコ全国	780,576	100.00%
1. İstanbul	5315.33	0.68%
2. Tekirdağ	6342.3	0.81%
3. Çanakkale	9950.43	1.27%
4. Balıkesir	14472.73	1.85%
合計	36,080.79	4.61%

出典：Turkish Statistical Institute

人口

2014年の統計データによれば、対象4県の人口は約1,700万人であり、その平均人口密度はイスタンブールを除けば、農地が多い土地利用を反映し50~150人/km²という低い数字となっている。対象4県の2014年の人口データを以下に示す。

表 3.10.5 対象 4 県の人口と人口密度

地域	人口 (2014 年) (人)	人口密度 (人/km ²)
1. İstanbul	14,377,018	2,767
2. Tekirdağ	906,732	144
3. Çanakkale	511,790	52
4. Balıkesir	1,189,057	83
4 県(Province) 合計	16,984,597	471

出典：Turkish Statistical Institute

2) 経済の動向

トルコ全体の経済は、2001年の経済危機を経て構造改革が行われた結果、2002 年以降は5～7%程度の経済成長を遂げてきた。2010年から2011年は内需に牽引され、成長を続けていたが、2012年に入り、政府の進める経済抑制策の影響等から、その成長に減速が見られた。2013年に入り内需の盛り上がりから徐々に経済は回復し、年間成長率は4.0%程度となっている。2011年から2013年までのトルコにおけるGDP及びGDP成長率を表3.10.6に示す。

表 3.10.6 トルコにおける GDP 及び GDP 成長率

(単位：100万TL)

	2011	2012	2013
名目 GDP 総額	1,297,713	1,416,798	1,565,181
実質 GDP 成長率	8.8%	2.1%	4.0%
一人あたりの GDP (ドル)	10,476	10,523	10,815

出典：JETRO

表3.10.7は、周辺地域の地域内総生産 (GRDP) を示しているが、地域内総生産のデータは、2001 年のトルコ統計局の調査を最後に、更新が止まっている。一方、現在もなおイスタンブールなどの大都市と内陸部の所得格差は指摘されている。図3.10.11において緑色で示した14の県では、先進国と同等若しくはそれ以上の経済水準を達している。一方、青色で示した40の県は、一人当たり所得17,000ドル以上に経済が成長しない「中進国の罠」にはまる可能性のある地域であり、赤色で示した27 の県は貧困線以下の経済水準に留まっている。

表 3.10.7 GDP 及び調査対象地域における GRDP

(単位：100万TL)

地域	GRDP(TL) (2001)	Share	経済成長率
Turkey	178,412	100%	43.2%
1. İstanbul	38,010	21.3%	38%
2. Tekirdağ	1,931	1.1%	45.1%
3. Çanakkale	1,319	0.7%	30.7%
4. Balıkesir	2,628	1.5%	38.3%

出典：Turkish Statistical Institute



出典：国際協力銀行「トルコの投資環境」(2014)

図 3.10.11 トルコ国内の経済格差

3) 現在および将来の土地利用分布

図3.10.12は、トルコ全域の土地利用状況を示している。

対象路線は、主として小麦、果樹等の農地を通過し、住宅エリアおよび工業エリアを避けた線形を選定している。計画路線付近の状況写真を図3.10.13に示す。

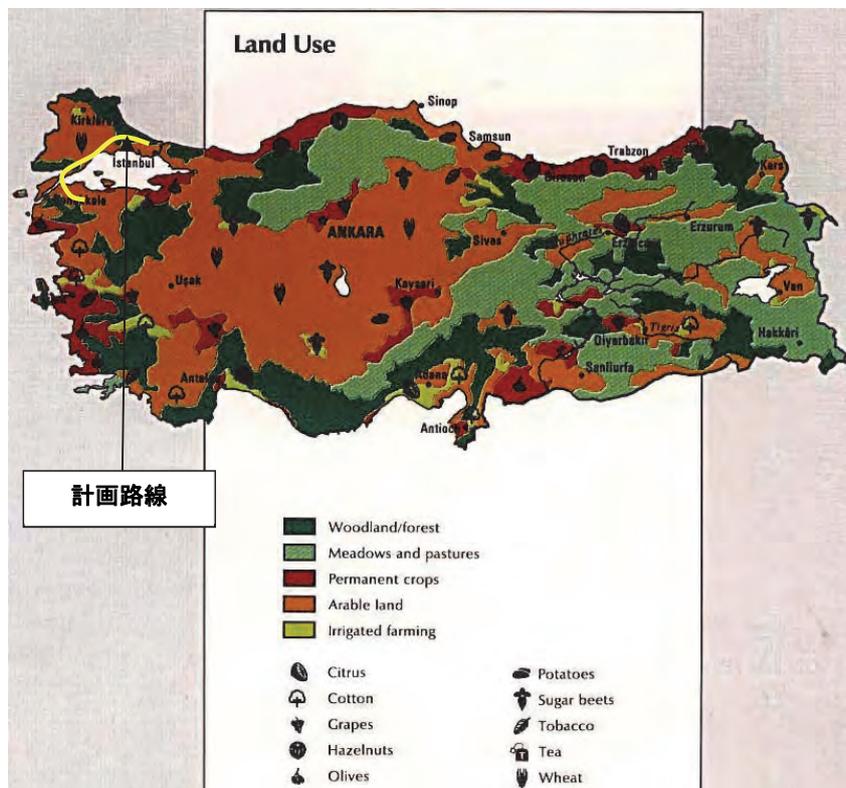


図 3.10.12 トルコ全体の土地利用図



計画路線付近の状況（麦畑）



計画路線付近の状況（果樹）



計画架橋地点の状況：ゲリボル側（草地）



計画架橋地点の状況：チャナッカレ側（草地）

図 3.10.13 計画路線上の土地利用(2015年5月時点)

3.10.4 環境社会配慮に係る現地法制度

(1) トルコにおける環境社会配慮に関する法令

1) 環境関連政策・上位計画

トルコにおける環境関連の政策・国家計画としては以下の項目が挙げられる。

- 環境法（Environmental law 1983年制定）
- 環境法規則（Environmental Impact Assessment Regulation 1993年制定）
- 国家環境行動計画（National Environmental Action Plan 1998年制定）
- 国家環境戦略（National environmental Strategy 2006年制定）

また、トルコ政府が過去に批准した環境社会配慮に関連する国際条約や取り決めとしては以下がある。

- 世界遺産条約（Convention for the Protection of world Cultural and Natural Heritage 1983年批准）
- ヨーロッパの野生生物及び自然生息地に関するベルン条約（Convention for the conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern 1984批准）
- ラムサール条約（Convention on Wetland of International Importance Especially as Waterfowl Habitat 1994年批准）
- リオ宣言（Rio Declaration 1996年批准）
- 生物多様性条約（Convention on Biological Diversity 1996年批准）

- 絶滅の恐れのある野性動植物の種の国際取引に関する条約(ワシントン条約 Convention on International Trade in Endangered Species of Wild fauna and Flora 1996年批准)
- ヨーロッパ景観条約 (European landscape Convention 2001年批准)

(2) トルコの環境影響評価 (EIA) 制度

1) 環境影響評価 (EIA) 承認手続き

トルコにおける環境影響評価の制度において基盤となっているのは、環境法 (Environmental law) であり、環境法に基づき、環境影響評価規則 (Environmental Impact Assessment Regulation) が制定されている。環境影響評価規則では、国内で実施されるすべてのプロジェクトにおける、EIAの実施の方法について規定しており、これらEIA承認手続きに係る業務は、環境都市計画省 (Ministry of the Environment and Urban Panning) が所掌している。

環境影響評価規則において、本事業は、付表 I の「8 c) 自動車道、高速道路、公道の建設」に該当するため、無条件でEIAの実施が義務付けられており、現在KGMがEIA手続きを実施中である。

トルコのEIA手順は、環境影響評価規則 (Environmental Impact Assessment Regulation) に準拠し、手続きフローは、図3.10.14に示す通りである。

トルコにおけるEIAの承認及び事業の許認可取得に要する期間は、通常の場合「EIA実施に関する承認申請」の許可と「EIAのスクーピングの決定」に45日、「EIA報告書作成」に最長18ヶ月、「EIA報告書作成」の審査、許可に45日となり、全手続きを通して最長で計約21ヶ月を要する。

本事業では、現在、現地政府によりEIAが実施されている。EIAの範囲はクナル～テキルダ～チャナツカレ～Savaştepe (バリケスィル) 間の橋梁を含む325 kmとなっている。2015年5月には公聴会が開催された。2016年5月時点では、EIAレポートの提出が完了し、レポートの審査段階であることをヒアリングにより確認している。

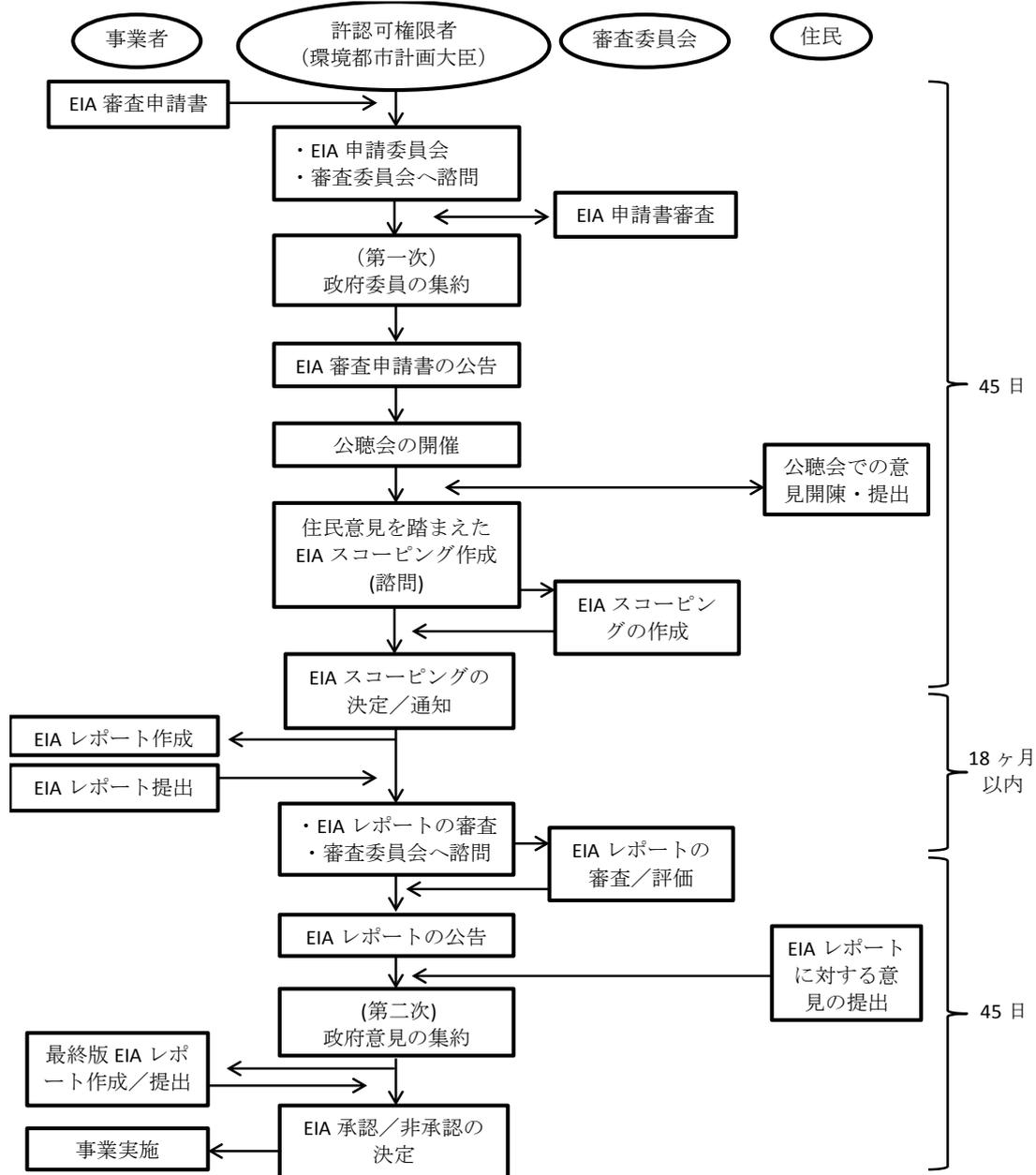


図 3.10.14 トルコの EIA の実施手順

2) トルコの住民移転・用地取得制度

トルコにおける主な住民移転及び用地取得関連法の概要を以下に示す。

トルコ国憲法 (The Constitution) (2001年改定)

トルコにおいて土地が収用される際、憲法が公私益を保護する。公益を目的とした用地取得にあたって、当該機関は事業建設に先駆け、喪失する資産価値に相当する補償を行うことが求められる。

公共機関は、補償を行った上で、公益を目的とする一時的・永久的な資産押収を行うことが認められている。

土地収用法 (Expropriation Law (No. 2942)) (1983年制定)

Expropriation Lawは、国家または公共機関による私有不動産の取得等について規定している。具体的には、取得コスト試算方法、不動産の登録、使用しなかった不動産の変換、行政上の不動産の所有の移行、互恵的権利および義務に関する問題や、移転手続き、争議解決の方策などである。

実施機関は、用地取得の決定が行われてから半年以内に取得手続きを行う。同手続き（地価算定や所有権の移行に関する交渉、所有者への補償支払いなど）および土地の利用準備は、建設が開始されるまでに完了されなければならない。地価算定額や取得そのものに疑義がある場合は、裁判による判断を待つことになるが、全ての法的手続きが終了し、補償支払いが完了した時点で、事業の開始が可能となる。なお、本案件の延長は長いことから、用地取得を分割することは可能であるものの、その区間の決定方法については、法律に記載がない。しかしながら、トルコにおける他案件の住民移転計画(RAP)によれば、各用地取得対象区間は案件毎に施工計画を考慮して決定されている。補償価値には市場利子率が加算され、慣習的・伝統的な所有者についても所有権が認められる。用地取得・補償手続きに必要な費用については当該機関の負担となる。

通過法 (Transit Law (No.4586))・牧草地法(Pasture Law (No.4342))

国有地の取得についてTransition Lawに規定されている。また、登録が行われていない土地権利については、登録が行われた上で、権利委譲が行われる。国の管理下で未登録の土地および林地、Pasture Lawによって規定される牧草地については、当該機関の要請に基づき、登録が行われることになる。

コミュニケーション法 (Communications Law (No.7201))

住所が特定できない土地所有者・私有者について、必要に応じて公私機関および警察当局から情報を得て、しかるべき通知を行うことが認められている。また、新聞広告やポスターによる告知なども可能である。

移転法 (Resettlement Law (No.2510)) (1934年制定)

Resettlement Lawでは、国が決定した移転について規定されている。農村部については、当該地で農業に従事する世帯の移転、都市部については、農業以外の労働に従事する世帯の移転に関する内容である。移転先で生産活動が行えるまで、移転住民は無料でサービスの提供を受ける。具体的には、移転先への移手段、宿泊・食事・燃料・医療・困窮者に対しては衣服の支給（一回限り）などである。移転により、住民は土地家屋や家畜、農機具、種苗等、従来保有していたものに代わる資産が提供される。当該地に3年を超えて居住をしていた住民については、土地所有者らと同様の移転手続きを享受することになる。

不動産を有するすべての個人に対しては補償支払いが行われるが、移転に伴う政府支援はおおむね世帯ごとに支給されることになる。

トルコにおける用地取得の手順は以下に示す通りである。ここに示す法的な用地取得活動については、基本的にはF/SがHigh Planning Commission (HPC) から承認され、入札の前後から開始されるのが通常である。

【用地取得の実施手順】

- 1) 事業者による関連機関への用地取得の有無の申請
- 2) 事業者による各地方自治体から地籍図（Cadastral Map）の収集と地形測量図に基づく用地取得範囲及び建物等影響対象の特定
- 3) 地籍図ベースによる影響範囲の土地所有者等の特定
- 4) 用地取得開始の決定（運輸交通省MOT）
- 5) 用地取得等の評価委員会の設立（メンバー：農業省、地方政府等の関係機関より）
- 6) 評価委員会による土地価格等の調査と評価
- 7) 土地所有者に対する説明と交渉

表3.10.8には、JICA環境社会配慮ガイドライン(2010)とトルコ住民移転・用地取得関連法規との相違点(ギャップ分析)案を示す。

表 3.10.8 JICA ガイドラインとトルコ住民移転・用地取得関連法令との相違点 (案)

	JICA 環境社会配慮 ガイドライン	トルコ関連法令	相違点	方針・対応策
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。	該当項目に関する記載なし。	該当項目に関する記載なし。	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努める。
2	住民移転の回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある対策が講じられなければならない。	該当項目に関する記載なし。	該当項目に関する記載なし。	住民移転の回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある対策を講じる。
3	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるよう、十分な補償及び支援がなされなければならない。	該当項目に関する記載なし。	Settlement Law では移転住民については、移転先への移手段、宿泊・食事・燃料・医療・衣服の支給等の生活サービスを無料で提供される旨の記載があるが、詳細については、今後更に確認が必要である。	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるよう、十分な補償及び支援を行う。
4	補償は、可能な限り再取得価格に基づき行われなければならない。	補償は、評価委員会によって決定される。建物については、減価償却額が適用される。	補償金額の決定については、専門家によって様々な要素が考慮され、決定されるが、再取得価格の遵守についての記載はないため、再取得価格より低い金額となる可能性が高い。	補償は、再取得価格に基づき行う。
5	土地や金銭による損失補償及びその他の支援は移転に先立って行われなければならない。	補償は土地収用に先立って支払われなければならない。	無し	土地や金銭による損失補償及びその他の支援は移転に先立って行う。
6	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されているなければならない。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画を作成し公開する。
7	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われなければならない。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報を公開した上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議を行う。
8	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明を行う。
9	住民移転に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	住民移転に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加を促進する。
10	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。	影響者は、訴訟を起こす権利を有する。	無し	適切な苦情処理メカニズムを通じ苦情処理を行うよう働きかける。

	JICA 環境社会配慮 ガイドライン	トルコ関連法令	相違点	方針・対応策
11	ベースライン調査を通して、影響を受ける人々をできる限り早く特定・認定しなければならない。ベースライン調査には、影響を受ける人々の認定、カットオフデイト、資産調査、社会経済調査を含む。可能であれば、事業の特定の段階で実施し、便益を享受しようとする新たな流入者の発生を防ぐものとする。	ベースライン調査における、影響者の認定、資産調査については、事業者及び専門家によって実施される。	ベースライン調査において、社会経済調査は含まれていない。また、カットオフデイトについても正式な規定がない。	ベースライン調査を通して、影響を受ける人々をできる限り早く特定・認定する。ベースライン調査には、影響を受ける人々の認定、カットオフデイト、資産調査、社会経済調査を含む。
12	補償を受ける要件は、土地の権利を合法的に正式に所持している者、センサス時点で土地に関する合法的権利は所持していないが所有権を主張している者、占有している土地の所有権が無い者である。	合法的に土地を所有している人が補償対象となる。また、慣習的・伝統的な所有者についても所有権が認められる。	所有権がない場合でも、慣習的・伝統的な所有者についても所有権が認められることに加え、Settlement Law では当該地に3年を超えて居住をしていた住民については、土地所有者らと同様の移転手続きを受けることができる旨の記載があるため、相違点はないと想定されるが、今後更に確認が必要である。	不動産の保有状況や社会経済的地位、JICA ガイドラインの目標達成の妨げになり得る要因の有無に関わらず、カットオフデイト以前に居住している影響を受ける全ての人々を、補償や生計回復支援の対象とする。 しかし、先に土地や住宅に対する補償を受けたが、それを売却、賃貸、譲渡等行った者、および再定住地として確保されている土地の占有者や侵入者は、補償対象外とする。
13	土地で生計を立てている住民に対しては土地を軸にした移転戦略をとる。	該当項目について記載なし。	Settlement Law では、住民は土地、家屋、農機具、家畜等の生計に必要な支援が提供される旨が記載されていることから、今後更なる確認が必要である。	土地で生計を立てている住民に対しては土地を軸にした移転戦略を検討する。
14	移転してから生計の回復期間においても支援する。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	影響を受けるすべての人を対象に生計回復支援を行う。移転の前後における移転住民の生活水準の変化を、事業者はモニタリングし、生活水準が悪化した際、又は現在の生計手段が機能しないときには、事業者が適切な団体と協力し、能力訓練等の支援を行う。
15	移転住民のうち、特に貧困層、土地の無い人、高齢者、女性、子供、少数民族等の社会的弱者層については特に留意して補償を行う。	該当項目について記載なし。	該当項目に関する記載なし。	移転住民のうち、特に貧困層、土地の無い人、高齢者、女性、子供、少数民族等の社会的弱者については特に留意して補償を行う。

3.10.5 代替案

(1) 代替案の検討について

代替案の検討については、トルコ側より承認されたEIAが公開された段階で、JICAガイドラインに基づきEIAに示された代替案検討結果の妥当性の検証が行われる必要がある。

(2) 事業を実施しない場合の影響

事業を実施しない場合、住民移転や用地取得等相対的に正の影響が考えられるが、下記の負の影響が将来大きくなることから、総合的な見地から事業を実施することが望ましいと判断される。

負の影響

トルコでは、事業を実施しない場合、国内の急速な経済成長の進捗に伴う交通需要の増加のみならず、近隣諸国からの流入交通が増大していることによる、イスタンブールの慢性的な交通渋滞が悪化することが予想され、大きな経済的損失が想定されるほか、また、渋滞に伴う排気ガスの増加により、更なる大気汚染が懸念される。

3.10.6 影響項目（スコーピング案）

(1) スコーピング案

本スコーピングは2015年5月25日～27日の環境予備調査に基づき作成した。スコーピング案の結果及びその理由を次表に示す。影響対象項目は、トルコで行っているEIAが入手できないことから、JICA環境社会配慮ガイドラインを考慮して作成した。

表 3.10.9 スコーピング・マトリクス (案)

No	影響を及ぼす可能性のある活動 影響を及ぼす項目 (JICA ガイドライン項目) (トルコ項目) 2015年5月時点不明		工事前・工事中										供用時		
			工事中・工事前評価	用地取得及び本プロジェクトに伴う土地利用計画の変更, 規制	湿地等の改変	森林伐採	土地改変 (切り盛土、掘削)	工事関係車両・重機等の稼働	道路、料金所、駐車場、橋梁取り付け道路等の建設	交通規制	工事関係者の流入及びベーパーキヤンプの設置	供用時評価	交通量の増大	道路及び関連施設の存在 (盛土・切土法面、トンネル含む)	入植者の増加
公害	1	大気汚染	B	D	D	D	D	B	D	D	D	B	B	D	D
	2	水質汚濁	B	D	D	D	B	D	D	D	B	D	D	D	D
	3	廃棄物	B	D	D	B	B	D	D	D	B	B	D	B	D
	4	土壌汚染	C	D	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D
	5	騒音・振動	B	D	D	D	D	B	D	D	D	B	B	D	D
	6	地盤沈下	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	7	悪臭	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	8	底質	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
自然環境	9	保護区	C	D	C	C	C	C	C	D	D	C	C	D	D
	10	生態系	C	D	C	C	C	C	C	D	D	C	C	D	D
	11	水象	B	D	D	D	B	D	D	D	D	B	D	B	D
	12	地形・地質	B	D	D	D	B	D	D	D	D	B	D	B	D
社会環境	13	住民移転・用地取得	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	14	貧困層	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	15	少数民族・先住民	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	17	土地利用や地域資源利用	B	B	D	B	D	D	D	D	D	B	D	D	D
	18	水利用	B	D	D	D	B	D	D	D	D	B	D	B	B
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	20	社会関係資本や地域の意志決定機関等の社会組織	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	21	利益と被害の偏在	C	C	D	D	D	D	D	D	D	C	C	D	D
	22	地域内の利害対立	B	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D
	23	文化遺産	C	C	D	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D
	24	景観	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	D	C	D
	25	ジェンダー	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	26	子供の権利	C	D	D	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D
	27	感染症	B	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D
	28	労働環境 (労働安全を含む)	C	D	D	D	D	D	D	D	C	D	D	D	D
その他	29	事故	B	D	D	D	D	B	D	B	D	B	B	D	D
	30	越境の影響及び気候変動	B	D	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D	D

評価：A：重大な影響 B：ある程度の影響があるがAに比較して小さい C：重大な影響はないと思われるが影響の程度が不明確 (今後調査によって明確にすることが必要) D：影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出典：JICA調査

表 3.10.10 スコーピング (評価理由)

影響分野	№	影響項目 (トルコ項目)	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
生活環境 (公害)	1	大気汚染	B	B	工事中: 工事関係車両及び機械による一時的な影響(粉じん)が考えられる
					供用時: 道路新設区間では車両の走行による大気質への影響が考えられる
	2	水質汚濁	B	D	工事中: 土工事及び掘削(橋脚部分含む)により濁水が発生することが考えられる。ベースキャンプを設置した場合は、有機汚濁水の発生が考えられる。
					供用時: 影響はほとんどないと考えられる
	3	廃棄物	B	B	工事中: 建設廃棄物として土工や掘削による建設残土、伐採樹木が発生すると考えられる。ベースキャンプを設置する場合は、一般廃棄物や尿尿の発生が考えられる。
					供用時: サービスエリアが計画されて一般廃棄物及びし尿の発生が考えられる。
	4	土壌汚染	C	D	工事中: 変更区域の地歴を確認する必要がある。
					供用時: 影響はほとんどないと考えられる
5	騒音・振動	B	B	工事中: 工事関係車両及び機械による一時的な影響が考えられる	
				供用時: 道路新設区間では車両の走行による影響が考えられる。	
6	地盤沈下	D	D	地質の状況から、地盤沈下を発生させるような活動(地下水の揚水等)及び軟弱地盤層がないことから影響はないものと考えられる	
7	悪臭	D	D	悪臭を発生させるような活動がないことから影響はないものと考えられる	
8	底質	C	D	工事中: 変更区域の地歴を確認する必要がある。	
				供用時: 影響はほとんどないと考えられる	
自然環境	9	保護区	C	C	工事中及び供用時: 事業地には文献等において保護区域等は避けて設計されているとの情報から影響はないと想定されるが、今後の調査において確認が必要である。
	10	生態系	C	C	工事中及び供用時: アライメント上に貴重生物の生息・生育及びその保護区域は確認されていないが、今後の調査においてその影響の有無を確認する。特に橋脚区間の橋台掘削について魚類や底生動物への影響の有無について確認を行う。
	11	水象	B	B	工事中及び供用時: 橋梁の建設により河川流況に影響を及ぼす可能性がある。
	12	地形・地質	B	B	工事中及び供用時: 調査区域には貴重な地形及び地質はない。盛土及び切土区間では、地滑り等のリスクが考えられる。
社会環境	13	住民移転・用地取得	C	D	現段階で具体的な移転数は不明であり、ほとんど影響がないと考えられるが、今後のトルコ側の調査で影響を確認する。
					供用時: 影響はほとんどないと考えられる
	14	貧困層	C	D	工事前及び工事中: 現時点での影響の程度は不明である。影響の程度は住民移転関連調査において明らかにされる。
					供用時: 影響はほとんどないと考えられる
	15	少数民族・先住民族	C	D	工事前及び工事中: 現段階で少数民族及び先住民族の居住の有無については明らかでない。今後の調査において影響を確認する。
供用時: 影響はほとんどないと考えられる					
16	雇用や生計手段等の地域経済	B	D	工事前及び工事中: 住民及び農業従事者の生計への影響が想定される。影響の程度は住民移転関連調査において明らかにされる。	
				供用時: 影響はほとんどないと考えられる	
17	土地利用や地域資源利用	B	B	工事前及び工事中: アライメントが通過するほとんどの地域は主に農地(小麦)となっており影響が考えられる。	
				供用時: 道路沿道は商業・産業地域として無秩序に開発される可能性があり、適切な土地利用や農地への影響が考えられる。	

影響分野	№	影響項目 (トルコ項目)	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会環境	18	水利用	B	B	工事中: 土工事(切土及び掘削)が帯水層へ影響を与える結果、周辺の湧水や井戸の水利用に影響を及ぼす可能性がある。
					供用時: トンネルの存在等により、周辺への井戸への影響の可能性はある。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	D	工事前及び工事中: 宗教関連施設、学校、墓地及びその他公共施設の影響の可能性はある。住民移転関連調査で影響の程度の確認を行う。
					供用時: 影響はないと考えられる
	20	社会関係資本や地域の意志決定機関等の社会組織	D	D	道路建設や関連する活動が、その地域の社会資本や地域の意思決定に影響を及ぼす事はない。
	21	利益と被害の偏在	C	C	工事中: 用地取得の程度により利益と被害の偏在の可能性が考えられる。
					供用時: ダーダネルス海峡の船舶交通や関係者が橋梁建設により職を失う可能性がある。
	22	地域内の利害対立	C	C	工事中: 用地取得の程度により利益と被害の偏在の可能性が考えられる。
					供用時: ダーダネルス海峡の船舶交通や関係者が橋梁建設により職を失う可能性がある。
	23	文化遺産	C	D	工事前及び工事中: 文化遺産、モニュメント等への影響の可能性はある。住民移転関連調査で影響の程度の確認を行う。
供用時: 影響はないと考えられる					
24	景観	D	C	工事中: 影響はないと考えられる	
				供用時: 高架道路建設及びダーダネルス橋梁が眺望できる周辺の国立公園や自然公園等からの影響がある可能性がある。	
25	ジェンダー	D	D	現地踏査の現地確認や調査地域の文化上、道路事業案件である本プロジェクトはジェンダー面において特に影響を与えないものと考えられる	
26	子供の権利	C	D	工事中: 現地踏査において工事現場等で児童労働は確認されておらず、プロジェクトによる影響はないものと考えられるが、今後現状確認を行う必要がある。	
				供用時: 影響はないと考えられる。	
27	感染症	B	D	工事中: 建設労働者の流入により感染症等が広がる可能性がある。	
				供用時: 影響はないと考えられる	
28	労働環境(労働安全を含む)	C	D	工事中: トルコの労働法に基づき労働環境が確保されると考えられるが、現状確認を行う必要がある。	
				供用時: 影響はないと考えられる。	
その他	29	事故	B	B	工事中: 工事関係車両の通行により調査対象地域において交通事故が増加する可能性がある。
					供用時: 新設道路において交通事故が発生する可能性がある。
30	越境の影響及び気候変動	B	D	工事中: 森林伐採はほとんどないと思われるが、道路の建設による地球温暖化効果ガスの発生が考えられる。	
				供用時: 新設道路区間においては地球温暖化効果ガスの発生は増加するものの、地域全体では渋滞等の改善により地球温暖化効果ガスの発生量抑制も考えられるため、影響は少ないと思われる。	

評価: A: 重大な影響 B: ある程度の影響があるがAに比較して小さい C: 重大な影響はないと思われるが影響の程度が不明確(今後調査によって明確にすることが必要) D: 影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出典: JICA調査

3.10.7 EIA 調査の TOR

(1) 調査対象範囲

調査対象範囲は、イスタンブールの欧州側・クナル(Kinali)を起点に、テキルダ (Tekirdag) 県を経てダーダネルス海峡大橋 (Chanakkale) を渡り、バルケシル (Baliesir) 県サヴァシュテペ (Savastepe) に至る自動車道新設区間である。

(2) 調査分析項目

EIA調査のTORは、環境都市計画省のスコーピング結果により決定されることとなっている。JICA 環境社会配慮ガイドラインとの大きな差異はないものと思われるが、以下の現地調査及び定量的分析が行われる必要がある。

表 3.10.11 分析が必要な項目と調査方法等

項目	No	項目 (トルコ項目：現時点では判明していない)	評価結果		調査分析方法	
			工事前 工事中	供用時	現況調査方法	予測方法
公害	1	大気汚染	B	B	- 現地測定 CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , TPM - 文献調査	工事中: 定量分析 供用時: - 定量分析またはその他事例との比較
	2	水質汚濁	B	D	- 現地測定 河川水質：晴天時及び雨天時 地下水質： - 項目 BOD, pH, SS, 水温 - 文献調査	工事中: 定量分析または他事例との比較
	3	廃棄物	B	B	設計図書、工事計画及び積算資料に基づくレビュー	工事中: 伐採樹木、掘削土及び汚泥の発生量予測
	4	土壌汚染	C	D	設計図書、工事計画及び積算資料に基づくレビュー 文献調査（地歴の確認）	工事中: 汚泥の発生量予測
	5	騒音・振動	B	B	騒音 - 現地調査 L _{Aeq, 10min} (A 特性騒音を毎正時 10 分間計測)×24 時間/平日、交通量及び車速 - 文献調査	工事中: 定量分析（標準的な工事機械の配置に基づく計算） 供用時: 定量分析（日本音響学会式）または他事例との比較
	8	底質	C	D	文献調査（地歴の確認）	工事中: 文献調査に基づく定性的分析
自然環境	9	保護区	C	C	文献調査（保護区域図の確認）	工事中及び供用時: 文献調査結果に基づいた定性的な分析を行う
	10	生態系	C	C	文献調査(植生、動植物種、貴重種リストの確認)	工事中及び供用時: 文献調査結果及び将来交通量や構造物計画を基にした定性的分析
	11	水象	B	B	文献調査及び流況調査	工事中及び供用時: 水文解析による定量的分析
	12	地形・地質	B	B	文献調査及び地形調査	工事中及び供用時: 法面安定計算等による定量的分析

項目	№	項目 (トルコ項目：現時点では判明していない)	評価結果		調査分析方法	
			工事前 工事中	供用時	現況調査方法	予測方法
社会環境	13	住民移転・用地取得	C	D	文献調査及びRAP関連調査 (損失移転目録調査、センサス、社会経済調査、再取得価格調査)	工事中: RAP 関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	14	貧困層	C	D	文献調査及びRAP関連調査	工事中: RAP 関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	15	少数民族・先住民族	C	D	文献調査及びRAP関連調査	工事中: RAP 関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B	D	文献調査及びRAP関連調査	工事中: RAP 関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	17	土地利用や地域資源利用	B	B	文献調査及びRAP関連調査	工事中: RAP関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	18	水利用	B	B	文献調査、設計図及び地質調査に基づく水利用地点調査（トンネル坑口及び切土区間周辺の湧水利用地点、井戸地点の確認）	工事中及び供用時: 設計図書及び調査結果に基づく定性的評価
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	D	文献調査及びRAP関連調査	工事中: RAP関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	21	利益と被害の偏在	C	C	RAP関連調査及びステークホルダー会議等における情報収集	工事中及び供用時: 定性的分析
	22	地域内の利害対立	B	D	RAP関連調査及びステークホルダー会議等における情報収集	工事中: 定性的分析
	23	文化遺産	C	D	RAP関連調査及びステークホルダー会議等における情報収集	工事中: RAP関連調査に基づく影響の程度の定量的把握
	24	景観	D	C	文献調査及び現地調査（自然レクリエーション地等における眺望状況の確認）	供用時: 定性的分析または必要に応じフォトモンタージュ作成
	27	感染症	B	D	RAP関連調査及びステークホルダー会議等における情報収集（HIV/AIDS等）	工事中: 定性的分析
28	労働環境	C	D	「ト」の労働環境法令と現状確認を行う	工事中: 定性的分析	
その他	29	事故	B	B	文献調査（事故件数）	工事中及び供用時: 定性的分析
	30	越境の影響及び気候変動	C	C	衛星写真及びRAP関連調査における樹種等の把握	工事中及び供用時: 地球温暖化効果ガス（二酸化炭素）の発生量推定による定量的分析

評価：A：重大な影響 B：ある程度の影響があるがAに比較して小さい C：重大な影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要） D：影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

EIAの調査対象区間にてRAP作成のための調査を実施する。現地調査では、以下の項目が対象となる。

表 3.10.12 住民移転計画書(RAP)調査の TOR

調査項目	概要
1. 人口センサス	<ul style="list-style-type: none"> 事業対象地の全占有者を対象として、カテゴリ別の被補償者人数を特定する。 特別な支援が必要な社会的弱者（貧困層、土地を持たない人々、老人、障害者、女性、子ども、先住民族・少数民族、その他国内法に基づき保護されない人々）の有無、その数を特定する。
2. 財産・用地調査	<ul style="list-style-type: none"> 物理的・経済的に移転対象となる全ての資産項目 及びその数量を特定する（土地、住居、商店、公共施設、樹木等）。 「土地」については、用地取得の規模（面積）、現在の所有者及び土地利用状況（農地、住宅地、商業地、空き地等）を特定する。 「住居・商店」については、合法・非合法を明確にした上、それぞれ影響を受ける家屋数、居住人数を特定する。 ほかに想定される損失資産、生計に関わる損失資産（農地、収穫前の農産物等）を特定する。
3. 家計・生活調査	<ul style="list-style-type: none"> 被補償世帯の標準的特徴・生計に関する基本情報等を特定する。 (生産システム、仕事、世帯構成、公式・非公式の経済活動から得られた所得、生活水準、社会・文化的特徴等)

現地調査で得られた知見をベースに、JICA環境社会配慮ガイドライン、世界銀行ガイドライン OP4.12に対応したRAP作成を行う必要がある。

(3) 想定される環境緩和策（案）

現時点のスコーピング結果、文献調査等から下表のような環境緩和策が想定される。

表 3.10.13 分析が必要な項目と調査方法等環境緩和策(案)

分野	No	項目 (トルコ項目：現時点では判明していない)	評価結果		環境緩和策（案）	
			工事前 工事中	供用時	工事前及び工事中	供用時
地 区	1	大気汚染	B	B	- 粉じん 住居地域周辺における散水	- 道路交通騒音 道路沿道における適切な土地利用計画の策定により住居区域を道路沿道後背部へ誘導する
	2	水質汚濁	B	D	- 濁水 沈砂池の設置	-
	3	廃棄物	B	B	- 建設廃棄物（伐採樹木及び残土） 再利用の検討を行い、再利用不可能なものは規定された最終処分場に運搬する - トンネル掘削に伴う汚泥 脱水・中和処理を行った後に再利用または規定された最終処分場に運搬する - ベースキャンプにおける廃棄物 ベースキャンプにおける一般廃棄物や廃油は法律に基づき適正に処理・処分を行う - し尿 浄化槽等の処理施設を設置する	SA(サービスエリア)における一般廃棄物及びし尿の適切な処理・処分
	4	土壌汚染	C	D	土壌汚染が認められる場合は、適切な処理、処分を行う	-
	5	騒音・振動	B	B	- 住居地域付近の建設騒音 - 遮音壁または遮音シートの設置、低騒音型の工事機械を使用する - 工事時間の限定 - 近隣住民への工事工程の周知	- 道路交通騒音 道路沿道における適切な土地利用計画の策定により住居区域を道路沿道後背部へ誘導する

分野	№	項目 (トルコ項目：現時点では判明していない)	評価結果		環境緩和策（案）	
			工事前 工事中	供用時	工事前及び工事中	供用時
公害	6	底質	C	D	土壌汚染が認められる場合は、適切な処理、処分を行う	-
自然環境	7	保護区	C	C	線形の検討	-
	10	生態系	C	C	伐採樹木の代償措置としての植栽	沿道の適切な土地利用管理
	11	水象	B	B	洪水を考慮した余裕のある橋梁の設計	-
	12	地形・地質	B	B	法面保護工の実施	-
社会環境	13	住民移転・用地取得	C	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	14	貧困層	C	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	15	少数民族・先住民族	C	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	17	土地利用や地域資源利用	B	B	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	土地利用規制の徹底
	18	水利用	B	D	工事の影響により飲料水等の水源となる湧水や井戸の水量・水位に大きな影響がでた場合は、その代替策を実施する。	-
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	21	利害と被害の偏在	C	C	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	22	地域内の利害対立	B	D	優先して地域住民を建設労働者として採用する	-
	23	文化遺産	C	D	RAPに基づく適切な補償及び社会支援の実施	-
	24	景観	D	C	-	周辺環境に調和した構造と意匠
	27	感染症	B	D	感染症防止のための啓発活動を建設工事労働者や地域住民に対して行う。	-
	28	労働環境	C	D	当該国労働法の遵守	-
その他	29	事故	B	B	- 工事区域の立ち入り規制 - 交通整理員の配置 - 工事区域境界における立ち入り防護柵の設置 - 工事区域内の規制速度の設定 - 建設労働者への安全トレーニングの実施 - 工事区域の安全管理パトロールの実施 - 月例安全会議の実施	- 速度規制のための看板の設置 - 取り締まりの強化
	30	越境の影響及び気候変動	B	D	植栽の実施（在来樹種、コナツツ等）	-

評価：A：重大な影響 B：ある程度の影響があるがAに比較して小さい C：重大な影響はないと思われるが影響の程度が不明確（今後調査によって明確にすることが必要） D：影響はほとんど考えられないため今後の調査は必要ないと思われる

出典：JICA調査

(4) 環境管理計画

環境管理計画では、現況調査、予測・評価を踏まえ、緩和策を提示し、環境管理計画に沿って環境モニタリング計画を立案する。緩和策と環境モニタリング計画には、影響項目毎に実施時期（期間、頻度等を含む）、費用、実施体制（責任者）が含まれる。

(5) EIA 及び RAP の作成スケジュール

トルコ側によれば、EIAの承認は2015年～2016年中環境都市計画省（MOEUP）より取得される見込みであり、その後、BOT業者の入札が行われる予定で2023年に竣工する想定となっている。

現時点（2016年5月）でのEIA承認プロセスにおけるステータスとその後のEIA及びRAPに関する調査団等の関わりを示すフロー図を次図（図3.10.15 本調査上の環境関連調査プロセス（2016年5月現在））に示す。

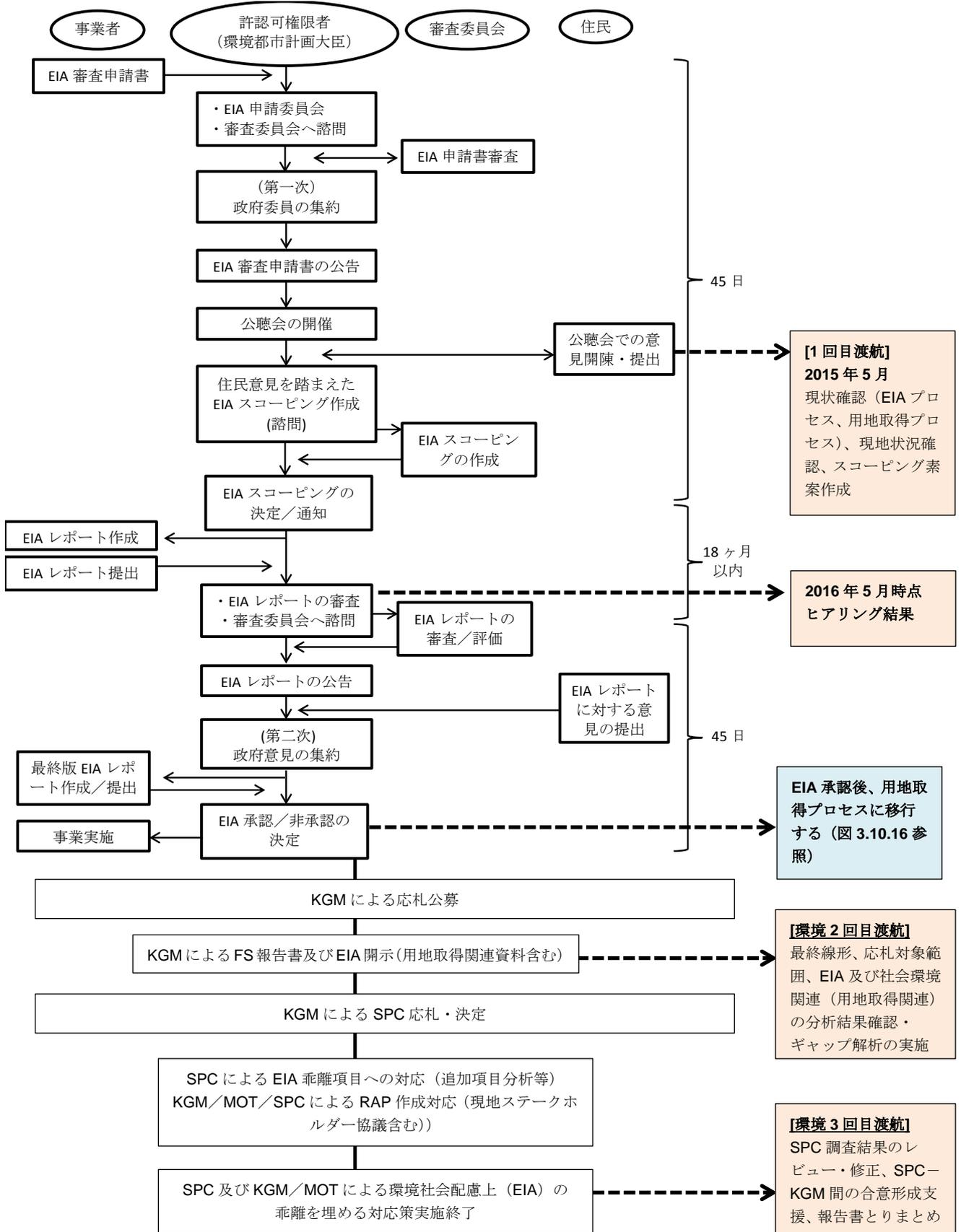
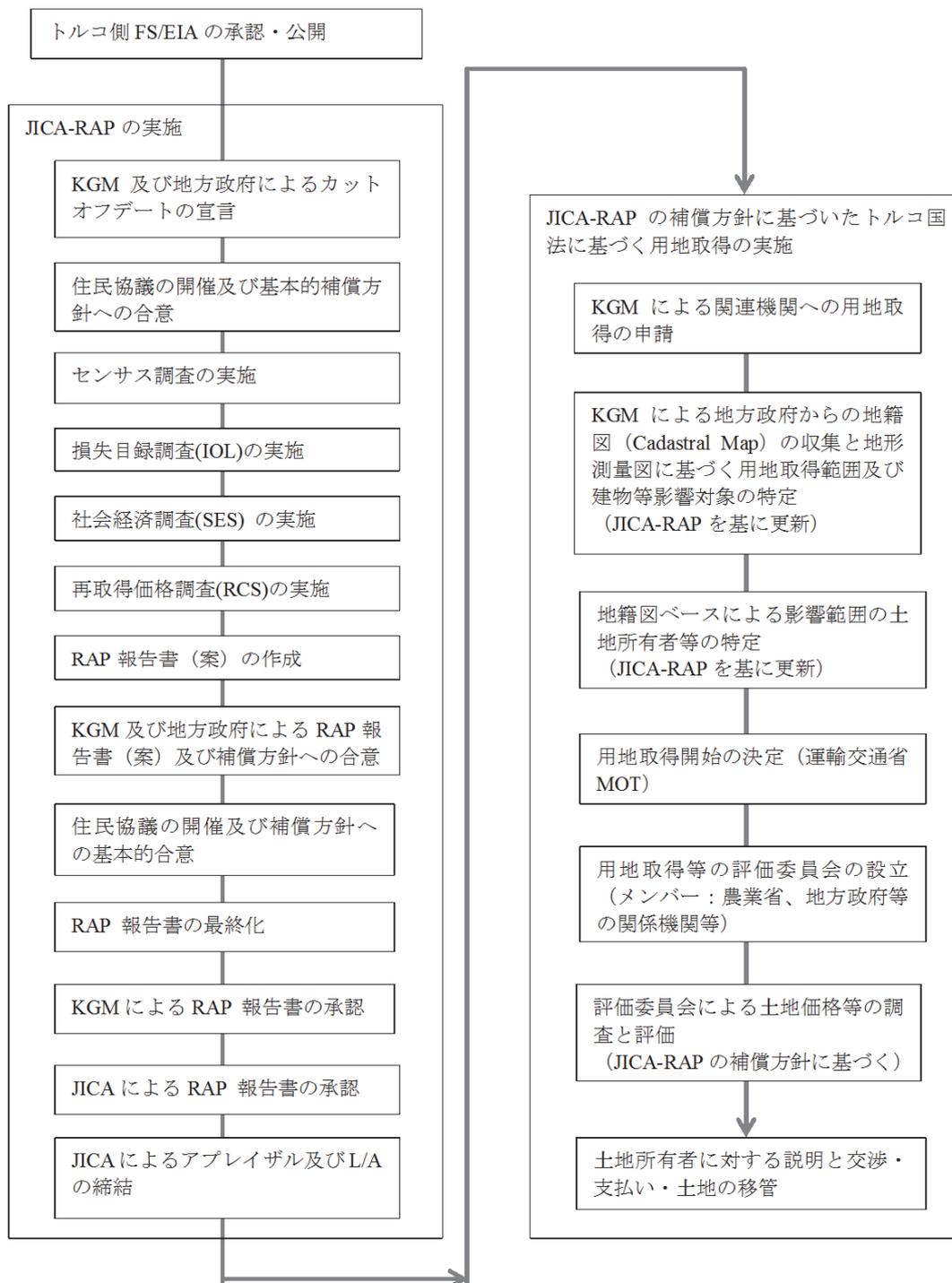


図 3.10.15 本調査上の環境関連調査プロセス(2016年5月現在)



出典：土地収用法及び KGM へのヒアリングに基づき JICA 調査団作成

図 3.10.16 今後想定される用地取得関連調査プロセス(案)

(6) 公聴会

本調査においてこれまで公聴会が一度開催されている。この会議については約2週間前に周知され、開催された。下表に会議の概要を示す。

表 3.10.14 調査における公聴会の概要

日付	開催地	会議目的	会議内容	主な参加者
2015年5月26～29日	5ヶ所（イスタンブール、テキルダ、チャナッカレ、バルケシル）	事業の周知、事業概要の説明及びEIA調査内容の説明	事業概要説明及び質疑応答	<ul style="list-style-type: none"> ● テキルダ市担当課、 ● 環境省、 ● KGM等

出典：JICA調査団

表 3.10.15 テキルダの公聴会における主な質疑応答の内容

質問番号	質問者	質問	回答
1	市民	最寄りに幹線があるのになぜに新設自動車道が必要なのか？	将来交通需要予測では既存幹線は渋滞が発生し経済的な損失が生じる。事故防止の観点からも道路は必要である。
2	市民	工事中の粉じんが周辺野菜に飛来し影響があるのではないかと？	本案件はBOT事業であり、そのような影響があった場合は、クレームに応じ落札事業者が補償を行う。
3	市民	伐採樹木への影響をどのように緩和するか？	森林関連の法令では1本樹木を伐採すると10本の植林が必要である。このような対策により影響を緩和する。

出典：JICA調査団

今後EIAに関して法律上開催される現地ステークホルダー協議はないが、住民移転及び用地取得に関するプロジェクト影響者を対象としたステークホルダー会議については、用地取得手続き調査を開始し、所有者が特定された時点で補償方針に関して情報公開が行われる予定である。

(7) JICA ガイドラインに基づく環境社会配慮上の必要な活動

本準備調査における環境社会配慮関連の活動は、トルコ側の公開EIA及びSIAをもとにレビュー及び乖離解析を行い、それらの乖離を埋める調査等が必要に応じSPC等の資金により実施された後に、その結果を最終化する予定であった。しかしながら、トルコ側の諸事情によりそれらが準備調査期間中に公開されなかったため、以下の分析と追加的な調査は、再度JICA資金を活用するための調査時に確認する必要がある。

- JICAガイドラインと承認EIA（代替案分析含む）／SIAのレビュー及び乖離解析の実施
- 乖離を埋めるための分析及び調査の実施

現時点で乖離があると思われる内容は次の通りである。

- EIAにおける大気、騒音、振動、水質等の定量的予測
- 住民移転及び用地取得に関連する一連の調査及び補償方針の検討

4. 海外投融資対象事業のキャッシュフロー分析と事業スキーム・資金調達方法の検討

4.1 事業スキームの提案及び複数のオプションの比較検討

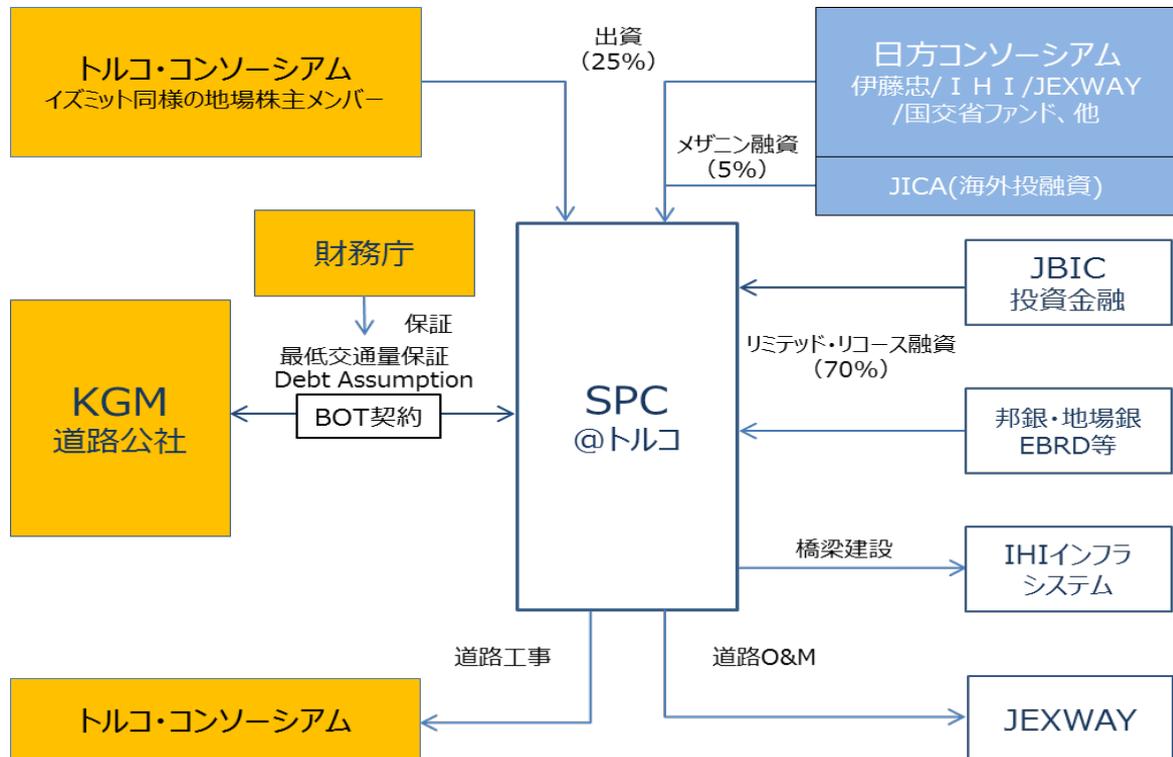


図 4.1.1 事業スキーム (案)

想定される契約は以下の通り。

表 4.1.1 想定される主な契約書

契約書	内容
株主間協定書	KGMとの契約主体であるトルコに設立予定のSPCの権利義務関係等を取り決めるもの。
BOT契約	KGMとConcessionの期間、条件等取り決めるもの。
Debt Assumption Agreement	財務庁によるDebt Assumptionの条件等を取り決めるもの。
EPC契約	橋梁部分、道路部分は別契約となる予定。
Operation & Management契約	建設後の運営・管理に関する契約
融資契約	SPCとして事業資金を借入する契約

4.2 事業関係者の分析（沿革・財務・技術的能力等）（スポンサー、EPC コントラクター、オペレーター等）

(1) 伊藤忠商事株式会社

- 沿革：1949年12月1日設立
- 業容：資本金 253,448 百万円
- 年商：5,591,435 百万円（2014年度）
- 実績：伊藤忠は50年以上前に事務所開設以来トルコを重点市場として位置付け、自動車組立事業への出資や繊維品などの輸入、インフラ・プラント関連プロジェクトなど、多岐にわたる分野で積極的に同国での営業活動を展開している。
同国における交通インフラ PPP への参画実績はまだないが、豪州等の交通インフラ PPP 事業の知見を活かし、本件への参画を具現化することにより、同国の社会・産業インフラ発展に寄与することが可能。
- 想定される役割：スポンサー

(2) 株式会社 IHI

- 沿革：1853年12月5日創業
- 業容：資本金 107,165 百万円
- 年商：連結 1,455,844 百万円（2014年度）
- 実績：IHI グループはトルコにおいて、橋梁をはじめ、プレス等の産業機械、航空機エンジン整備など多岐にわたる分野で、40年以上継続的に事業を行ってきた。また、同社社長の釜和明氏は経団連の日本トルコ経済委員会委員長を務めるなど、同国の政府機関・経済界とは緊密な関係を保持している。IHI が SPC スポンサーとして参画することにより、同社グループに蓄積された橋梁事業の知見を生かし、本プロジェクトの成功、延いてはトルコの発展に寄与することができる。
- 想定される役割：スポンサー、EPC コントラクター

(3) 日本高速道路インターナショナル株式会社

- 沿革：2011年9月1日創業
- 業容：資本金 4,990 万円
- 年商：4,876 万円（2014年度）
- 実績：日本高速道路インターナショナル株式会社（JEXWAY）は、海外高速道路事業をターゲットとし、日本の高速道路事業の技術・ノウハウなどを海外に提供することを目的に設立された会社である。60年を超える高速道路事業の経験を持つ日本の高速道路会社の経営資源（自動車道の調査・計画・設計・建設・管理運営などの技術、ノウハウ）を最大限に活用して、高速道路事業に関するトータル・ソリューションを提供することが可能である。
日本の高速道路会社は同国道路局に長期専門家を派遣し、高速道路の維持管理要領やマニュアル作成に協力するなど、同国の高速道路事業に貢献してきた実績がある。世界最大級の長大橋を含め難易度が高い本プロジェクトにおいて JEXWAY が参画することにより、調査、建設段階から維持管理をふまえたプロジェクトの実施ができ、

ライフサイクルコストの最適化や 100 年先を見据えた維持管理など、同国の持続的発展・成長に寄与することができる。

- 想定される役割：スポンサー、オペレーション&マネージメント

4.3 関連法制度の確認（外国投資・外国借入関連、PPP・インフラ関連、外貨交換・外貨送金関連、用地購入・土地利用関連、法人税・関税関連等）

4.3.1 外国投資・外国借入関連

(1) 外国投資

原則、全ての業種・分野が外資に開放されている。外資の比率・出資額などに関する規制は、以下の特定分野を除いて行われていない。

- 放送メディア分野の外資制限比率は最大 50%。また、外国投資家は 2 社以上の放送メディア企業の株式を追加保有することは禁止。
- 民間航空、国内海運、港湾業務、大学以外の教育施設、で外資は最大 49%に制限。
- 鉄道輸送インフラ部門は、トルコ国有鉄道のみがこのインフラ事業を運営でき、外資参入は認められていない。

(2) 会社形態

会社形態は株式会社に限られず、さまざまな形態をとることが可能である。然し、【Highway Law3 条b】により、自動車道に関する事業を行う場合にはトルコ法に基づく【Equity】会社⁷であることが求められる。また、BOT事業を遂行する事業体はJoint Stock Company（株式会社：以下JSC）であることが求められている（BOT法3条b）。また、会社設立は従来許認可制がとられていたが、海外直接投資の増加等を受け、通知方式に変更している。海外投資を行うに際して取得しなければならない唯一の許認可は労働許可である。

表 4.3.1 JSC に関する主な規制/取決

項目	概要
外資規制	原則、全ての分野が外資に開放されている。本件の道路・橋に関しては外資出資比率・出資額の対象外。
許認可	原則として、不要。但し、特別に法が定める場合は許可制。
最低資本金	通常の株式会社は、授権資本制度を採用しない限りは、TL 50,000.00（授権資本制度採用会社は TL 100,000.00）。但し PPP 事業を推進する事業に関しては、資本金は最低 20%必要（BOT 基本法）。
株式数	500 以上の株主がいる場合は、資本市場の規制に従う。
配当	年間利益のうち最低 5%は配当を実施しなければならない
株主総会	決算終了後 3 か月以内に開催。
取締役会	法が特別に定める規制業種（証券取引所、銀行）に関しては最低 3-5 名と規定されているが、通常最低 1 人以上。取締役会の一員になるに際して、株主である必要はない。任期 3 年。
法定監査	小規模会社等一部例外はあるも、原則法定監査が必要。

⁷ Equity 会社：TCC（Turkish Commercial Code：トルコ商法）にて規制される会社。株式会社、合同会社、有限責任事業組合を含む。

(3) 海外借入関連

1) 居住者による外貨/貸付

通貨価値保護令によれば、対外貸付は自由に行うことができるが、トルコの銀行を通して行わなければならない。また、トルコ居住者は、商業的および専門的な目的以外では、外国為替または通貨インデックス貸付を行うことはできない。

2) 居住者による外貨借入

2009年6月の通貨価値保護令改正により、トルコ国内の銀行は以下の外貨建て貸付を行うことができるようになった為、事業者としては外貨借入ができるようになった。

- 輸出入取引における商品の引渡しに関連する貸付
- 投資奨励証明書により認められる貸付、または投資財に対する貸付
- 外国で事業を行うトルコ企業に対する貸付、および国内外の入札または防衛産業事務次官が承認する防衛産業プロジェクトにより事業を受注したトルコ居住者に対する貸付
- 500 万米ドル以上の貸付であって、平均期間が1年以上のもの
- 商業または専門的な目的による貸付であって、借主がトルコ国内の銀行で保有する外貨預金、および借主が保有する OECD 加盟国の中央政府または中央銀行が発行または保証する証券に適用される上限金額に従う貸付

2009年の上記改正により、トルコ国内の居住者はトルコ国内の銀行を通じて、商業的または専門的な目的のために通貨インデックス借入を行うことができる。また、同改正により、上述したものを除き、トルコ国内の個人は、トルコ国内における、または外国からの外貨建て貸付または通貨インデックス貸付を受けることはできないとされている。

4.3.2 PPP・インフラ関連

(1) PPP 制度

トルコ共和国は1980年代、PPPの法整備をいち早く整備した国の一つである。1980年のトルコ経済の自由化を機に、社会資本（「インフラ」）への投資環境の整備は、常にトルコ政府の最優先事項であった。1984年には、法律3096号の成立により送発電事業が自由化され、これに続いて1988年には法律3465号によって道路事業への民間参入が認められた。

1994年、広範なインフラ分野を対象としたBOT方式に基づくインフラ整備（法律3996号）が立法化されると、PPPスキームに基づくインフラプロジェクトは更に進展し、いくつかの発電所や飲料水製造事業などでは、既にBOT期間を終えてBO契約に移行している。BOT基本法が成立した1994年から2012年までのBOT事業実績は、159件、事業総額415億米ドルとなっている。

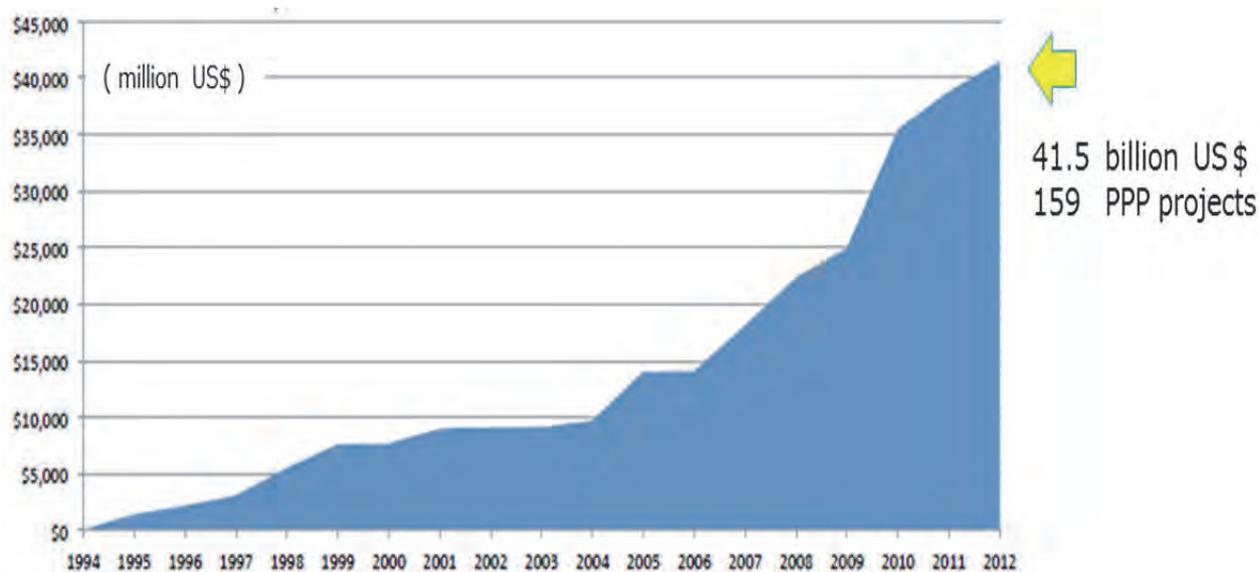


図 4.3.1 トルコにおける BOT 事業実績総額 (1994 年～2012 年)

本事業「ダーダネルス海峡大橋・自動車道 PPP インフラ事業」が、BOT 方式により実施されることについて、トルコ国政府側の最終承認は得られていないが、現在、実施機関である KGM の BOT 申請は運輸省 (MOT) が受理していることが確認されている。

本事業について政府決定が待たれるところであるが、以下の事実より、BOT 方式による調達実施が想定され、入札公告の際に全貌が明らかになると期待される。

- KGM が 2023 年完成を目指す自動車道案件一覧「Target BOT Motorway Projects 2023」12 件の中に本事業が含まれていること。
- KGM は本事業道路部分の Pre-F/S を実施し、既に主管省である MOT へ BOT 案件として申請されており、環境 EIA レポートが同様に KGM より提出され次第、開発省 (Ministry of Development) へ送致され、最終審議が決定されることが確認されていること。
- 以下の図にトルコ政府関係機関による事業準備段階から事業者の選定、建設工事、運営、事業期間終了までの BOT プロジェクト・フローの概要を示す。

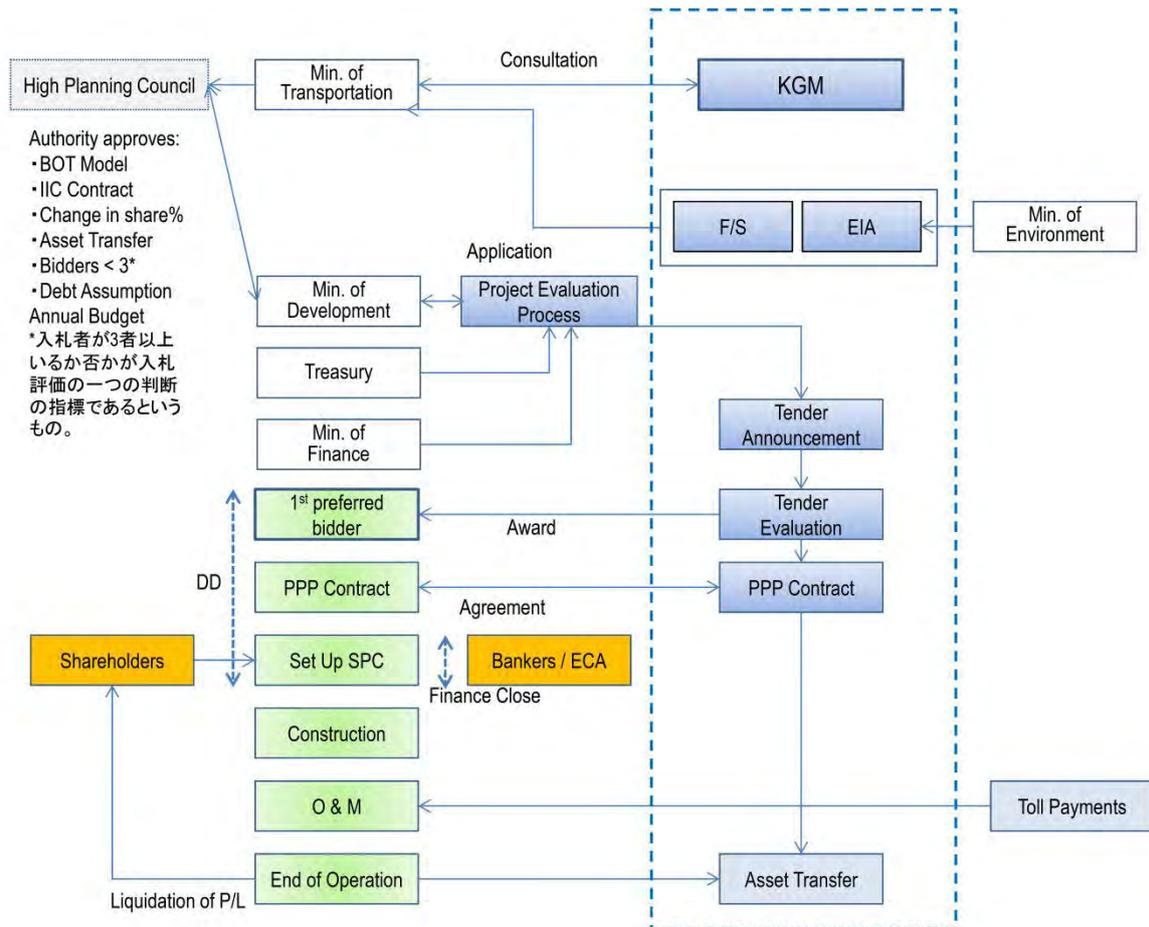


図 4.3.2 BOT プロジェクト・フローの概要

1) プロジェクト・フロー

- ① KGMがF/S・EIAを実施した後、それらをMOTに上程し、BOT事業の申請を行う。
- ② MOTにて審査を経たのち、HPC（High Planning Council）へ上程を行う。
- ③ HPCにて審査の後、MODにて内容を確認する。MODはBOT案件申請を審査する事務局を担うとともに、案件が国の中長期計画と合致しているか、既存の法制度と整合しているか、社会経済性、案件経済性などを審査し、財務省、財務庁からの審査結果と統合してHPCに審査結果として連絡を行う役割を担う。必要に応じてMODより再度HPCへ上程されHPCが審議を行い、最終決定はあくまでもHPCが行う。

2) 入札評価方法：入札者の財務内容、業容、事業規模、実績などをフォーミュラに則って審査、一定以上の得点を得たグループのbidは評価対象となる。この評価基準はコンセッション期間の長短のみで、審査過程での得点の多寡はBID評価には反映されない。

3) 入札評価における課題：上記審査のクライテリアは非常に甘く実質的に中小規模且つ高い技術要件、実績を有しない企業グループでも評価対象になり得る形になっており、当該橋梁が高い技術要件、実績を必要とすること、資金力を要することをアピールして、クライテリアの厳格化を働きかける必要がある。

BOTを含め、トルコ国での立法化が整備されたモデルを以下表に示す。本調査では、BOTモデル採用の可能性が事実上確定となっておりBOTを前提としたF/Sが最も期待されていることから、BOTのスキームに沿ってF/Sを実施するものである。

表 4.3.2 PPP モデルと関連法規

Type of PPP Structure	Related Laws
Built - Operate - Transfer (BOT) ^{※1}	3096, 3465, 3996, 4749
Built - Operate (BO)	4283
Transfer of Operational Rights (TOR) ^{※1}	3096, 3465, 4046, 5335 ^{※2}
Long Term Lease	4046, 5335
Built - Lease - Transfer (BLT)	4749, 5396 ^{※3}

^{※1} BOTの入札選定が運営期間の短さを争うのに対し、TORはコンセッション額の高さを争う。

^{※2} 法律5335号（リース法）

^{※3} 法律5396号（PPP BLT法）

(2) BOT 基本法が成立するまでの動向（～1994年）

1) 発電事業自由化法（法律 3096 号）

1984年、BOT方式はエネルギー分野を対象とする法律3096号によって初めて法整備がされた。それまでTPA（Turkish Power Authority）の政府独占にあった発電事業の自由化が始まり、更に政府が所有していた発電施設の運営権を民間に移転、最長99年（実際には30年程度）の契約終了後に、無償で政府に返納するコンセッション方式（TOR）を許容している。

BOT基本法（法律3996号）が成立する迄の間、70件の新規参入の審査に対し、14件の事業許可が与えられた。1988年には、TPA以外の企業が発電所や送電網の建設や運営を認可されている。

- MENR（Ministry of Energy and Natural Resources）が申請を審査、許認可を行う
- 既存の政府保有インフラ設備の運用権移転（TOR）についても規定
- コンセッション期間は最長 99 年（実際は 30 年前後）満期後は主管省に無償で Hand Over することを規定

1988年、SeaPAC社（ウェスティンハウス、千代田化工）の火力発電所を参入企業連合第一号に、BOT基本法が成立するまでに新規参入は70件の審査に対し14件、本法律は、2000年以前の新規参入申請に適用された。また、この間に4件の政令が順次閣議決定され、法律3096号を補完・修正している。

2) 道路事業自由化法（法律 3465 号）

1988年2月、法律3465号（政令93/4186号）により、道路事業のKGM独占体制は終焉し、道路事業の自由化が始まった。最長49年間の民間による運営期間が終了した後、無償でインフラ資産と共に運営権を政府に返還する義務を課した。

- KGM（General Directorate of Turkish Highways）以外の組織が、自動車道（宿泊、飲食、GS 他、サービスエリア内施設を含む）の建設や運営、維持を行うことを認可
- 競争入札制度の導入

- コンセッション期間は最長 49 年、契約終了後は全ての資産・不動産を国（state）に無償で Hand Over することを規定

(3) BOT 基本法成立後の動向（1994 年～）

1990年代の金融引き締めは公共インフラ投資分野にも拡大し、投資余力が減退した。政府は、これをBOT方式によって産業経済全てのセクターでインフラ投資が促進されることを企図して、広域・汎用性のあるBOT基本法が整備された。1994年、現在のBOT基本法 法律3996号が成立した。

BOT基本法の目的は「公的機関と民間企業によって、BOTモデルに基づき先端技術や多額の資本を必要とする事業の実現と投資を確実に実施する為の法律」と規定。

また、これまでの法律、①法律3096号（発電事業の自由化）と②法律3465号（自動車道事業の自由化）は引き続き存続し、これら従来自由化法とBOT基本法のいずれかを適用とするかは、実施機関が選択する（尚、既存のPPP道路事業は、2.3にて既述の3件だが、3件全て、BOT基本法に基づく道路プロジェクトである。法律3465とBOT基本法との違いは、BOT基本法第13条（P114）によって事実上格差はないが、実施されたプロジェクトは全てBOT基本法に基づき実施されており法律3465号に基づき実施されたプロジェクトは現時点ではない）。

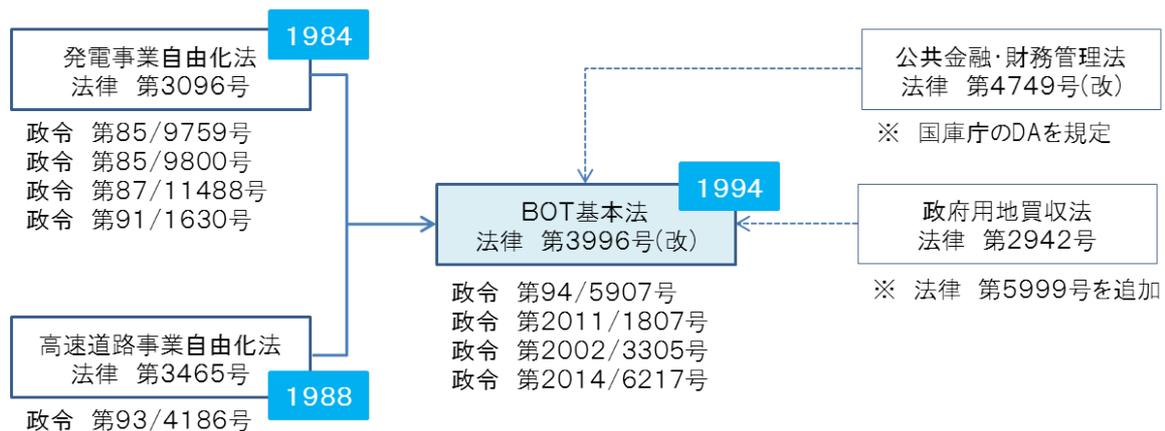


図 4.3.3 BOT 関連法制度ストラクチャー

1) BOT 基本法（法律 3996 号）の概要

BOT基本法が規定する主な条項は以下の通り。尚、後述の政令によって、上書き・変更された条文内容もあるが、当時の法律条文を優先し、ここでは反映しない。

(第1条：目的)

本法律の目的は、先進技術又は高額な投資を必要とする事業が、Build - operate -transfer により、公的機関と民間企業とによって実施されるよう措置を講ずることにある。

(第2条：事業の選定)

本法律は、BOT 事業（インフラ分野の具体的事業を規定している）を実施する民間企業や外国企業を選任するための基本方針や実施方法を規定する。民間企業や外国企業は、公的機関がその事業部門に於いて負ってきた業界慣習（code）を全て免除される。

(第3条：定義)

本法律で用いられる用語は以下に定義される。

BOT Model：先進技術或いは高額の資本を必要とする官民連携の事業であって、投資や収益は事業期間の中で事業が生み出す物品・サービスの受益者の支払を返済に当てる金融モデル。

Capital Company：トルコ共和国の法に則り設立された、或いは設立される会社であり、政府機関や政府系企業と取引資格があり、第4条に規定する閣議決定された諸条件を満たす者。

Foreign Company：外国資本推進法（法律 6224 号）に基づき、トルコ国に於いて事業を行うことを認められた外国企業

Administration：公的機関及びその実施組織（政府系企業を含む）であって、事業に関して現に主管（所有）し、Supreme Planning Board より本法律に基づく事業に関して事業者との合意権限を付与された者

Contribution Margin：※調査中、最終報告書で記載

(第4条：事業許可)

財務省、公共事業省、運輸省、エネルギー資源省、国家計画庁、財務庁の政府省庁は協業して当該事業の基本方針や実施方法を纏め、関係大臣の承認を以って BOT 事業として認定される。

BOT 制度による事業推進を希望する実施機関（本件では「KGM」）は、Preliminary F/S を行い、事業を Supreme Planning Board (YPK) に申請。YPK による実施機関の任命と事業内容の承認を得て、実施機関は事業者との BOT 契約締結の許可を得る。

(第5条：根拠法)

BOT 基本法に則り実施機関と事業者とで交わされた契約は、行政法等の公法（Administrative Law）ではなく、民法・商法等の市民法（Private Law）に則り執行される。

※ Administrative Law あるいは Private Law とすべきとの論争は、憲法改正論議にも発展し、最終的には Private Law に落ち着いた。その内幕には、海外投資家を呼び込むための意図的な措置とされ、BOT 基本法に於いて最も重要な条文と評する声が多い

(第6条：事業責任)

事業者は期間内の、事業準備、資金確保、運用に責任を持ち、契約書に規定された要求を満たせないことにより実施機関に生じる損失について賠償の対応措置を講じる。

(第7条：事業期間)

事業期間は、投資（+利益）や債権の回収のための期間であり 49 年を超えてはならない

(第8条：料金)

※調査中、最終報告書で記載

(第9条：資産移転)

契約の終了を以て、事業者の資産は無償で、良好な状態で事業継続でき、且つ事業負債の無い状態で実施機関に移転されなければならない。

(第10条：用地購入・利用)

(用地購入) 事業用地の購入手続きは、法律 2942 号（現在は法律 5999 号が追加）の手続きに従い、実施機関が行い、所有する。

(用地利用) 実施機関が購入した用地について、事業者の利用料支払は、事業者と実施機関との間の契約で定める。

(第11条：政府の保証)

BOT モデルに基づく投資型事業に於いて、財務庁の意見や主管大臣の提案に従い、閣僚会議は、実施機関に代わり、次の保証を行う権限を有する。

事業に生じた支払債務の保証

事業に要するサブローンの保証

事業に融資された全てのローン債務の保証

(第12条：免税)

BOT 事業の工事や運営は、法律 488 号に基づく印紙代、法律 492 号に基づく労働許可手数料が免除される。

(第13条：旧法)

法律 3096 号（電力事業自由化法）、法律 3465 号（道路事業自由化法）は引き続き適用する。実施機関が法律 3096 号や法律 3465 号の旧法に則った実施を必要とした場合は、本法律の 5 条（市民法）、11 条（支払保証）、12 条[免税]及び 14 条（政府採決法）の適用を受けることができる。

(第14条：政府採決法)

本法律 4 条（事業許可）に従い、閣僚会議の決定により実行された投資は、政府採決法（法律 2886 号）の対象外とする

（暫定条項）この法律が成立する前に BOT モデルに基づき着手された事業は、引き続き政府の実施方針に則り運営される。但し、本法律の公告後 1 カ月以内に事業者が申請した場合、または、その実施機関より申請があった際、閣僚会議は、当該事業について BOT 基本法第 5 条（市民法）の適用を決定することが出来る。その場合、官民間で交わした契約は、閣議決定の発表から 3 カ月以内に市民法に従い改定しなければならない。

(第15条：発効日) この法律は公示日に発効する

(第16条：執行機関) この法律は閣僚会議によって執行される。

AMENDMENT DEC 20, 1999

事業者の VAT 免除、またシニアローンの債務保証（senior debt repayment guarantees）を行うことを目的に、本 BOT 基本法を法律改訂。1999 年 12 月 20 日付で執行された。

2) BOT 基本法（法律 3996 号）に関連する閣議政令の概要

BOT 基本法は成立以降、投資環境の向上や政府施策の見直し等を企図した政令が断続的に公表されている。

表 4.3.3 BOT 法に関連する閣議政令

閣議政令	成立年	法律概要
第 94/5907 号	1994 年 10 月 1 日	<ul style="list-style-type: none">• 法律 3996 号の実施細目の規定• 用地購入、閣議決定による債務保証• シニアローン：財務庁保証対象外• サブローン：実施機関名義のものは財務庁の保証対象
法律 3996 号 改定	1999 年 12 月 20 日	<ul style="list-style-type: none">• 事業者の VAT 免除• 事業者の出資率下限規制（20%以下）• シニアローンの財務庁保証• IC 契約書（Implementation Contract、コンセッション契約）の規定（含、Force Majeure 条件記載の義務化）
第 2011/1807 号	2011 年 6 月 11 日	<ul style="list-style-type: none">• YPK の権限縮小→主管省の役割強事業者の bonds 発給条件見直し• 入札時記載の義務化（Contribution Fee 支払、主管省の需要保証/主管庁/支払保証/財務庁）
第 2012/3305 号	2012 年 6 月	<ul style="list-style-type: none">• 国内企業（本事業者も対象）の輸入依存度の低減を図る「The New Investment Incentive System」投資インセンティブに関する政策パッケージが政令で規定
第 2014/6217 号	2013 年 3 月 9 日	<ul style="list-style-type: none">• DA 運用の細則

3) 閣議政令（第 94/5907 号）

(第一章) 基本事項（政令目的、BOT 対象分野、用語定義）

- “Company” とは、本政令に基づき必要に応じ政府省庁が参加する、トルコ国内に設立した合資会社（a joint-capital company）、又は、法律 6224 号（外国資本の促進）に基づきトルコ国内に於いて事業許可を得た組織（3 条 c）。
- “Administration” とは、事業者との契約締結について、High Planning Council より権限を与えられた主管省またはその実施機関（公社を含む）を言う（3 条 e）。
- “Senior Loan” は、BOT 基本法で規定されるローンであって、BOT 事業のために事業者が資金調達するローンであり、財務庁の支払保証は受けられない（3 条 k）。
- 保証付サブローン：一部または全部を財務庁の支払保証の対象とする短中期のサブローンであって、IC 契約不履行を除く不測の資金需要に対応して、政府予算（funds）や国際金融機関が融資するサブローンである（3 条 i）。
- 無保証サブローン：財務庁の支払保証の付かないサブローン（Stand-by Loan）であって、事業者が IC 契約書の諸条件に満たないことによる資金需要を賄うためのサブローン（3 条 m）

(第二章) HPC の権限、BOT 事業の仕様、入札許認可

- HPC が、事業に関わる主管省と BOT 方式による事業の実施を決定し、主管省に必要な許可を与える。IC 契約書の調印には、HPC の事前承認が必要（4 条）
- 事業者もしくはその株主等は、独立した監査機関等に承認されたバランスシートを通じて、健全な財務状況であることを説明しなければならない。また、少なくとも 1 社の株主が事業者の行う投資や事業運営に類似した能力がなければならない（6 条）
- 主管省は、事業実施能力があり技術的に有能な株主が HPC の合意を得ずに持株比率を変えた場合、IC 契約書を解除する権限を持つ（6 条）
- 事業者の資本金は、提案する総所要資金の 20%以上とする（6 条）
- 実施機関が入札準備から事業者選定までの全てを準備（7 条）
- 三社未満の入札は、HPC の許可が必要（13 条）

(第三章) IC 契約書に定める事項

- IC 契約書の細目事項を規定（16 条）
- 契約期間；最長 49 ヶ年（18 条）
- 履行保証：投資コストの 1 %（22 条）
- Force Majeure：IC 契約書にて明確に記述することを規定（24 条）
- 権利譲渡：実施機関の賛意と High Planning Council の決定が必要（25 条）
- 契約満了：実施機関に無償で譲渡（債務残無し、健全な資産（27 条）
- 早期終了：施設の hand over や保有株式の扱い（政府側が一方的に解約した場合）、契約満了を迎える前の Force Majeure、について契約で条件を明確にすることを規定（28 条）
- 紛争解決：トルコ民法に基づくトルコ国内に於いて調停による解決を規定（30 条）

(第四章) 料金決定

- BOT 事業に関する価格決定方法は、海外で標準的な IRR を考慮した Cost-Plus-Profit 方式と Ceiling Price 方式の 2 つのルールとする（34 条）
- 実施機関は事業の本質よりどちらか或いは両者の方式を選択し入札仕様とする。

- High Planning Council が BOT 事業の性格上いずれも適さないとした場合、以下の指定方法を通じて実施機関は事業投資リターンモデルを決定する。

(第五章) 用地取得

- BOT 基本法に基づく本事業に必要な用地購入は、法律 2942 号（土地購入法）に従い、実施機関が行う。従い、用地購入した土地の所有権も実施機関に帰属する
- IC 契約書に於いては、用地買収コストの分担と支払を定めることが義務化されている。(37 条)
- 事業者が用地を購入した場合、財務庁又は実施機関は、事業者の土地利用を認める「独占的建設工事権」(Right of Construction) が無償で供与されることを IC 契約書で規定しなければならない。
- IC 契約書に従い、実施機関が用地を購入した場合、「独占的建設工事権」は許与されるが、事業者には借地料が課せられる。
- IC 契約書に於いて財務庁がサブローンの債務保証を行っている場合、独占的建設工事権に対して第一順位の抵当権設定が成されなければならない
- 前出の借地料は、実施機関が定め、国家統計局の物価指数に基づき毎年改定される。
- 取得した用地の所有権は実施機関に属し、建設期間や運営期間中の法的責任や金融取引上の責務は事業者が負う。
- IC 契約書にて、事業者と実施機関とは、事業者の用地利用額を定める (38 条)
- 事業者は土地利用料を実施機関に収め、代わって、継続性のある排他的な「独占的建設工事権」(Right of Construction) を、事業期間中、無償供与される (38 条)
- 財務庁保証付きサブローンが供与された場合、財務庁に対し独占的建設工事権を担保とした第一順位の抵当権が設定されなければならない (38 条)
- 独占的建設工事権は、理由の如何を問わず IC 契約書の終了を以て効力を失う。
- 独占的建設工事権が無効となった時点で、全ての建造物や施設は無償で実施機関に移転される。IC 契約書は、契約中断による賠償や所有権移転の条項を規定する (38 条)。

(第六章) 保証

- 財務庁は、事業内容によっては、以下の保証を実施機関に提供する。この文面により、財務庁を担当する国務大臣は以下の権限を有する (39 条)
 - 実施機関が調達する事業への支払を事業者に保証すること
 - 海外金融機関のサブローンが IC 契約等で定められ、融資条件が適合していれば、当該海外金融機関に対し一部又は全額を対象に返済保証を行うこと、或いはサブローン引き受けている政府ファンドに対して保証すること。
 - IC 契約に規定された契約終了前に、実施機関によって事業者の事業資産や株式が譲渡された場合、海外金融機関に対し、サブローンに加えて、いかなるシニアローンの返済保証を行うこと
- 財務庁保証を規定した IC 契約書の調印は、財務庁に申請し許可を得た後に行うこと
- IC 契約書に定める財務庁保証の条件に変更を加える場合は、財務庁保証状況について財務庁担当国務大臣に報告し承認を得なければならない (39 条)
- 事業者は以下の資金需要に応じて、財務庁が支払保証をするサブローンの融資を受ける。
 - 実施機関を原因とする事業者の損失や被害に関わる短期融資
 - Force Majeure を原因とする事業者の損失や被害に関わる短期融資
 - 契約当事者の合意を以て、IC 契約が変更された場合

- 財務庁保証付サブローンの融資額は、事業者の資本金以下に制限され、それ以上の融資は、High Planing Council が決定する権限を有する。IC 契約によって両者合意されない限りは、融資額制限を超えた保証付サブローンは事業者に供与されない。
- 事業者の責に起因して損失が生じた場合、税金や減税額への保証付サブローン融資はできない。
- 保証付サブローンを市場金融より事業者が取得することは出来ない。外国金融機関より事業者が保証付サブローンを取得する場合、融資条件は財務庁が交渉に当たる。
- サブローン融資条件、融資実行される地域、及び事業者による返済方法は IC 契約書に定めなければならない。

(第7章)

- BOT 法に基づく実施機関と事業者との間の取引、BOT モデルに基づく投資に関連したものは、1964 年 7 月 1 日付法律 488 にある料金徴収を免除される。
- この中で取引とは、
 - Bid Bond、Performance Bond、その他有価証券、入札選定証明
 - IC 契約書の締結、同契約に基づく公的機関との契約
 - 用地取得した登記
 - 事業者による建設期間中の投資ローンの確保に、商品・サービスの調達
 - 建設終了後の運営、BOT 期間終了後の資産譲渡
- 及び以上の文書に於ける印紙税は免除される。

4) 閣議政令（第 2011/1807 号）

以下に、前閣議政令（第94/5907号）からの主な変更事項につき、報告する。

閣議政令（第 2011/1807 号）

1. BOT 事業の認可対象拡大（例、環境管理地、国立公園、貨物ターミナル、他）
2. Supreme Planning Board (YPK)の役割縮小
BOT プロジェクトの事業認可に関する Supreme Planning Board (YPK)の役割や関与は縮小され、本政令では主管庁がそれを引き継ぐ
3. 入札様式及び IC 契約書での記載を義務化
 - (a) 法律上必要な許可とその申請者の責任について
 - (b) Contribution fee の支払有無について
 - (c) Demand guarantee の供与有無について
 - (d) Treasury guarantee の供与有無について
4. Contribution Fee
5. 需要保証
新政令では、実施機関により事業者へ需要保証を付与することを明記、また需要が保証を上回った場合の分配方法についても関連契約にて定めておくことを義務化
6. Bid Bond・Performance Bond
 - a) Bid Bond は、実施機関が指定する額（旧政令、投資見積 1%）Bid Bond を手配
 - b) Performance Bond は事業者投資額 1%相当額（旧政令、1%以下）

7. 土地利用

- 旧政令) 事業者によって購入された用地は実施機関が支払
- 新政令) 主管省並びに実施機関の決定により用地の利用料は課せられない

8. 財務庁保証

- 新政令) 法律 4749 号に基づき閣僚会議が財務庁保証を行う権限を有する。旧政令では、主管省が権限者
- 旧政令) トルコ地場銀行に対しては財務庁保証がされないと規定されていたが、新政令では削除されている。

5) 閣議政令 (第 2014/6217 号)

次項、法律4749号 DA条項と同一の内容を規定

6) 公共ファイナンス・債務管理の整備法 (法律 4749 号)

- 一般条件として、PPP プロジェクト契約は、契約終了前の契約解除、及び、実施機関への事業資産移転に関する条項、を備えていなければならない。
- 2012 年 6 月、法律 4749 号が改訂され、財務庁による債務引受制度 (Debt Assumption) が、BOT (インフラ) や BLT (教育)、PPP (医療) に適用されることを規定した。
- Debt Assumption (DA) の引受率は、契約解除の責任が事業者側にある場合はローン残元金 (principal loan amount) の 85%、帰さない場合及び Force Majeure の際は (ローン残元金と全てのフィナンシャル・コスト) の 100%としている。
- 事業者の契約不履行による契約解除に於いて、財務庁が、未払元金や未払利息、フィナンシャル・コストの債務を引受けるために、事業者の株主は、融資機関に対して返済期限を迎えた分割金の最大の最低 110%を連帯保証する義務を負う。更に、財務庁が DA を実施するには、以下の条件が満たされなければならない。
 - 実施機関が事業を継続し、そのことが IC 契約書に規定されていること
 - 実施機関の申請により財務庁が賛成の方針を取得していること
 - 実施機関に、財務庁に対する支払期日を過ぎた残債がないこと
 - 法令によって債務引受額には上限があることを認識していること
 - 財務庁はシニアローン元本の 10%迄、派生金融商品の債務を引受ることが出来る。この保護により、事業者は為替リスクを軽減するために、金融派生商品に対して積極的になることが出来る。
- また、以下の借入債務は DA の対象外とされる。
 - 資本のための借入
 - 事業者の責任に基づくコスト増による借入
 - 事業者の株主による増資のための借入
- DA の実施に関する年次予算の限度は、中央政府予算法 (Central Administration Budget Act of 2013) によって、\$3 Billion 以内。閣僚会議は、この限度を 2 倍まで増加を行う権限を持つ。

表 4.3.4 トルコ国 BOT 事業に関する重要事項

重要項目	条文内容	法・政令
根拠法	● 市民法 (Private Law) に従う (←行政法 Administrative Law)	法律 3996 号
事業期間	● 最長 49 ヶ年	政令 94/5907 号
事業者資本金	● 事業総所要資の 20%以上	政令 94/5907 号
事業者株主の変更	● 技術を有する事業者株主の変更は契約解除の対象	政令 94/5907 号
事業者株主の連帯責任	事業者の契約不履行による契約解除に於いて、財務庁が、未払元金や未払利息、金融諸費用の債務を引受け弁済するまでの間、事業者の株主は、融資機関に対して返済期限を迎えた分割金の最大の最低 110%を連帯保証する義務を負う。	法律 4749 号
支払保証	● 閣議決定を要す (法律 3996 号) ● 財務庁担当大臣の権限 (政令 94/5907 号) ● 法律 4749 号に基づき閣僚会議が財務庁保証を行う権限 (政令 2011/1807 号)	左記の通り
履行保証	● Performance Bond は投資額の 1.0% (政令 94/5907 号) ● Bid Bond は KGM が指定する金額 (政令 2011/1807 号)	左記の通り
権利譲渡	● High Planning Council (HPC) の決裁を要す (政令 94/5907 号)	左記の通り
Debt Assumption	● 財務庁が債務引受を行う。 ● 引受対象：BOT 事業の場合、10 億リラ以上の資本金 ● 残債の 100%：政府事由または Force Majeure ● 残債の 85%：事業者の契約違反 ● DA 総枠年次予算 30 億米ドルに基づき執行	政令 2014/6217 号 法律 4749 号
交通量保証	● 実施機関が必要保証 (Demand Guarantee) を事業者に供与 ● 保証額を超えた分は官民で分配 (IC 契約書に明記要)	政令 2011/1807 号
用地購入利用	● 法律 2942 に従い実施機関が用地を購入し所有。 ● 事業者は一部を負担 (昨年度実績 4 億米ドル/年)	政令 94/5907 号
Force Majeure	IC 契約書に諸条件を明確に規定すること	政令 94/5907 号

4.3.3 外貨交換・外貨送金関連

(1) 外貨交換 (変動相場制)

2001年以前は、様々な形で為替相場を管理していたが、2001年の国内金融危機以降、トルコは変動相場制を採用。

2011年12月に中央銀行によって公表された「2012年度金融と為替政策に関するレポート」では、中央銀行はインフレターゲットと共に変動相場制を継続して採用し、これらの政策により外国為替市場の円滑な機能を確保し、為替の流動性を保っていく旨を表明した。

(2) 外貨為替・外貨送金 (外貨送金関連)

外貨為替は、主に、通貨価値保護法 (法律1567号)、通貨価値保護令 (政令 32号)、外国直接投資法 (法律 4875号)、中央銀行通達 (Circular No. I-M) および中央銀行資本移動通達により規制されている。

かつては通貨価値保護令に基づき中央銀行により決済可能通貨が指定されていたが、2009年の同法令改正により (2009年3月10日付官報No.27165)、金融機関は自由に決済通貨を選択できるようになっている。

中央銀行への報告義務

以下の場合には、中央銀行への報告が義務付けられている（中央銀行資本移動通達）。

- トルコ投資家が外国に資本を移転した場合：トルコ国内の銀行は、中央銀行に対し、当該取引を 30 日以内に報告しなければならない。
- トルコ居住者が外国の金融機関から融資を受けた場合：トルコ国内の銀行は、中央銀行に対し、当該取引を報告しなければならない。ただし、当該融資がトルコ居住者の海外での業務のためのものである場合は除く。
- トルコ居住者が、トルコ政府の保証するプロジェクトのために、外国の金融機関から 365 日以上の間期の融資を受けた場合：当該トルコ居住者およびトルコ側の銀行は、首相府財務庁に対し、当該取引を 10 日以内に報告しなければならない。
- 50,000 ドル以上に相当するトルコリラまたは外国通貨の送金については、輸出入取引および貿易外取引を除き、トルコ国内の銀行は、首相府財務庁に対し、当該送金を 30 日以内に報告しなければならない（通貨価値保護令）。

4.3.4 用地購入・土地利用関連（閣議政令 94/5907 号）

- BOT 基本法に基づく本事業に必要な用地購入は、法律第 2942 号に従い実施機関が実施。従い用地購入した土地の所有権も実施機関に帰属する。
- IC 契約書に於いては、用地買収コストの官民分担と支払を定めることが義務化されている。
- 事業者が用地を購入した場合、財務庁又は実施機関は、事業者の土地利用を認める「独占的建設工事権」（Right of Construction）が無償で供与されることを IC 契約書で規定しなければならない。
- IC 契約書に従い、実施機関が用地を購入した場合、事業者は「独占的建設工事権」の交付と引き換えに、借地料を実施機関に支払う。
- IC 契約書に於いて財務庁がサブローンの債務保証を供与している場合、独占的建設工事権に対して第一順位の抵当権設定が成されなければならない。
- 前出の借地料は実施機関が定め、国家統計局の物価指数に基づき毎年改定される。

（法律第2942号の概要）

公益性判断や承認権限の所在、実施手順（第一章）、購入価格の裁判所仲裁、実行権限、関連会議所の専門家起用、遊休地の返還（第二章）、明渡し（第四章）、国防等による無償使用、政府間の譲渡（第六章）、禁止行為（七章）等を網羅的に規定。

（後に追加された法律第5999号は、1956年から1983年迄の強制的な土地没収が違憲判決となったことに伴い、政府の賠償責任を規定）

本事業は、事業者による用地購入を想定しておらず、一切の用地は政府が購入し、事業者はその用地を排他的に利用する権利とその対価（借地料）をBOT契約に於いて定めることが義務化されている。

4.3.5 法人税・関税関連等

(1) 法人税

トルコに主たる事業所が所在する会社は、全世界所得が課税対象となる。海外に本店を有する支店等は、トルコ国内源泉所得のみが課税対象となる。

法人税は20%。海外投資を促進する為の税優遇が存在するも、法人税の減免はない。その為、本邦よりBOT事業推進主体に投資を行ったとしても、外国子会社合算税制*の対象外となる。

* 内国法人の所得の一部を租税回避の目的で外国子会社等へ移す行為を防止するため、一定の要件を満たす外国子会社等(「特定外国子会社等」)が稼得した所得の内、当該特定外国子会社等に留保された金額(課税対象留保金額)については、内国法人の所得と合算して日本において課税対象とされる。「合算申告」とも呼ばれている。

決算月は原則12月であるが、財務省への届け出をすれば12月以外も選択可能。納税に関しては決算後4か月目の25日までに行わなければならないが、また四半期毎の予定納税も必要。繰越損失に関しては、5年間の繰越が可能である一方、繰戻はできない。

(2) 源泉税

取引内容に応じて10~30%の源泉税が課される。主なものは以下：

表 4.3.5 主要な源泉税一覧

項目	税率	備考
配当金	15%	トルコ国内への配当に関しては源泉税なし。 日本-トルコ間の租税条約においては、特段の減免規定なし。
Royalty	20%	日本-トルコ間の租税条約において、10%に減免。
金利	10%	日本-トルコ間の租税条約においては、特段の減免規定なし。
専門家報酬	20%	日本の会社により行われた業務に対するものは、現地税法上 Permanent Establishment が求められる可能性あり。この場合には監督業務以外は15%となる。
複数年の建設契約	3%	EPCI 契約のうち、個々の業務内容等を区分することで、複数年の建設契約に該当しない業務として部分的に源泉税対象外となる可能性はあり。

(3) 関税関連等

トルコでは航空貨物を輸入する際、課税標準価格の航空運賃はIATA正規航空運賃料金が適用される。これは、各税関吏の判断によるものではなく、どこの税関でもこの方法が取られている。

インボイス価格がCIF(輸送費・保険料込み条件)で商品とフレートが区別されて記載されており、そのフレートが正規料金でない場合、すべて正規料金が加算、適用をされている。また、申告価格がDAP(仕向地持込み渡し関税抜き条件)、DDP(仕向地持込み渡し関税込み条件)といったトルコサイドの国内輸送費が加算されている場合でも、トルコの申告価格がCIFとルール上明記されているにもかかわらず、そのトルコ国内での輸送費は差し引かれることなく、そのままDAP、DDP価格が申告価格として適用されるというのが実態である

関税体系は、一般、最恵国税率、EU税率、EFTA税率の複税制（対日輸入適用税率は最恵国税率扱い）

(4) 移転価格税制

トルコではOECDガイドラインをベースとした移転価格税制が導入されている。関連当事者に対して独立企業間価格よりも著しく有利な条件での取引であれば移転価格税制に抵触するとみなされる。その場合、みなし配当課税が課される。

この規制において、納税申告の際には全てのトルコ会社はその事業年度の移転価格税制に対応した書面を準備しなければならないとされている。

(5) 過小資本税制：Thin Capitalization

トルコでは、株主乃至株主との関連当事者よりのLoanであれば、純資産の3倍超（株主が銀行等である場合は6倍超）の借入を超えた分に関して発生した利息については配当とみなして15%のみなし配当課税を行う。

直接のLoanではなくとも、株主乃至株主との関連当事者よりの現金担保による保証での借入についてはThin capの計算に含めるとされる。株主側で融資を行う場合には留意が必要である。

(6) 減価償却

有形固定資産に関しては、原則として個々の財物に財務省通達で決められた法定耐用年数に応じて税務上償却を実施する。

租税手続法によれば、建設期間中のコスト等に関しては、BOTの残存期間に応じて償却を実施することになる。但し、2013年に発行された【Turkish Revenue Administration】によれば建設コストは資産計上できないと規定されている。この規定は、民間同士の契約を対象としたものであり、BOT法上はあくまで資産計上できると考えられるものの、契約に合意できた場合には本取扱いにつき税当局へ確認することが好ましい。

(7) Value Added Tax

トルコ国内で提供される物品乃至サービスに対しては原則18%のVAT（付加価値税）が課され、輸入されたものも同様である。一部のものには低減税率が適用される。

表 4.3.6 主な源泉税率一覧

主な付加価値税対象取引	税率
標準税率	18%
食料品、繊維製品、製薬原料、宿泊料等	8%
農薬製品、新聞、雑誌、中古車等	1%
輸出取引等	免税

但し、【Provisional Article】29条によれば、2023年12月31日までに入札公示がなされたBOT事業に関しては、VAT免税措置が受けられる。

(8) Stamp Tax

印紙税法で定められた文書に関しては印紙税の課税対象となる。原則は契約当事者双方が負担するものであるが、双方合意すれば一当事者のみの負担とすることもできる。

表 4.3.7 主な印紙税率一覧

主な印紙税対象取引	税率
契約書	0.948%
賃貸借契約書	0.189%
給与	0.759%
原産地証明	15.98 トルコリラ

※上限は1,702,138トルコリラ（2015年）。

BOT事業に関しては、VAT同様免税措置が受けられる（【Law of Fees no.492】）。具体的にはBOT事業に関わる以下の書面に関する印紙税が免除される。

- SPC と政府/公的機関との契約
- 投資期間中に事業への投資承認並びに物品/サービスの購入に関する書面

(9) 従業員に関する課税/社会保障税

従業員への給与には源泉税が課され、雇用主は当該源泉税を差し引いて従業員へ給与を支払い、毎月納税を行わなければならない。源泉税率は以下の通り。本税率に加え、総従業員給与の0.759%の印紙税も課される。

表 4.3.8 所得に対する税率一覧

所得（トルコリラ）	税率
0-12,000	15%
12,001-29,000	20%
29,001-106,000	27%
106,001 以上	35%

また、雇用者及び従業員ともに社会保障システムに基づき社会保障税を負担しなければならず、雇用者及び従業員はそれぞれ総給与に対して22.5%・15%の社会保障税を課税される。上限/下限金額についてはインフレ調整を行ったうえで6か月毎に見直される。2015年度は以下の通り。

表 4.3.9 社会保険税の上限/下限（2015年度）

2015年1月1日-2015年6月30日		2015年7月1日-2015年12月31日	
下限（トルコリラ）	1,021.50	下限（トルコリラ）	1,273.50
上限（トルコリラ）	7,809.90	上限（トルコリラ）	8,277.90

(10) 資金調達に関わる課税

1) 支払利息に関する源泉税

法人税法30条によれば、トルコ法人は非居住者に対して利息支払いを行う場合以下税率に基づく源泉税が課される。尚、日本-トルコ間の租税条約においては特段の定めなく以下表通りの税率が課される。

表 4.3.10 主な支払利息に関する源泉税率一覧

対象取引	税率
外国政府、公的機関、外国銀行への利息	0%
輸入品に対する利息	5%
証券化取引への利息	1%
その他	10%

2) VAT

トルコ法人が外国銀行以外から行った借入において発生する支払利息には18%のVATが課される。

3) Resource Utilization Support Fund

銀行から借入れを行う際、あるいは商品等を輸入する際などに所定のレートにより計算された金額が控除、回収されるトルコ特有の制度である。借入取引についてはその元本および利息（トルコリラ建て借入取引については利息のみ）、輸入取引についてはインボイス価格を基準にRUSFは計算される。

表 4.3.11 為替控除対象取引表

対象取引	適用レート
消費者ローン（個人が行う商業目的以外の借入）	15%
その他の借入	0%
トルコ国内の銀行および金融機関等が行う国外からの借入	0%
銀行および金融機関等以外のトルコ居住者が行う国外からのトルコリラ建て借入	3%
銀行および金融機関等以外のトルコ居住者が行う国外からの外貨建て借入 および金融資産 (信託取引を除く)	
・平均償還期間が1年未満の借入	3%
・平均償還期間が1年以上2年未満の借入	1%
・平均償還期間が2年以上3年未満の借入	0.5%
・平均償還期間が3年以上の借入	0%

輸入取引において、現金前払い、信用状（引受信用状、後日払信用状等を除く）、現金引換え書類渡し決済等を用い税関申告書日以前に決済した場合、RUSFは課されないとされている。この場合、取引に応じて、外国為替売渡書、トルコリラ送金書、銀行から発行される支払証明書等により、その前払いを証明する必要がある。

4) 借入契約書に対する印紙税

トルコ法人が銀行以外から借入を行った場合には、借入金額に対して0.948%の印紙税が発生する（上限は1,702,138.00トルコリラ：2015年度）。銀行からの借り入れの場合には免税となる。

5) 銀行/保険取引税

本課税はトルコ法人がトルコの銀行より資金調達をした場合に発生する。支払利息に対して5%が課税され、本費用は支払うトルコ法人の費用として計上できる。

6) 資本調達に対する課税

登録資本金額及びその後の増資金額に対して、0.04%相当の特別税をトルコ公正取引委員会に対して支払わなければならない。

2015年7月より資本金に関する観念的な利息費用の控除が法人税法にて導入された。本規定に基づけば、設立時の資本金並びに以後の増資金額の50%に対して一定の利率をかけた金額をその資本登録年度の課税所得より控除できる。この時に使用する一定の利率はその年度のトルコ中央銀行により発表されるトルコ銀行金利の加重平均である。

(11) Permanent Establishment

トルコにおいて非居住者によりPermanent Establishmentを通じて生み出された事業収益に関しては、トルコにおいて課税される。

日本-トルコ間の租税条約においては「6か月以上継続する建設、据付、組立等」及び「6か月以上継続して日本企業がトルコ法人に対して監督業務やその他コンサル業務を提供する場合には」Permanent Establishmentとみなされる。その為、本件定義に該当する事業を行う場合にはトルコにおいてPermanent Establishmentの登録を行う必要がある。

O&M契約については上記を鑑み、トルコに設立したPermanent Establishmentを通じて履行する必要がある。

(12) EPCI 契約への課税

4.3.5 (2)にて既述の通り、複数年の建設契約については3%の源泉税を控除されて支払いを受けることになる。EPCI契約の内容次第では、オフショア契約である場合には源泉税がかからない場合もあり得る。

別途Permanent Establishmentにも留意する必要がある。

(13) 会社清算時の課税

1) 法人税

会社清算年度の期初簿価と清算時の簿価との差額を会社清算時の利益として法人税20%が課税される。課税後の清算配当金にも通常の配当金同様15%の源泉税が課される。

仮に清算時に損失が出た場合には、既に予定納税済みの税額の返納を受けることができる。

2) 印紙税

会社清算時においては特段の印紙税は発生しないが、精算時に関連当事者と契約書を締結した場合には印紙税を課される可能性がある。

3) VAT

VATを繰り越していた場合、会社清算時には利用できない。

(14) 投資優遇税制

トルコの投資促進税制は以下5つの異なるスキームが存在するが、BOT事業においては1)のみが適用される。同Incentiveの適用対象期間はIncentive Certificateに定められた期間であり、オペレーション期間中には同Incentiveがない可能性もある。

- i. General Investment Incentive Scheme
- ii. Regional Investment Incentive Scheme
- iii. Large Scale Incentive Scheme
- iv. Strategic Investment Incentive Scheme
- v. R&D and Environment Investments

政令3996条に基づくBOT事業においては、法人税の減免を受けることができないが、BOT事業に限らず全ての会社に輸入税の減免とVATの免除がある。

表 4.3.12 BOT 事業における優遇税一覧

項目	原則	BOT 事業における特則	法・政令
VAT	18%	免除	Provisional 29 条
印紙税	0.948%	免除	Law of Fees No 492

5. 本事業にかかるリスク分析とリスク緩和策の検討

5.1 一般的な大型道路インフラ案件の事業リスク

プロジェクトのリスク分析は、民間の投資家およびレンダー等のプロジェクト関係者にとって、投融資判断を行う際の極めて重要な項目となる。一般的な大型道路インフラ案件の事業リスクとして、以下の事業リスクが考えられる。本件においてのリスクはKGMによる先行の道路PPP案件二件の契約条件をもとに分析した。(後述1) から5)まで)

(1) 設計・建設・運営維持管理に係るリスク

1) 用地取得リスク

用地に関するリスクは、用地取得に関する費用が予測していたものを超過する、または、用地取得に関する手続きが難航し、計画通りに用地取得ができないリスクである。道路や鉄道事業等の交通事業において、取得の遅延が建設工事のタイミングに影響を与えることもあり、しばしば問題となる。

(なお、トルコ国においては、用地買収はトルコ政府の責任のもとで実施され、用地取得コストは一定額が民間負担となるもののその額には上限が設けられる見込み)。

2) 環境・社会リスク

環境・社会リスクは、事業を実施する国の自然・社会環境に悪影響を及ぼす、または、国の環境保護要件の対象区間に必要な手続きにおける工程の遅延や費用が増加するリスクである。なお、通常、本事業の様なインフラ案件は、当該国およびレンダーやその他関係者が要求する国際的ガイドラインを順守する事が要求され、それが順守されない場合、必要十分な資金が調達出来ないリスクがある。その場合には別途スポンサーとして国際基準を満たす環境調査を独自で実施するなどの対応を取るなどが考えられる。JICA海外投融資を利用するに当たってはJICAガイドラインに準拠する必要がある。

3) 技術リスク

プロジェクトの設計・エンジニアリング領域に係るリスクである。設計ミスや不適切な技術の採用に起因し、事業施設が当初予定した性能を発揮できないことが生じることがある。複雑な構造物が含まれる場合、設計、調達、建設業務(以下、EPCという)コントラクターが提供する性能が未達になるリスクは高くなる。

4) 完工リスク

定められた工期と予算の範囲内で、建設出来ないリスクである。主要な完工リスクには、以下の様なものがある。

表 5.1.1 主要な完工リスク

リスクの種類	内容
事業用地の確保が遅延するリスク	事業用地の確保が遅れ、工事全体のスケジュールに遅れが生じるリスク。
各種許認可	建設許可等、事業実施に必要な許認可等の取得が遅延、もしくは取得不能となり、事業開始の遅延、事業実施不能となるリスク。
EPCコントラクターに関するリスク	工程管理の不備等による施設の完工遅延、事業会社の能力不足による工事未完、不可抗力等により事業の開始が遅れるリスク。
コストオーバーラン	建設時の工数の変更、資材調達価格の変更、設計変更、工期の変更等により当初見積の建設費を超過するリスク。
完工遅延	予定通りの納期に完工できないリスク。
完工不良	建設したものの、予定したスペックに満たないリスク。
第三者リスク	建設・組立工事に伴う偶発的な事故に起因して、第三者の生命・身体を害し、または第三者の財物を損壊した場合に発生する損害賠償請求リスク。

事業用地の確保や許認可の取得に起因する遅延により発生するコストオーバーラン等のリスク負担については、事前にトルコ国政府と取決めを行い、事業権契約等に反映させることが必要。

5) O&M リスク

海外道路プロジェクトの運営・管理について、オペレーター会社が必要な能力・経験を有しない場合、収入の減少や運営費の増加といった事態が生じる。

(2) ファイナンスに係るリスク

1) スポンサーリスク

スポンサーリスクは、スポンサーに起因する事由で事業遂行に問題が生じるリスクである。自動車道事業は長期的な運営に及ぶことから、スポンサーの財務基盤は健全なもので無ければならない。また、実施主体はSPCであるが、運営にも深く関わることから、各スポンサーは知識・経験を十分に有することが求められる。

2) 資金調達リスク

資金調達リスクは、予定した金額・条件で必要な時に資金の調達ができないリスクである。特に、相手国政府および相手国カウンターパートの資金調達能力は、プロジェクトやSPCの組成に大きく影響するため、デューデリジェンス等による調査が必要となる。

(3) 道路を利用するマーケットからの収入リスク

1) 交通需要リスク

交通量はプロジェクト収入に直結し、通行料金収入が主な投資原資回収となる。海外道路プロジェクトのリスクにとって、交通量がどの程度見込めるのか、またその確からしさが、プロジェクトの成否の鍵を握り、スポンサーの期待投資リターンを計算する上で最も重要な収支前提条件の一つとなる。

本事業における収益性確保に対する政府サポート（最低交通量保証）の有無/程度は現時点では未定であるが、本要素もスポンサー単位での収支前提条件における必要な要素である。

2) 料金リスク

当初想定した料金設定よりも下回った通行料金で事業が開始されること、コミットされた時期で料金改定が実施されないことにより、プロジェクト収支に影響を与えるリスクである。利用者による抵抗、政府承認が得られないことに起因する。

（本事業においては入札書類の中で予め料金単価が設定されている。また、米ドル・トルコリラ間の為替レート及びCPIの変動により料金単価が調整するメカニズムも入札書類に明記される見込み）

3) ネットワークリスク

競合交通機関の建設リスクは、プロジェクトの収入に直結する。自動車道はネットワークを形成することで、交通量をフィードすることも競合することもある。交通需要予測において、ネットワーク整備シナリオの変化による影響を検証する必要がある。また、ネットワークを形成しない他の代替交通機関が整備された場合は、当初の想定よりも交通量が減少する可能性がある。

(4) プロジェクト外部要因によるリスク

1) 為替変動リスク

為替変動リスクは、為替相場の変動の影響により予期せぬ損益が発生し、事業に影響をもたらすリスクである。本事業は、プロジェクトの収入が現地通貨建てではあるがドルとの為替レート変動によって料金単価が調整される為、為替変動リスクは限定されるが、調整に適用される基準為替レートは年度末のもの見込みで、その場合、最長1年の為替リスクが存在する。また、日系企業がSPCに出資する場合の配当金支払に対して為替リスクが発生する。

2) 金利変動リスク

金利変動リスクは、将来の金利変動によるリスクである。

3) 通貨交換・送金リスク

通貨交換・送金リスクは、現地通貨の交換禁止や制限等の措置によって外貨に交換が出来ない、または、交換した外貨を国外に送金出来ない事により損失が生じるリスクである。また、外貨両替や送金が規制されると、リターンが極端に悪化する事になる。（現在トルコにおいては外貨への交換、海外への送金には一切の制限は課せられていない）

4) 法律・政策リスク

法律・政策リスクは、事業に関する法律や許認可の変更や取り消しが行われ、事業が継続出来なくなるリスクである。

5) ポリティカルリスク

ポリティカルリスクは、政府・政府機関の行為や制度上の問題により、事業遂行に支障が出るリスクである。

6) 事故・災害リスク

事故・災害リスクは、事故や地震・火災等の自然災害の影響を受けて事業遂行ができなくなるリスクである。

(5) 既往案件からのリスク分析

大型道路インフラ案件における事業リスクのうち、2.8にて既述した既往2件のBOT（PPP）案件において懸念されているリスクは以下である。今後これらの課題解決が民間企業としての事業リスクの低減になり、外資参入が促進されるものとする。

表 5.1.2 既往案件における主なリスク一覧

リスク項目	リスク内容	詳細
(2) 2) 資金調達リスク	融資契約発効の猶予期間の不足、及びボンド没収リスク	KGM と事業者間の事業権契約締結後 180 日間は融資契約発効のための猶予期間として認められているが、180 日を超えると事業期間の延長は認められず、融資契約発効が遅れた期間だけ事業期間の短縮となる。また、事業権契約締結後 1 年以内に融資契約が発効しない場合、KGM は事業権契約を一方的に解消する権利を持つこととなる。事業者は事業権契約締結と同時にパフォーマンスボンドを差し入れなければならない、ボンド没収のリスクを負いつつ融資契約発効の為の作業を行わなければならない。
(1) 4) 完工リスク	事業費用増加	法令の変更や裁判所の決定等、事業者事由ではない事業費用の増加があっても、金銭による補償はない。事業期間の延長は可能。
(4) 4) 法律・政策リスク 6) 事故・災害リスク	不可抗力事象	不可抗力事象発生の際の事業者への金銭による補償はない。事業期間の延長は可能。
(4) 5) ポリティカルリスク	契約解除及び補償	履行契約にて、政府機関事由の契約解除及びその補償については一切記載なし。
(4) 1) 為替変動リスク	為替変動リスク	交通料金は US ドル建てリラ回収。US ドルとリラの為替レート変動及び CPI 変動による料金の見直しはあるが、年に一回のみであり、事業者は最長 1 年の為替変動、インフレリスクを負う事となる。
(3) 1) 交通需要リスク	最低交通量保証	最低交通量が保証されており、年間の実績交通量が保証交通量を下回った場合、その差額が事業者に対し補填される。しかしながら入札の評価が concession 期間の長さのみであり、競合状況によっては債務返済原資、出資者へのリターン原資が確保されない可能性がありうる。
(1) 2) 環境・社会リスク	環境社会配慮アセスメント(ESIA)	同国の ESIA の基準は国際基準と乖離があり、本事業においても、海外レンダーの参画を促すうえでのハードルとなることが懸念される。

5.2 本事業の実施にかかるリスク分析及びリスク緩和策の検討 (非公表)

5.3 セキュリティーパッケージの検討 (非公表)

6. 本事業の効果の確認

6.1 定量的効果の測定（運用・効果指標、受益者数、Economic/Financial IRR）

6.1.1 運用・効果指標

自動車道の整備によってもたらされる社会経済的便益に関する運用・効果指標として、比較的容易に計測可能な指標は、交通量と所要時間である。本事業はクナル～チャナッカレ間に整備される自動車道により、制限速度が120km/hに向上し、交通容量も増加する。自動車道開通後3年後（2027年）を目標年次として、交通需要予測結果による交通量、及び所要時間を運用・効果仕様として設定した。

表 6.1.1 運用・評価指標

指標名	基準値 (2015年：実測値)	目標値 (2027年：開通後3年後)
年平均日交通量 (海峡渡河部)	7,290 PCU/日 (フェリー)	38,778 PCU/日 (海峡大橋)
所要時間 (クナル～チャナッカレ間)	4時間30分 (53km/h+フェリー)	1時間50分 (100km/h)

出典：調査団作成

6.1.2 受益者数

社会経済的な受益者は、整備される自動車道沿線の住民と考えられるため、本自動車道が通る3県（イスタンブール圏、テキルダ県、チャナッカレ県）の住民と考えられる。それぞれの2014年時点の人口は以下のとおり。

表 6.1.2 受益者数（2014年）

県名	人口
イスタンブール	14,377,018
テキルダ	906,732
チャナッカレ	511,790
合計	15,795,540

出典：調査団作成

6.1.3 経済分析

(1) 前提条件

経済分析に用いる前提条件を以下の表にまとめた。

表 6.1.3 経済分析前提条件

項目	条件
①分析期間	30年間（2017～2046年）
②交通需要予測	本調査結果による。（3.3参照）
③評価指標	EIRR（内部収益率）、ENPV（純現在価値）、B/C（費用便益比）
④社会的割引率	12%（ODA インフラ整備事業に係る経済分析での多数の前例により）
⑤維持管理費	本調査結果による。（3.8章参照）
⑥大規模修繕費	本調査結果による。（3.8章参照）
⑦為替レート	1米ドル（USD）＝2.91トルコリラ（TRY） 1米ドル（USD）＝120円（JPY） 1トルコリラ（TRY）＝41.24円（JPY）
⑧比較対象ケース	w/oプロジェクト： 起点→国道E84号→テキルダ→国道E84号→ケシャン→国道E87号→ゲリボル→フェリー（アジア側に渡る）→ラープセキ→国道E90号→終点 平均走行速度：53km/h wプロジェクト： 起点→本計画の高速道路・ダーダネルス海峡大橋通ってアジア側に渡り、終点に至るケース （調査対象位置図参照） 平均走行速度：100km/h ※各区分長・交通量に関しては、交通需要予測に同じ（3.3章参照）
⑨価格基準年	2015年
⑩費用計算	本調査結果による。（3.8章参照）
⑪便益計算	交通需要予測より、w/oプロジェクトのケースから、wプロジェクトのケースに移行した場合のVOC（車両走行コスト）とTTC（旅行時間コスト）、交通事故コストの削減額を算出する。
⑫感度分析	コスト増減±10%、±20%、便益増減±10%、±20%、でEIRRに関するマトリックスを作成

出典：調査団作成

(2) 経済分析用プロジェクト実施スケジュール

本事業の実施スケジュールは以下の表に示す通りである。詳細は「3.9 事業実施スケジュールの策定」を参照いただきたい。

表 6.1.4 プロジェクト実施スケジュール

事業フェーズ	期間	備考
詳細設計	2017～18年	2年間
施工	2017～23年	7年間
事業運営	2024～46年	23年間、事業終了後は運営をKGMが継承する。

出典：調査団作成

(3) 事業コスト

本事業の実施コストは以下のとおりである。詳細は「3.9事業実施スケジュールの策定」を参照いただきたい。

表 6.1.5 事業実施コスト（経済分析用）

項目	コスト（千円）	備考
海峡大橋	300,000,000	設計費含む
その他の自動車道	208,890,815	設計費含む（利子相当を除く）
維持管理費	95,809,914	23年分（大規模修繕費含む、インフレ考慮せず）
合計	604,700,729	

出典：調査団作成

(4) 事業便益算定

1) 車両走行コスト

車両走行コストは、イスタンブールで実施された”The Study on Integrated Urban Transportation Master Plan for Istanbul Metropolitan Area in the Republic of Turkey, Technical Report, 2007”の値を使用して、以下の様に算定した。

表 6.1.6 車両走行コスト (2007 年次価格)

速度 (km/h)	Car (TL/1000km)	Bus (TL/1000km)	Truck (TL/1000km)
50	81.2	410.9	439.4
60	85.0	466.1	548.8
70	91.3	537.7	578.3
80	99.9	620.5	668.5
100	122.8	763.1	845.0

出典：“The Study on Integrated Urban Transportation Master Plan for Istanbul Metropolitan Area in the Republic of Turkey, Technical Report, 2007”

この値を、World DataBank、World Bankが発表するGDPデフレーターを使用して、価格基準年の2015年の値に補正した。

表 6.1.7 GDP デフレーター

Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GDP デフレーター	6.2	12.0	5.3	5.7	8.6	6.9	6.2	8.3	7.4

出典：World DataBank, World Bank

この値を、World DataBank、World Bankが発表するGDPデフレーターを使用して、価格基準年の2015年の値に補正した。

表 6.1.8 車種別単位車両走行コスト (2015 年次価格)

速度 (km/h)	Car (TL/1000km)	Bus (TL/1000km)	Truck (TL/1000km)
50	154.0	779.5	833.5
60	161.2	884.2	1041.1
70	173.2	1020.0	1097.0
80	189.5	1177.1	1268.1
100	233.0	1447.6	1603.0

出典：調査団作成

車両走行コストの削減による社会的便益の算出式は、国土交通省の発行する「費用便益分析マニュアル (平成20年11月)」の「走行経費減少便益」の算出式を基に以下の式を用いた。

旅行時間コスト削減による社会的便益： $BR=BR_o-BR_w$

総旅行時間コスト： $BR_i = \sum \sum (Q_{ij} \times L_{il} \times \beta_j) \times 365$

ここで、

BR：旅行時間コスト削減による社会的便益

BR_i ：比較対象ケースiの総旅行時間コスト

Q_{ij} ：比較対象ケースiの場合の区間lにおける車種jの交通量（台/日）

L_l ：区間lの延長（1000km）

β_j ：車種jの走行経費原単位（車種別単位車両走行コスト）（TL/台/1000km）

i：比較対象ケース、w/oプロジェクトの場合O、wプロジェクトの場合W

j：車種

l：区間

2) 旅行時間コスト

旅行時間コストはKGMで承認されている以下の方法で、各車両に乗車する乗員の旅行時間コストを算出した。

- ① 2014年のGDPの数値を利用し、下表のように10の所得別グループのGDP/CAPITAを算出した。

表 6.1.9 所得別グループ別時間価値 (Value of Time) (2014 年次価格)

			GDP		VALUE OF TIME
INCOME GROUP	POPULATION (%)	POPULATION 2014	(2014 Prices) (TL)	GDP/capita (TL)	(2014 Prices) TL/hour/capita
1	2,70	2.097.789	174.978.226.733	83.410,77	39,20
2	4,10	3.185.532	174.978.226.733	54.929,04	25,81
3	5,10	3.962.491	174.978.226.733	44.158,64	20,75
4	6,00	4.661.754	174.978.226.733	37.534,85	17,64
5	7,20	5.594.105	174.978.226.733	31.279,04	14,70
6	8,40	6.526.456	174.978.226.733	26.810,60	12,60
7	9,90	7.691.894	174.978.226.733	22.748,39	10,69
8	11,90	9.245.813	174.978.226.733	18.925,13	8,89
9	15,20	11.809.777	174.978.226.733	14.816,39	6,96
10	29,50	22.920.292	174.978.226.733	7.634,21	3,59
TOTAL	100,0	77.695.904	1.749.782.267.330	22.520,91	10,58

出典：Turkish Statistical Instituteのデータを基に調査団作成

- ② 年間就労時間を2,128時間 [8時間/日 × (365日 - 52日曜日 - 30年休 - 17祝日)] とし、各所得グループの時間価値 (Value of Time) を求めた。
- ③ 第1所得グループは空路による移動が主であると仮定し、算定から除外した。
- ④ 乗用車の保有層は第2～第4とし、その平均をもとめ、時間価値を20.89 (TL/時間/人) とした。
- ⑤ バス・トラックの乗員・利用者は第1及び第2の所得グループ層の利用はほとんどないとみなして、第3～第10所得グループの平均を求め、時間価値を9.08 (TL/時間/人) とした。

⑥ これに前述のGDPデフレーターを乗じて2015年次に補正した以下の数字を利用した。

表 6.1.10 車種別単位旅行時間コスト (2015 年次価格)

車種	Car (TL/hour/person)	Bus (TL/hour/person)	Truck (TL/hour/person)
時間価値	22.44	9.75	9.75

出典：調査団作成

上の旅行時間コストに、以下の平均乗車人数を乗じた値を、車両の当たりの旅行時間コストとし、旅行時間コストの算出に利用した。

表 6.1.11 平均乗車人数

車種	Car (人)	Bus (人)	Truck (人)
平均乗車人数	1.52	27.07	1.87

出典：“The Study on Integrated Urban Transportation Master Plan for Istanbul Metropolitan Area in the Republic of Turkey, Technical Report, 2007”

旅行時間コストの削減による社会的便益の算出式は、国土交通省の発行する「費用便益分析マニュアル（平成20年11月）」の「走行時間短縮便益」の算出式を基に以下の式を用いた。

旅行時間コスト削減による社会的便益： $BT = BT_o - BT_w$
 総旅行時間コスト： $BT_i = \sum \sum (Q_{ij} \times T_{ijl} \times \alpha_j) \times 365$
 ここで、

- BT： 旅行時間コスト削減による社会的便益
- BT_i： 比較対象ケース i の総旅行時間短縮コスト
- Q_{ijl}： 比較対象ケース i の場合の区間 l における車種 j の交通量 (台/日)
- T_{ijl}： 比較対象ケース i の場合の区間 l における車種 j の走行時間 (時間)
- α_j： 車種 j の時間価値原単位 (車種別単位旅行時間コスト) (TL/時間/台) × 車種 j の平均乗車人数
- i： 比較対象ケース、w/o プロジェクトの場合 O、w プロジェクトの場合 W
- j： 車種
- l： 区間

3) 交通事故コスト

交通事故コストの削減による社会的便益の算出式は、国土交通省の発行する「費用便益分析マニュアル（平成20年11月）」の「交通事故減少便益」の算出式を基に以下の式を用いた。w/oプロジェクトを「一般道路 非市街地 4車線以上 中央帯有」として算出し、wプロジェクトを「高速道路」として算出した。

交通事故コスト削減による社会的便益： $BA=BA_0-BA_w$ 比較対象ケース i の総交通事故コスト： $BA_i=\Sigma (AA_{il})$		
ケース	算定式	備考
w/o プロジェクト	$AA_{il}=950\times X_{1il}+570X_{2il}$	一般道路 非市街地 4車線以上 中央帯有
w プロジェクト	$AA_{il}=360\times X_{1il}$	高速道路
AA_{il} = 比較対象ケース i の場合の区間 l における交通事故による社会的コスト $X_{1il}=Q_{il}\times L_l$: 比較対象ケース i の場合の区間 l における走行台キロ(千台 km/日) $X_{2il}=Q_{il}\times Z_l$: 比較対象ケース i の場合の区間 l における走行台個所(千台個所/日) Q_{il} : 比較対象ケース i の場合の区間 l における交通量(千台/日) L_l : 区間 l の延長(km) Z_l : 区間 l の主要交差点数(個所) i: 比較対象ケース、w/o プロジェクトの場合 O、w プロジェクトの場合 W l: 区間		

出典：費用便益分析マニュアル（国土交通省 平成20年11月）

w/oプロジェクトの主要交差点数を下の表に示す。

表 6.1.12 主要交差点数 (w/o プロジェクト)

区 間	主要交差点数： Z_l
クナル～テキルダ	17
テキルダ～ゲリポリ	60
ゲリポリ～チャナッカレ	25

上の算定式に交通需要予測結果による各リンクの交通量と、上の表に示した主要交差点数を用いて各ケースの社会的な交通事故のコストを算出し、プロジェクトによる交通事故コストの削減額を便益として算出した。

(5) 費用便益分析

(非公表)

(6) 感度分析

(非公表)

6.1.4 財務分析

(非公表)

6.2 定性的効果の確認

定量化できない便益は以下の通りと考えられる。

(1) 観光促進便益

本橋梁が完成すれば世界で最大の橋梁（中央径間2,023m）となり、それ自体が非常に魅力的な観光資源となる。これを起爆剤として、周辺地域の観光アトラクションや、商業施設・サービス等の改善及び増加の施策との相乗効果が期待される。

(2) 外国直接投資促進便益

本事業の実施からもたらされる道路・橋梁インフラの改善は、周辺地域とイスタンブール及びその西側の地域との距離を短縮する事により、地域全体の投資環境の改善、ひいては外国企業にとっての魅力度の向上につながり、外国からの直接投資を促進する効果が期待される。

(3) 地域間経済交流拡大便益

本事業が完成するとトルコの大産業地域であるエーゲ海地域を包含する道路環状ネットワークの完成に大きく近づく事になり、ひいては地域間経済交流拡大に重要な貢献をする事が期待出来る。

(4) イスタンブール市内の交通渋滞緩和による便益

本事業の完成後、当該自動車道路がバリケスイルまで完成することにより、欧州からトルコ西南部への直接的なアクセスが可能となり、マルマラ海を中心とする大環状道路ネットワークが形成される。それにより、現在はイスタンブールを通過している交通が当該自動車道路を通行することにより、イスタンブール市内の交通量が減少し、渋滞の緩和につながる。イスタンブールの交通渋滞による経済損失を軽減することになり、当該自動車道路が有無便益の一部として期待される。

7. 本事業にかかる結論・提言

7.1 結論

本調査は、ダーダネルス海峡大橋・クナル～チャナッカレ自動車道事業に民間資金を投入した事業としての実施可能性について、橋梁・道路部分の設計、事業対象地域の交通需要予測、財務構造分析、リスク分析、技術・環境社会配慮の検証と実施など通じて検討し、最適なBOTスキームを提案することを目的に実施した。

以下に、技術面と投資面の検討から得られた結果を示す。

7.1.1 技術的検討結果

【交通需要予測】

(非公表)

【道路設計及び道路積算】

本事業における自動車道の概略設計は、既にトルコ側で実施済みである。しかし、実施済みF/Sレポートが入手できなかったことから、本調査では、公開されている情報の範囲内で道路概略設計のレビューを実施した。トルコ国設計基準や公表されている路線図を検討した結果、既存の設計内容の妥当性が確認された。なお、プロジェクトの対象道路延長は188km（海峡大橋4km含む）、主な施設は、橋梁延長7,900m、トンネル延長2,000m、インターチェンジ15か所、休憩施設7か所となっている。

本調査（F/S段階）における本事業の道路区間（海峡大橋4kmを除く）の概算総事業費は、建設費、設計費、事業者経費や利子、物価上昇を含め、約USD1,786,666,000（約2,144億円）と積算された。

【海峡横断橋梁】

本調査を通じて、ダーダネルス海峡を跨ぐ橋梁は技術的に実現可能であることを確認した。海峡の幅、水深、航路、環境影響、および頻繁な船舶交通を考慮すると、吊橋が最も良い形式である。

地盤・海底調査(文献調査含む)により、架橋予定地点の水深は、主塔部で約40m、最深部は約90mであることが分かった。支持層として期待できそうなところが30～50m下にありそうであるが、ヨーロッパ側アンカレッジ位置では、20～30m厚さの液状化層が見られる。この同様の地質状態は、主塔基礎部にも続いていると考えられる。従って、トルコの吊橋で一般に考慮すべき耐風安定性と耐震性に加え、地盤改良および主塔基礎の設計が非常に重要なカギの1つとなる。

建設工期とコストについて結論付けるには、今後、より詳細な検討が必要であるが、過去事例、および現時点で可能な情報から、初期段階の評価として、建設費・約25億ドル、建設工期・約7年（詳細設計含む）を得た。

【運営・維持管理計画及び体制】

本調査で検討した運営・維持管理計画については、本件がBOTプロジェクトであり、国際競争入札に付されることから、その仕様書となるKGMの定めるO&Mマニュアルを基礎として検討し、O&Mマニュアルに記載のない項目については、日本の高速道路会社の基準類を参照し提案した。

運営・維持管理体制としては、全体を管理する運営センター（交通管制センターを含む）と2つの維持管理事務所を配置することとしている。

【維持管理費用】

通常維持管理費用は、KGMによる過年度の実績に基づき、道路区間において、キロ当たりUSD81,593、海峡大橋区間において、USD 6,620,667と推定した（2016年価格、想定物価上昇率考慮）。また、道路区間においては、大規模補修として、供用後16年～20年目にかけて、オーバーレイを実施すると仮定し、221,081 USD/km（通常補修含む）、海峡大橋においては、他の長大橋を参考に、3年毎にUSD18,120,667（通常補修含む）、15年毎にUSD24,620,667（通常補修含む）とそれぞれ推定した（いずれも、2016年価格、想定物価上昇率考慮）。

【環境社会配慮】

本事業においては、トルコ国側で環境影響評価（EIA）が実施されているが、承認は未だ得られていない状況である。また、社会影響評価（SIA）の実施は、トルコ国における用地取得関連法の中では規定されておらず、現時点では実施されていないことが本調査において、確認された。

【経済分析】

（非公表）

7.1.2 投資検討結果

本事業をBOTプロジェクトとして実施し採算性を確保するにあたり、プロジェクト内部収益率（Project IRR）をより高める仕組みが必要であることがわかった。また、いずれのケースにおいても橋梁区間のみをBOT事業で行うケースの方が橋梁・道路区間をBOT事業で行うケースより事業性が高い事がわかった。トルコ政府が70,000台の最低交通量収入を保証するケースであれば橋梁のみのBOT事業の場合、一定の事業採算性を確保できる一方で、トルコ政府側の保証額は金額換算で年にUSD 511 million相当となる。

7.2 提言

本調査の結果をふまえ、下記事項を提言する。

【交通需要予測】

（非公表）

【道路設計及び積算】

本調査対象区間の道路設計については、トルコ側実施済みのF/Sレポートが入手されなかつたことから、事業実施に際しては、F/Sレポートを入手すると共に、その内容を詳細にレビューする必要がある。詳細設計の実施に当たっては、測量や地質、水文調査を行い、道路線形や構造物形式の検討や積算を実施することになる。その際、土量バランスを考量した道路線形にすることで、土取り場や土捨て場への運搬、これら用地の削減が可能となり、建設費の削減が図ることができる。

【海峡横断橋梁】

海峡横断橋梁の建設工期を可能な限り正確に評価することは、本BOTプロジェクトの最重要項目の1つであり、プロジェクトの過大・過小評価を防ぐ唯一の方法である。ヨーロッパ側アンカレッジ、そして高い確率での主塔基礎部での20～30m厚さの液状化層の存在により、本調査における建設工期評価は依然、不確実性を多く含んだものである。従い、欧州側のアンカレッジ及び両主塔の基礎部分には地質改良を施すことが必要不可欠となる。また、それに伴う工事費と工期を勘案した建設計画を作成することが求められる。

【運営・維持管理計画及び体制】

料金徴収の方法について、本調査においてKGMと本プロジェクトのようなBOT事業者とでは適用される法律が違ふことからトルコで一般的に行われている無人による料金徴収の実施が難しいことが判明した。ただし、安全性の確保や経済性の問題から無人収受は有用であるため、引き続き検討していくことが必要であると考えられる。

【維持管理費用】

本調査においては、KGMの実績などから推定を行ったものの、本事業の実施に当たっては、最終的な施設設計および運営・維持体制に基づいて、積み上げによる予算の算出が必要と考えられる。

【環境社会配慮】

本事業の実施にあたり、国際ドナーからの海外投融資を受ける場合は、環境影響評価（EIA）、社会影響評価（SIA）が国際基準レベルで実施され、承認を得る必要があることから、次段階で検討すること。

【BOT事業としての提言】

本事業をBOTとして成立させるために以下の提言を行う。

- プロジェクトSPCの十分な収入の確保

本調査にて行った財務分析の結果、BOT事業としての採算性を確保するには、プロジェクトの事業性の更なる向上が必要であり、トルコにおける他のBOTプロジェクト同様にトルコ政府による最低交通量保証が必要不可欠であることが示された。一方で、今回の前提条

件として使用した需要予測はあくまで簡易的手法に基づいたものであり、詳細なデータに基づいたより高度な需要予測を実施して事業性についても再検証する必要がある。

- 官民の適切なリスクシェア

(非公表)

- 競争力のあるファイナンススキーム

事業採算性を高める手法の一つとして、競争力のあるファイナンススキームの検討が挙げられる。具体的にはJICA/JBIC/JOIN等の公的資金の最大限の活用を図り、融資部分での資金調達コストの削減、据置期間延長を含む長期的融資の確保、融資比率の最大化などにより、案件の財務効率を高める工夫を検討する必要がある。