

トルコ国
建築物耐震化促進にかかる
情報収集・確認調査
ファイナル・レポート

令和2年2月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

中欧
JR
20-001

トルコ国
国民教育省

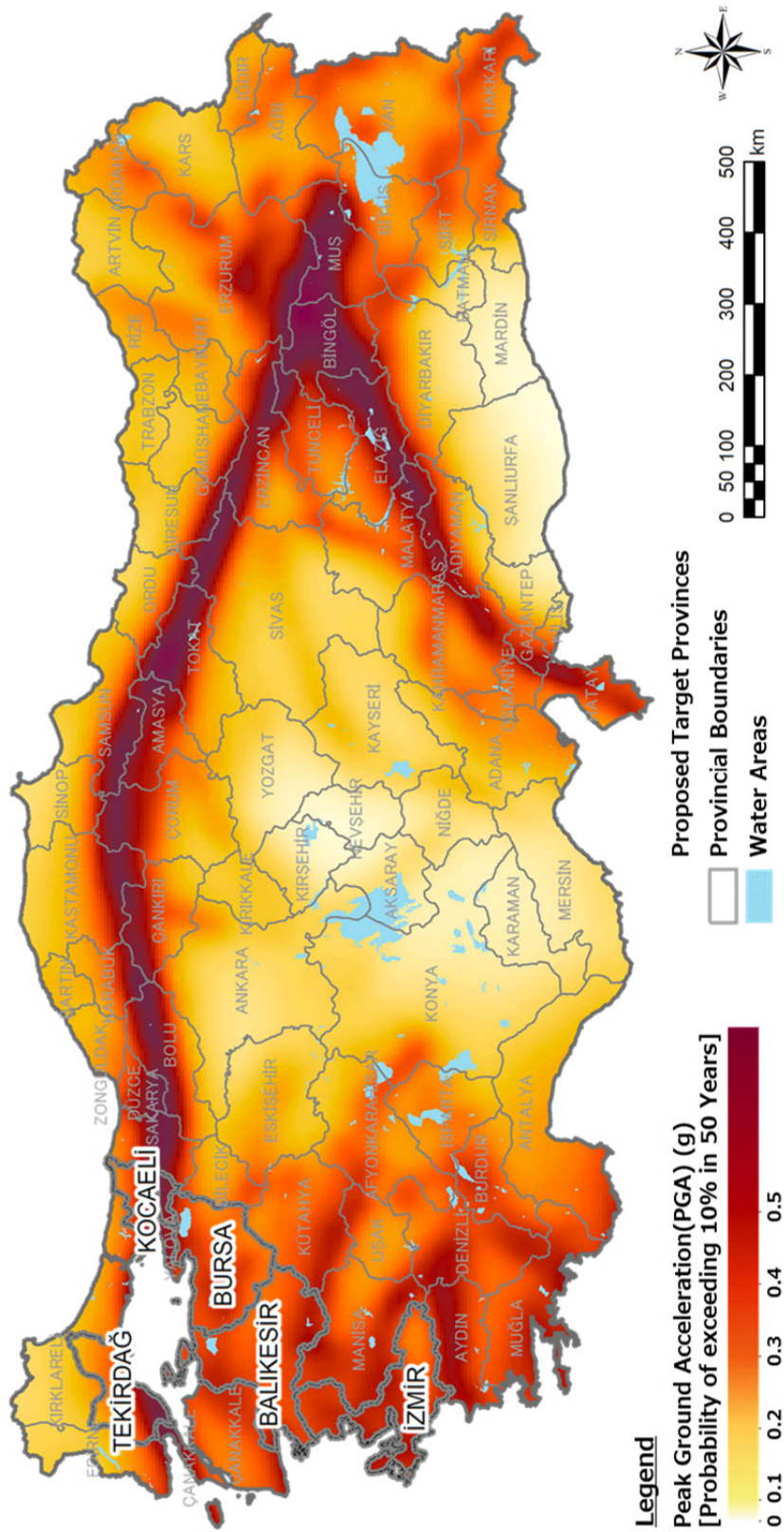
トルコ国
建築物耐震化促進にかかる
情報収集・確認調査
ファイナル・レポート

令和2年2月
(2020年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

今後の支援対象県 (案)



要約

1. 調査の概要

1.1. 調査の背景

トルコ共和国（以下、「トルコ」）の国土の大部分を占めるアナトリア半島は、北側のユーラシアプレート、南側のアフリカプレートおよびアラビアプレートの境界部に位置しており、地震活動が非常に活発な地域である。トルコ政府は公共施設や重要なインフラ等の耐震化に向けた取り組みを開始している。

トルコと日本が同じ地震国であることを踏まえ、国際協力機構（JICA）はこれまでトルコに対して技術協力や円借款を通じて防災分野に対する幅広い支援を行ってきた。また、2018年9月の日・トルコ首脳会談においても、防災分野にかかる協力を進めていくことが確認されている。

本調査の先行調査として、JICAは「防災都市計画に係る情報収集・確認調査（以下「前回調査」という。）」を2013年9月から2014年5月にかけて実施している。この調査では、トルコにおけるレジリエントな街づくりのコンセプトが提案されており、災害時医療の拠点となる病院や避難拠点となる学校といった公共施設において、耐震性を十分に確保する必要があると結論づけている。

これらの先行調査を踏まえ、本調査では、トルコにおける公共施設等の耐震化の現状及び課題の分析を行い、我が国の今後の支援の在り方について情報を整理する。

1.2. 調査の目的

本調査は、トルコ政府の防災対策にかかる方針・計画を踏まえ、特に学校を中心とした公共施設等の耐震化の現状及び課題の分析を行った上で、トルコにおける建築物耐震化の促進に向けて我が国が支援することの妥当性及び意義、具体的な支援シナリオ等、今後の協力の方向性を検討することを目的とする。

1.3. 調査関係機関

カウンターパート : 国民教育省（MoNE）

協力機関 : 環境都市計画省（MoEU）、保健省（MoH）、内務省災害危機管理庁（AFAD）、集合住宅管理局（TOKI）

1.4. 調査内容

本調査は以下の内容で実施した。

- 調査対象地域における社会経済状況、地震関連データ、地域防災関連計画、耐震化工事計画等の確認・分析

- 関連省庁との議論を通じた、耐震化ニーズを持つ公共施設等の確認
- 上記耐震化ニーズを持つ公共施設等の現地調査による、耐震化工事の適用性の確認
- 耐震化工事が必要な公共施設等のパッケージ案の作成、優先順位付けのための諸要件（耐震補強等の工事の適用可能性、建物倒壊リスク、倒壊に伴う被害（人的・経済的損失も含む）の大きさ、防災拠点としての重要性等）の検討
- 耐震化工事にかかる環境社会影響項目の確認
- 調査手法及び調査結果の取りまとめ（本報告書）

2. 公共施設の耐震化の状況

2.1. 1998年以前の旧耐震建物

トルコにおける耐震基準は、過去の地震被害の教訓も踏まえ、改正されてきた。1998年の改定は、建物の動的な挙動を考慮したいわゆる新耐震基準に相当し、設計地震荷重が大幅に増加することとなった。従ってそれ以前の基準（いわゆる旧耐震基準）に基づいて設計・建設された建物は、一般に地震脆弱性が高く、耐震化の必要性が高いものと考えられる。

教育施設の場合、約半数の建物が1998年以前に建設され、地震脆弱性が高いものと想定される。MoHでは2007年耐震設計基準に基づいて耐震診断を実施した結果、70%以上の病院建物が、基準に準拠して設計されている、もしくは基準に適合するようにすでに補強されている。

2.2. 耐震化に関する政策、戦略及び法令

(1) 11次開発計画

当該計画では公共建築物の耐震化の重要性が強調されている。

(2) 国家地震戦略及び行動計画 2012-2023

トルコ政府は、10年以内にすべての重要公共建築物を耐震化することを目標に、これまで様々な取り組みを行ってきた。特に1999年のコジャエリ地震における多大な被害と損失を受けて、「国家地震戦略及び行動計画 2012-2023」を策定し、災害準備の充実により地震発生後の対応能力を向上させること、リスク軽減策の実施を通じてレジリエンスを高めることを目指してきた。

(3) 都市変容法

最近の法律である法律 6306号、災害リスク地域の変容に係る法律（the Law of Transformation of Areas under the Disaster Risks、以下、「都市変容法」）は2012年に制定された。都市変容事業での定義および使用されるいくつかの主要な用語を整理する。この法律の目的は、「災害に脆弱な建物や都市地域の再建、解体、再生に関する手順と原則を決定すること。」である。

2.3. 病院

MoHによると、2018年12月現在、トルコの病院の建物の72%（床面積に基づく比率）は、2007年のトルコ耐震基準に準拠しており、十分な耐震性を備えていると考えられる。耐震化を必要とする残りの2,094建物のうち、63%すなわち1,327が建替えられる予定となっている。

2.4. 学校

MoNEではすでに4,500校の耐震診断を実施している。診断結果によれば、約5%（250校）が特段の工事を必要とせず、20%（900校）が建替えの対象となり、75%（3,350校）が耐震補強を必要としている。MoNEは今後10年以内に、耐震化を必要とする18,000の学校建物の耐震性能を改善することを目指している。

2.5. 県及び市庁舎

県及び市庁舎の耐震化の状況について、本調査ではMoEUから情報提供を受けることができず、詳細を確認できなかった。ただし、MoNEが所掌する都市変容法では、必ずしも公共建築物を耐震化事業の対象から除外していない。

2.6. 中低所得者向け集合住宅

従って、TOKIが建設した中低所得者向けのアパートは最終的に私有財産となる。耐震性の低い民間建物の耐震性能を改善することは、都市変容法の対象範囲である。TOKIによれば、TOKIは建物の建築のみを実施しており、耐震補強は対象としておらず、実施していない。また、TOKIではすべての建物を耐震基準とハザードマップに準拠して建設しているため、TOKIが建設した建物について補強等は必要ないとの見解であった。

2.7. 学校建設に係る国際機関の動き

(1) Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP)

The Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP) は世界銀行によるトルコ政府支援のための借款事業で、災害管理及び緊急対応に関する制度及び技術力の強化、重要な公共施設の耐震化、及び建築基準法のより良い施行への支援を通じた、イスタンブールの地震に対する備えの強化を目的としている。

2019年12月時点で、ISMEPでは1,150棟の学校を含む1,350棟の公共施設が耐震化された。内訳は800棟の耐震補強と350棟の建替えとなる。

(2) Disaster Risk Management in Schools Project

2019年8月8日に世界銀行とトルコ政府はDisaster Risk Management in Schools Projectのための300百万ドルの借款契約を締結した。事業の目的は、地震リスクの高い地域における対象校の生徒、教師及びスタッフの安全を強化することにある。個人コンサルタントの雇用手続きは2019年12月に開始することが予定されている。

(3) The EU Facility for Refugees in Turkey (FRiT)

トルコは現在 4 百万人を超える難民を受け入れており、欧州連合は EU Facility for Refugees in Turkey (FRiT) を通じて、この難題に取り組んでいるトルコを支援している。FRiT は 6,000 百万ユーロの資金があり、その主な焦点は人道支援、教育、保健、市のインフラ及び社会経済支援である。

国民教育省建設不動産局 (CRED) によると、FRiT では 575 百万ユーロが学校建設事業に充てられ、その内 150 百万ユーロが世界銀行に、425 百万ユーロがドイツ復興金融公庫 (KfW) により管理されている。また 40 百万ユーロが教育施設のエネルギー効率事業に充てられる予定である。調達手続きに関して、世界銀行は独自の調達手続きを採用しているが、KfW ではトルコの公共調達法に従って手続きを進めている。

(4) European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)

欧州復興開発銀行 (EBRD) は、トルコの公共セクターにおける新しいエネルギー効率のための融資モデルを計画している。CRED によると、EBRD はエネルギー効率を考慮した学校の耐震化事業を計画しているが、詳細な事業スコープ及び対象地域ははまだ決定していない。

2.8. トルコの耐震化工事に係る技術水準

トルコの建築物は、主に鉄筋コンクリート (RC) フレームまたは組積 (メゾンリー) 構造で構成される。公共建築物の多くは RC 構造と思われ、多くが平屋建ての住居家屋などは組積構造であるものと考えられる。一般に RC 部材に比べて鋼材が高いこともあり、トルコでは耐震補強における鉄骨ブレースなどの鋼材の使用はあまり普及していない。トルコにおける従来型の耐震補強方法の適用・実施は適切かつ効果的と考えられる。

トルコにおける、先進手法による耐震補強技術の適用は限定的である。先進技術がまだ十分なコスト競争力を持っていないことも一因と考えられる。免震構造などを採用した病院や空港建物等の公共建物がいくつか見られる程度である。ダンパー等の減衰装置を用いた耐震補強を実施した工業施設の例もある。

2.9. ブルサ県及びイズミル県学校の現地調査

訪問した合計 17 校の内訳は以下の通り。

- ブルサ 9 校、イズミル 8 校
- 小学校 4 校、中学校 3 校、高校 9 校、特殊学校 1 校
- 補強済み 5 校、建設中 2 校、耐震評価済み 9 校、歴史的建造物 1 校

調査の所見は下記の通り。

- トルコの学制は、小学校 4 年、中学校 4 年、高校 4 年の 4・4・4 制。

- 学校のキャパシティ不足から、一部の学校でダブルシフトでの学校運営を実施している。
- これまで実施された耐震補強のほとんどは、耐震壁の増設、柱や梁の巻き立て、基礎の補強等（従来型補強）である。
- 耐震化について、耐震補強よりも建替えが好まれるということはなく、校長の多くは中央政府が決定した方針に従うという姿勢であった。
- 耐震補強工事の実施期間における授業の継続については、①夏休み期間中（3 か月）に工事を完了する、②工事をブロックごとに行い授業中断が生じないようにする、③工事期間中は生徒を他校に移す、という対応が取られている。
- 国民教育省が実施する研修で認定された Master Teacher による防災教育講義が実施されていた。
- 学校では通常、年 2 回避難訓練を実施している。その際、AFAD や消防の講習や指導が行われる。
- 学校を一時避難所として使用することに対しては、ほとんどの学校が好意的であった。

3. 建築耐震設計基準

3.1. 建築耐震設計基準 2018

トルコの建築耐震設計基準（Principles for Design of Buildings under Earthquake Effect）は 1944 年に最初制定され、最新改定版は 2018 年に公表、2019 年 1 月 1 日に施行された。新しい基準では、2007 年版を大幅に改定したとともに、高層建築、免震建築、冷間成型鋼建築（CFS : cold-formed steel）及び木造建築に関する規定が追加された。

建築耐震設計基準 2018 年版は 17 章により構成され、地震荷重の計算や設計方法が規定されている。目次は以下のとおりである。

- 第 1 章 一般規定
- 第 2 章 地震動
- 第 3 章 地震荷重を受ける建築物設計の基本則
- 第 4 章 強度に基づく耐震設計法
- 第 5 章 変形に基づく耐震設計法
- 第 6 章 非構造部材の耐震設計法
- 第 7 章 現場打ち RC 建築物の耐震設計法
- 第 8 章 プレキャスト RC 建築物の耐震設計法
- 第 9 章 鋼構造建築物の耐震設計法
- 第 10 章 冷間成型鋼（Cold-Formed Steel）構造建築物の耐震設計法
- 第 11 章 レンガ造建築物の耐震設計法
- 第 12 章 木造建築物の耐震設計法
- 第 13 章 高層建築物の耐震設計法

- 第 14 章 免震建築物の耐震設計法
- 第 15 章 既存建築物の耐震診断・耐震補強設計法
- 第 16 章 基礎の耐震設計法
- 第 17 章 低層・現場打ち RC 建築物の簡便耐震設計法

3.2. 耐震診断

既存建築物の耐震診断方法は、基本的に新規建築物の耐震設計と同じである。ただし、現場調査と材料実験により得られた実際の構造物寸法、コンクリート強度を用いて計算する。耐震診断では、三次元モデルの解析により各部材（柱、梁、せん断壁）の耐力が要求された性能を満足するかどうかをチェックする。これは、日本で使われている構造耐震指標（IS）による耐震診断方法よりも詳細な評価手法と考えられる。

3.3. 耐震補強設計

日本の耐震診断や補強設計とは異なり、トルコの補強設計の方法は新築建築物の耐震基準に従っている。同基準に示されている地震動と同等の地震動に耐えなければならないため、概念的には耐震補強された建物の耐震安全性は新築建築物のそれと等しい。例外は公称強度の代わりに実強度を用いることで、すなわち、地震荷重に対する安全性は材料の安全率によって与えられるのではなく、実際の断面や配筋に基づいて与えられる。

3.4. 他国の基準との比較

地震荷重を決定する応答スペクトルの比較を通して、日本を除く地震国の耐震基準は互いに類似していることが明らかになった。基本的な考え方は、地盤条件、スペクトル形状、応答低減、建物重要度に係る各係数を当該地点の地表面最大加速度（PGA）に乗じるというものである。これに対して日本の基準では、前述したように施主や設計者に最低基準を示すという立場から重要度係数を採用していない。また、PGA とスペクトル形状を掛け合わせる代わりに、標準せん断力係数を採用することも特徴的な違いで、これは、日本全体で比較的均一な地震動強度を与えるために決定したことである。

トルコあるいはその他の国のスペクトル形状を日本の標準せん断力係数に適用するなら、日本の設計基準は暗黙には 0.4 [G] の PGA を考慮していることになる。0.4 [G] という値は、コロンビアを除く各国の最大設計 PGA に対応する。日本の補強方法は新築建築物と同程度の耐力を対象建物に付与することを目的としており、したがって、高地震荷重に耐えることを求められる他国の建物に対しても適用可能である。

4. 調達及び施工監理システム

国民教育省により実施される耐震化工事の場合、詳細設計及び工事監理のためにコンサルタントが雇用される。詳細設計及び工事監理を一社のコンサルタント会社が行うこともあれば、それぞれ別のコンサルタント会社が行うこともある。JICA による政府開発援助（ODA）事業

とは異なり、多くのコンサルタント会社がコンサルティングサービス契約パッケージ毎に雇用される。

建設工事の契約パッケージは 5～10 棟の学校で構成されており、コンサルティングサービスの契約パッケージよりもかなり棟数が少ない。詳細設計コンサルタントが、図面、技術仕様書、数量明細書、一般契約条件書及び契約書フォーマットを含む入札図書を作成する。国民教育省が、入札評価を含む全ての入札手続きを行い、必要に応じて詳細設計コンサルタントが技術的な点に関してサポートを行う。

詳細設計兼施工監理コンサルタントもしくは施工監理コンサルタントが施工監理に責任を持つ。施工監理コンサルタントは建設工事契約パッケージ毎か、もしくは定められた期間で雇用される。

5. 学校における防災の状況

5.1. 学校の避難所利用

地震やその他の自然災害によって住宅が損壊または全壊した場合、住民が安全に家に戻ったり、仮設住宅に住むことができるようになるまで、公共スペースや公共建物が一時的な避難所として使用されることが一般的である。避難所は生存のための重要な要件であるとともに、安全と健康を保護するために必要である。学校は一時的に避難所として使用されるよう、自治体、防災機関によって予め指定されていることが多い。

トルコでは、AFAD が策定した緊急対応計画（Emergency Response Plan in Turkey（TAMP））において、AFAD は MoNE の協力のもと、避難所サービスを実施することが規定されている。

しかしながら、AFAD へのヒアリング調査によると、AFAD では現在、学校を含めた建物を避難所として利用する計画、方針は持っていない、基本的にはオープンスペースを利用するようになっている。

5.2. 学校における防災教育

これまでのトルコの学校における防災教育は主にプロジェクトベースで実施された。その代表的な例として、JICA の技術協力プロジェクト「学校教育プロジェクト」が 2010-2014 年で 10 県をパイロットとして実施された。一方、2017 年から開始された上記プロジェクトのフェーズ II では、MoNE がトルコ全国の 81 県のすべてを対象とし、オンライン研修と対面研修による系統的な防災教育研修プログラムを構築し、AFAD の協力を得てオンライン研修と対面研修用の教材を開発した。

調査時点では、MoNE の防災教育プログラムにより、ほぼすべての都市に少なくとも 1 人の Master Teacher が育成され、規模の大きい都市では 5 人以上の Master Teacher が配置されている。また、Master Teacher による他の教員への防災研修が着実に実施されている。MoNE は JICA に対して技術協力プロジェクトによる防災教育への継続的な支援を希望し、特に、本邦研修の実施効果が大きいと認識している。

6. 対象地域の状況

6.1. 社会経済状況

本章は、第8章で述べる日本のODA支援の可能性がある対象6県、バリケシル県、ブルサ県、イスタンブール県、イズミル県、コジャエリ県及びテキルダール県の社会経済状況について述べる。

表1 対象地域の人口

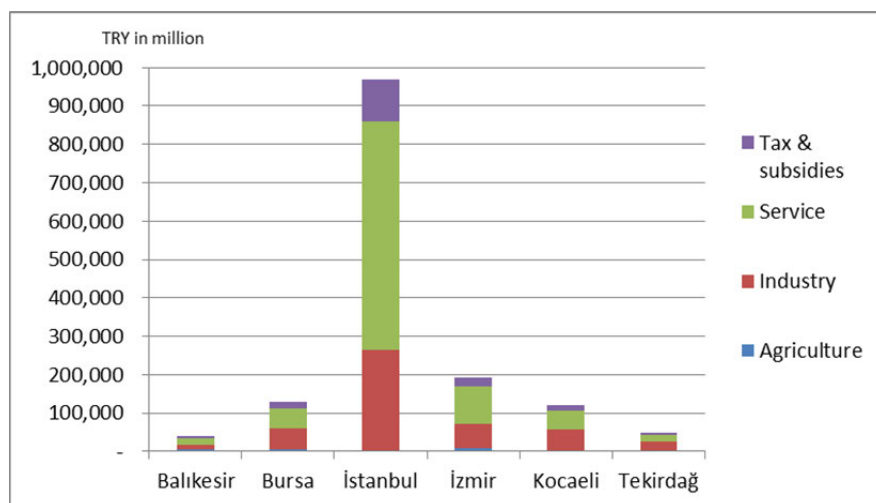
	Population					Average population growth (2014-2018)	Area (km ²)	Population Density in 2018
	2014	2015	2016	2017	2018			
Turkey	77,695,904	78,741,053	79,814,871	80,810,525	82,003,882	1.4%	783,600	99
Balıkesir	1,189,057	1,186,688	1,196,176	1,204,824	1,226,575	0.8%	12,496	98
Bursa	2,787,539	2,842,547	2,901,396	2,936,803	2,994,521	1.8%	11,043	271
İstanbul	14,377,018	14,657,434	14,804,116	15,029,231	15,067,724	1.2%	5,170	2,914
İzmir	4,113,072	4,168,415	4,223,545	4,279,677	4,320,519	1.2%	11,973	361
Kocaeli	1,722,795	1,780,055	1,830,772	1,883,270	1,906,391	2.6%	3,626	526
Tekirdağ	906,732	937,910	972,875	1,005,463	1,029,927	3.2%	6,218	166

出典：Turkish statistical institute

表2 対象地域の域内総生産

	Agriculture	Industry	Service	Tax & subsidies	GDP (current price) TRY in million	GDP per capita TRY
Turkey	6%	29%	53%	11%	3,106,537	37,883
Balıkesir	13%	27%	48%	11%	38,568	31,444
Bursa	4%	43%	42%	11%	127,584	42,606
İstanbul	0.1%	27%	61%	11%	970,189	64,389
İzmir	4%	33%	51%	11%	191,468	44,316
Kocaeli	1%	47%	41%	11%	120,074	62,985
Tekirdağ	4%	52%	32%	11%	46,964	45,600

出典：Turkish statistical institute



出典：Turkish statistical institute

図1 産業別 GRDP

6.2. 地震災害履歴

トルコでの主な地震による被害は、以下の表に示すとおりである。

表3 トルコでの主な地震による被害

Date	Location	Magnit ude	Associated disaster	Total deaths	Total affected	Total damage ('000 US\$)	Insured losses ('000 US\$)
04/29/1903	Malazgirt	6.3	--	3560	60000	0	0
08/09/1912	Murefte Sarkoy, marmara sea	7.8	Tsunami/ Tidal wave	923	18195	0	0
10/04/1914	Burdur, Kilinc, Keciborlu, Isparta	7	--	4000	51700	0	0
09/13/1924	Erzurum	6.8	--	60	1140	0	0
05/01/1935	Kigi	6.1	--	540	0	0	0
04/19/1938	Kirsehir	6.6	--	149	800	0	0
12/27/1939	Erzincan (Anatolia)	7.8	Tsunami/ Tidal wave	32962	0	20000	0
09/22/1939	Dikili	6.3	--	60	68	0	0
05/08/1940	Cis	6	--	16	0	0	0
09/11/1941	Van, Ercis	6	--	430	0	0	0
12/20/1942	Niksar, Erbaa	7	--	3000	0	0	0
11/15/1942		6.1	--	16	0	0	0
11/27/1943	Ladik, Samsun, Havza	7.5	--	4020	5000	40000	0
01/20/1943	Hendek	6.6	--	285	0	0	0
06/20/1943	Hundek, Adapazari	6.2	--	285	0	0	0
02/01/1944	Gerede (West Anatolia)	7.6	--	3959	0	0	0
10/06/1944	Ayvalik Edremit	6.8	--	27	0	0	0
06/25/1944	Usak	6	--	21	0	0	0
03/20/1945	Aelana, Veyhan, Adana	6	--	300	0	0	0
08/17/1949	Karlioiva (Anatolia)	6.8	--	320	355	0	0
08/13/1951	Kursunlu-Ilgaz	6.7	--	54	150	0	0
01/03/1952	Hasankale (Erzurum province)	6	--	103	250	0	0
03/18/1953	Canakkale, Balikesir, Yenice, Onon	7.3	--	1200	50000	3570	0
//1962	Pulumur	6.2	--	97	267	0	0
08/19/1966	Varto	6.9	--	2394	109500	20000	0
03/28/1970	Gediz	7.2	--	1086	83448	55600	0
05/22/1971	Bingol, Erzincan	6.8	--	878	88665	5000	0
09/06/1975	Lice	6.6	--	2385	53372	17000	0
11/24/1976	Muradiye	7.6	--	3840	216000	25000	0
10/30/1983	Khorasan, Pasinler, Narman (Erzurum province), Kars provinces	6.8	--	1346	834137	25000	0
03/13/1992	Erzican province	6.8	Slide (land, mud, snow, rock)	653	348850	750000	10800
10/01/1995	Dinar, Evciler	6.1	--	94	160240	205800	0
06/28/1998	Adana, Ceyhan, Hatay	6.3	--	145	1589600	550000	0
08/17/1999	Izmit, Kocaeli, Yalova, Golcuk, Zonguldak, Sakarya, Tekirdag, Istanbul, Bursa, Eskisehir, Bolu	7.6	--	17127	1358953	2000000	2000000
11/12/1999	Duzce, Bolu, Kaynasli	7.2	Slide (land, mud, snow, rock)	845	224948	1000000	0
02/03/2002	Bolvadin district (Afyon province)	6.5	--	42	252327	95000	0
01/27/2003	Pulumur district (Tunceli province)	6.1	--	1	2	0	0
05/01/2003	Bingol, Celtiksuyu, Sancak, Gokdere, Gozeler villages (Merkez district, Bingol province)	6.4	--	177	290520	135000	1000
03/08/2010	Basyurt village (Karakocan district, Elazig province), Demirci, Kovancilar, Okcular villages (Kovancilar district, Elazig province)	6.1	--	51	3600	0	0
10/23/2011	Van, Bitlis, Hakkari provinces	7.1	--	604	32938	1500000	90000
05/24/2014	Tekirdag, Canakkale provinces	6.9	--	0	324	0	0
07/21/2017	Bodrum	6.7	Tsunami/Ti dal wave	0	360	0	0

出典：EM-DAT

6.3. 地域防災計画

トルコにおける県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（Preparation Guidelines for Provincial Disaster Risk Reduction Plan）（案）は JICA 「リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト」において 2014 年に作成された。防災／減災計画は、主に災害が発生する前に実施すべき強靱化に資する対策やロードマップ等を示したものである。当ガイドライン（案）は、各県の地域特性や状況に応じた防災／減災計画を策定できることを目的に策定したものである。

AFAD へのヒアリング調査によると、現在、AFAD は、カフラマンマラシュ県での計画策定を進めており最終段階にあるが、未だ策定が完了した県は存在しない。即ち、提案した対象地域における防災／減災計画は未だ策定されていないのが現状である。

7. 環境社会配慮

JICA 調査団は MoNE を支援するため、人口、地震災害、JICA の過去の支援状況を考慮した優先順位に従って、バリケシル県、ブルサ県、イスタンブール県、イズミル県、コジャエリ県、及びテキルダール県の 6 つの対象県を提案している。本節では、これら地域の環境・社会の概況を示す。

7.1. 環境状況

(1) バリケシル県

面積 14,299km²を有しアナトリア北西部に位置するバルケシル県は、東部のブルサ県とクタヒヤ県、南部のマニサ県とイズミル県、西部のチャナッカレ県に隣接している。

バルケシル県の気候は、地中海性気候と黒海気候の間の移行帯に位置しており、両方の気候の特徴を見ることができる。

県の主要な河川は、ススルルク、イエネン、コカ、ハヴラン、シマフ、アトノス、ユズムチュ、キルクリークなどで、また主要な湖は、マニヤス湖とタバク湖である。

森林は県の土地の 31%を占め、これは県土の 45%に相当する。一般的に、森林にはカラマツ、マツ、ブナ、シデ、オーク、ヤナギ、タマリスク、プラタナス、オリーブの木がある。

(2) ブルサ県

ブルサ県はトルコ国の北西部、マルマラ海の南東に位置しており、東側の Bilecik と Adapazarı、北側の İzmit と Yalova、イスタンブール、マルマラ海、南側の Eskişehir、Kütahya、西側のバリケシルに囲まれている。ブルサ県の総面積は 11,027 平方キロメートルで、北のマルマラ海までの海岸の長さは 135 キロメートルである。

ブルサ県は、一般に温暖な気候であるが、気候帯によって異なり、北のマルマラ海の温暖な気候に対して、南は Uludag 地域の厳しい気候に直面している。

県の主要な河川は、Nilufer、Goksu、Koca、Kara、及び Aksu 川である。Nilüfer 川は最も重要な川であり、集水域は 680 km² で、Karacabey 海峡周辺の Marmara 海に流れ込んでいる。また、主要な湖は、Uluabat 湖 (1,134 m²) と Iznik 湖 (298 m²) である。

(3) イスタンブール県

イスタンブール県は、北が黒海、東がコカエリ山脈、南がマルマラ海、西がエルジーン平野に囲まれている。トルコで最も重要な都市であるイスタンブールは、ヨーロッパとアジアの2つの大陸にある唯一の都市で、黒海とマルマラ海を結ぶ長さ約 35 km のボスポラス海峡は、アジア大陸とヨーロッパ大陸を隔て、イスタンブールの街を2つに分割している。

県の気候は、地中海性気候と黒海気候の両方の特徴を持っている。前者は、夏に暑く乾燥し、冬は暖かく雨が降る。後者は、夏に暑く冬は暖かいが、年間を通じて雨が降りやすい。

イスタンブールには、マルマラ海流域と黒海流域の2つの主要な流域があり、これらは多くの小さな河川（クリーク）流域で構成されている。大きな河川はないが、水系は湖や池に流れ込む、または海に流れ込む多くの河川で構成されている。一部には、夏には不規則な流量の小河川が完全に枯れ、春の大雨の後に洪水を引き起こす河川もある。

イスタンブール県には国立公園はないが、26 の自然公園、自然保護区、3 つの野生生物繁殖地区、2 つの野生生物改良地区、湿地、2 つの狩猟区、考古学地区、143 のレクリエーションエリアがある。

(4) イズミル県

イズミル県は、北はマドラ山脈に囲まれ、南はクシャダス湾、西はエーゲ海、東はマニサ県隣接している。イズミルは、エーゲ海沿岸の典型的な港町として、トルコで3番目に大きな都市である。

イズミルの気候は、夏は暑く乾燥しており、冬は穏やかで雨が多い。

イズミル県内では、エーゲ海地方の重要な河川の1つであるゲディス川が、Küçük Menderes 川と Bakircay 川とともに主要河川となっている。

イズミル県の40%は森林に覆われており、その面積は 470,910 ha で、トルコ国の平均 28.6%を上回っている。森林地域の植生は、アカマツが 45.9%、カラマツが 4.1%、ピーナッツとパインが 1.7%、10.8%のオークと 37.7%のその他の木や低木で構成されている。

(5) コジャエリ県

コジャエリ県は、イスタンブール県、ヤロバ県、ブルサ県、サカリヤ県に隣接し、面積は3,505 km²である。コジャエリ県は、海面から最も高い山であるカルテペの標高1,601 mまでのさまざまな地形を有している。

コジャエリ県の気候は、地中海性気候と黒海気候の間を移行している。コジャエリ県の黒海沿岸とイズミット湾の海岸の気候には違いがあり、イズミット湾岸地域は黒海沿岸の時々うだるような暑さよりも穏やかである。

コジャエリ県には、マルマラ海と黒海の海岸があり、県の土地を起源とする水系の一部は黒海あるいはマルマラ海に到達する。

一般的に、県の山の上部は針葉樹で覆われ、下部は広葉樹で覆われている。また、海に近い場所では、地中海性気候の植物が見られる。

(6) テキルダー県

テキルダー県はトルコ北西部に位置し、東はイスタンブール、北はカークラレリ、西はエディルネ、南西はチャナッカレ、南はマルマラ海に囲まれている。テキルダー県の面積は6,313km²で、北東から黒海まで2.5 kmの海岸線を有している。

テキルダー県の気候はやや湿度が高く、半湿潤気候タイプに属している。

テキルダー県の主要河川は、Ergene 川、Çorlu 川、Hayrabolu 川、Beşiktepe 川、Beşiktepe 川、Gazioğlu 川、Kayı 川、Koca 川、Seymen 川である。

県北部の森林はほぼ針葉樹であり、ブナ起源のオーク種が優勢です。県の南部では、オーク、シデ、シナノキ、カエデなどの落葉樹とアカマツ、カラマツ、ピーナッツの木からなる針葉樹種がある。

7.2. 社会状況

(1) 2019年推計人口

下表はトルコ統計局が2017年の登録人口に基づき、対象県における2019年の人口を推計したものである。

表4 対象県の2019年推計人口

Province \ Year	2017	2019*	Growth (17'-19')
Balıkesir	1,204,824	1,222,872	1.50%
Bursa	2,936,803	3,037,269	3.42%
İstanbul	15,029,231	15,468,919	2.93%
İzmir	4,279,677	4,381,976	2.39%
Kocaeli	1,883,270	1,991,665	5.76%
Tekirdağ	1,005,463	1,073,592	6.78%

注：*2019年人口は、2017年の登録人口に基づきトルコ統計局が推計。

出典：トルコ統計局

(2) 一人当たり GDP

下表は対象県における最近 2015 年—2017 年の一人当たり GDP（現在価格）の年間変化を示している。

表 5 対象県の一人当たり GDP（2015 年-2017 年）

Province \ Year	2015	2016	Growth (15'-16')	2017	Growth (16'-17')
Bursa	33,501	36,780	9.79%	43,707	18.83%
Balikesir	24,172	27,425	13.46%	32,127	17.14%
İzmir	34,261	37,817	10.38%	45,034	19.08%
Kocaeli	48,806	53,267	9.14%	64,659	21.39%
Tekirdağ	36,414	40,083	10.08%	47,479	18.45%
İstanbul	49,773	54,933	10.37%	65,041	18.40%

注：単位、トルコリラ

出典：トルコ統計局

(3) 土地利用

下表が示すように、イスタンブールは最も開発された県であり、イスタンブールの東側に隣接するコジャエリがそれに続いている。

表 6 対象県の土地利用構成（2012 年）

Province \ Land Use	Artificial Areas	Agricultural Areas	Forest and Semi-Natural Areas	Wetlands	Water Areas	Total
Bursa	3.38%	44.06%	47.84%	0.52%	4.19%	100.00%
Balikesir	2.39%	47.26%	48.87%	0.17%	1.31%	100.00%
İzmir	5.33%	40.29%	53.46%	0.56%	0.36%	100.00%
Kocaeli	8.45%	45.84%	45.14%	0.06%	0.52%	100.00%
Tekirdağ	4.87%	77.08%	17.58%	0.02%	0.44%	100.00%
İstanbul	20.91%	29.44%	47.16%	0.05%	2.44%	100.00%

出典：森林水省

(4) シリア難民

欧州委員会の「The Facility for Refugees in Turkey Monitoring Report: November 2019」によれば、2018-2019 学年度に 643,058 人のシリア難民の子供が、教育施設（公立学校及び一時教育センター）に入学している。その数は、国内のシリア難民の 5 歳から 17 歳までの子供の 61.4%に相当する。そのため、対象県における学校への聞き取りによれば、シリア難民の子供を受け入れている学校があった。

(5) 文化財

トルコ国の学校建築物には、文化財に指定されているものがある。ただし、本事業の耐震化工事の対象としないため影響はない。

7.3. 法規制

トルコ国における環境影響評価（EIA）制度における基本法は、環境法（2006 年改正）である。同法に基づき、EIA 規則と環境に関する許可・ライセンス規則が定められている。

7.4. 組織

トルコ国では、MoEU が、環境行政を担っており、その主な業務は、環境保護、汚染防止と削減である。同省は、環境・開発・建設に関わる制度の立案と実施、及び実施内容のモニタリング・管理を管轄しており、その技術的項目について、基準や標準の策定とその導入、及び普及を担っている。また、EIA 承認手続きに関する業務も担っている。

7.5. その他の耐震化事業における環境社会配慮

(1) Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP)

トルコ国では、世界銀行が防災セクターを支援しており、世界銀行はイスタンブール市と共に 2006 年から ISMEP を実施している。ISMEP では、世界銀行の O.P 4.01 に基づき、環境管理計画を作成している。

(2) Disaster Risk Management in Schools Project

本事業は ISMEP と同様に、環境社会管理計画を作成している。

(3) 都市変容事業

都市変容事業は、都市変容 (UT) 法に基づき MoEU により実施されているが、同法の中には、環境社会配慮に関わるフレームワークは記載されていない。

7.6. 環境社会配慮調査

第 8 章の提案事業は、JICA 環境社会配慮ガイドライン上、「JICA の融資承諾後に、金融仲介者等が具体的なサブプロジェクトの選定や審査を実質的に行い、JICA の融資承諾 (或いはプロジェクト審査) 前にサブプロジェクトが特定できない場合であり、かつ、そのようなサブプロジェクトが環境への影響を持つことが想定される」ケースに相当するため、カテゴリ FI が妥当である。

8. 今後の支援の方向性

8.1. 今後の支援の必要性

(1) 震災の状況

トルコはアナトリア半島に位置し震災の被害を受けることが多い。特にトルコ西部のエーゲ海近くには活断層が集中しており、このエリアは高い震災リスクにさらされている。

(2) 公共施設の状況

トルコ政府は建造物の耐震化を促進している。MoEU では都市変容法に基づき都市の耐震化を促進し、国民教育省及び保健省では学校と病院の耐震化を進めている。

MoNE ではすでに 4,500 校の耐震診断を実施している。診断結果によれば、約 5% (250 校) が特段の工事を必要とせず、20% (900 校) が建替えの対象となり、75% (3,350

校)が耐震補強を必要としている。MoNEは今後10年以内に、耐震化を必要とする18,000の学校建物の耐震性能を改善することを目指している。

(3) 実施中の事業

2019年8月8日に世界銀行とトルコ政府はDisaster Risk Management in Schools Projectのための300百万ドルの借款契約を締結した。事業の目的は、地震リスクの高い地域における対象校の生徒、教師及びスタッフの安全を強化することであり、350棟の校舎が耐震化される予定である。

(4) 将来実現可能な事業

第2章で紹介されている病院、市庁舎及び中低所得者向け集合住宅の状況を考慮すると、これらの公共施設は日本の耐震化支援に適切ではないと思われる。

一方、学校の耐震化に対するニーズは非常に大きく、また日本で採用されている学校の防災拠点化をトルコに紹介する余地があると考えられる。次に紹介するのはトルコにおいて将来実現可能な学校に関する事業である。

8.2. 円借款事業

(1) 目的

円借款事業として提案する事業は、耐震化により脆弱な学校の構造強度を増加し、国民教育省の目標である10年間で18,000棟の校舎の耐震性能向上を支援することを目指す。本事業は、国民教育省により制定されたMinimum Design Standards Guidelines applicable to Construction of Education Facilitiesに従い、ユニバーサルデザイン、エネルギー効率化及びジェンダーを考慮し旧式の施設の改築を含んでいる。

(2) 事業内容

- 耐震化を行う対象校の最終化
- 関係者への情報伝達
- 耐震診断及び耐震設計の見直し
- 建設工事の調達
- 建設工事
- MoNEの能力強化
- 緊急対応管理能力の強化

(3) 対象県

本調査の間に対象県及び対象校の特定をすることはできなかった。なぜなら、いったん国民教育省が耐震化対象校のリストを公表すると、その学校の教師及び生徒はそこから安全な学校に移動することが求められるためである。

JICA 調査団は、以下の選定条件に基づいて、バリケシル、ブルサ、イスタンブール、イズミル、コジャエリ及びテキルダールを対象県として提案した。しかしながら、イスタンブールでは ISMEP により学校の耐震化が問題なく実施されており、また国際機関から資金を調達することも可能であることから、国民教育省から JICA 調査団にイスタンブールを対象県から外すことが提案された。また、対象県を 5 県に限定せず他の件も対象にできるような余地を残すことが提案された。

(4) 対象校選定プロセス

- JICA プロジェクトの対象となる省ごとに補強・建替えが必要な学校を MoNE が特定する。対象県の候補(案)は、バリケシル、ブルサ、イズミル、コジャエリ、テキルダールを想定しているが、最終的には MoNE が決定する。また、特定された学校は公表しない。
- JICA プロジェクトの対象校は、以下の条件を満たすものとする。
 - 地震ハザードの高い地域にある学校：PGA > 0.3g
 - 耐震診断レポートのある学校
 - レンガ造以外の構造
- MoNE が県事務所と協議の上、工事期間中の教員・生徒の移動等の都合も考慮し、各対象県の建設パッケージごとの補強・建替え対象校を決定する。
- MoNE が補強・建替えの対象校を公表し、各建設パッケージの請負業者を選定する。

(5) 実施機関

MoNE がトルコ政府を代表して、事業の調整、管理、モニタリングを行う実施機関の役割を担い、事業がその目的に則りスケジュールどおり実施されるための責任機関となる。また、MoNE は日本の借款とトルコ政府予算からの事業資金の管理の責任も担う。

(6) コンサルティングサービス

効率的かつ経済的な方法で事業を完了するよう、コンサルタントが事業に関するすべての活動を管理しモニタリングする。海外のコンサルタント会社が PMS を担当する主管となることが想定される。PMS のサービス内容は以下のとおり。

- 事業の全体管理（品質、コスト及びスケジュール）
- ローンの支払いの管理
- 他関係機関との調整

海外及びトルコ国内のコンサルタント会社が詳細設計及び施工監理に必要な以下のサービスを提供することが想定される。

- 耐震診断の検証
- 耐震化対象校の選定
- 詳細設計（耐震補強、建替え）

- 入札図書の作成
- 調達・契約管理
- 施工監理

海外及びトルコ国内のコンサルタント会社が、非構造部材の耐震性向上及び学校建物の応急危険度判定を通じて、国民教育省の緊急対応能力の強化に関する技術協力を実施する。

8.3. 技術協力プロジェクト

ここで提案する技術協力プロジェクトは、学校耐震化の円借款事業を補完するものであり、円借款事業と合わせて実施することで高い相乗効果が期待できる。(1) 学校の防災拠点化(一時避難所利用など)及び(2) 防災教育の二つの分野から構成される。

(1) 学校の防災拠点化

公共の学校は、その施設と運営能力を強化することにより、教育用途だけでなく、防災と事前準備のためのコミュニティセンターとして、また緊急時の一時避難所として、広く地域コミュニティの強靱化に寄与することが出来る。

この技術協力プロジェクトの目的は、学校が一時避難所として、また防災と事前準備のためのコミュニティセンターとして機能できるように、学校の施設や運営体制を準備し、運用プロセスを確立して、最適化して行くための MoNE・AFAD・地方政府の能力を強化することにある。同時に、関係機関における関連基準やガイドラインの策定及び改善能力を強化する。本プロジェクトでは MoNE が中心となって他の政府機関と調整し、地域における学校の防災拠点化の概念を導入するためのメカニズムを確立する。

技術協力範囲は以下のとおりである。

- 学校の一時避難所への指定
- 避難計画の策定
- 一時避難所に必要な設備・備品の計画と設置
- 必要な災害備蓄品目の調達
- 学校の減災 (DRR) 計画 (緊急時の運営訓練/避難訓練の計画を含む)

(2) 安心・安全なコミュニティ構築に向けた防災教育

JICA では現在、トルコにおける防災教育の教員研修プログラムの改善を目的に、国別研修を通じて MoNE を支援している。JICA の協力を基に、MoNE ではオンライン研修と対面研修を通じて、災害リスク削減と管理に係る教育及び他の教員の研修を担う Master Teacher と呼ばれる主任教員の育成を開始した。

選ばれた Master Teacher が、日本での研修プログラムに参加している。防災教育は、日本が世界的にも先進的な取り組みを行っている分野であり、日本は防災教育が人命を救い、災害の影響を最小化することに寄与できることを実証してきた国でもある。

トルコにおける Master Teacher 向けの研修プログラムは、更に2つの分野で改善できる。一つは、災害リスク削減の重要性を理解するための実践的なトレーニングや実地訓練を含めることである。もう一つは、学校の一時避難所としての機能をそうていし、避難所運営のためのトレーニングを含めることである。

円借款事業により耐震補強または建替えられ、前述の技術協力プロジェクトを通じて一時避難所に指定された学校で、Master Teacher の育成プログラムを実施することにより、各プロジェクトの効果が大幅に向上することが期待できる。①耐震化と事前準備の向上による減災と効果的な事後対応の実現（円借款事業）、②学校の防災拠点化によるコミュニティの強靱化（技術協力）、③学校とコミュニティの防災意識を高め、より安全な地域社会の確立（技術協力）、この3つのプロジェクトは密接につながっており、大きな相乗効果が期待できる。

8.4. 本邦技術の適用可能性

(1) アウターフレーム工法

アウターフレーム法は、建物内部で大規模な補強工事を行うことなく、建物外部からフレームを追加することにより、建物構造を補強する工法である。この特性により、アウターフレーム工法では補強工事中も建物の使用を継続できる「居ながら施工」が可能となる。

(2) 免震装置

免震装置の本邦製造業者であるブリヂストンは、2016年からトルコ建設セクターの市場調査を開始し、2017年には現地関連会社の Brisa Bridgestone Sabanci Tyre Manufacturing and Trading Inc.を通じて高減衰ゴム系積層ゴムを採用した免震装置の販売を開始した。2019年5月の時点で2つの事業に免震装置を提供している。

高減衰ゴム系積層ゴムは、ブルサやイズミルにある歴史的価値のある古い学校、博物館や政府施設を保存するための耐震補強に適している。一方、その価格競争性から一般の建物への採用には難しいところがある。

(3) 非構造部材の耐震化

地震時における建物の安全性と継続使用を担保するためには、建物の非構造部材や設備に耐震対策を施す必要がある。日本では、学校建物の脆弱な非構造部材が地震時に著しく損傷し、地震直後の建物使用がままならなかった過去の経験に基づいて、「学校施設の非構造部材の耐震構造のガイドライン（文部科学省）」を策定した。本ガイドラインと日本の経験・知識は、トルコにおいても有用であり、適用可能である。

(4) 地震早期警報

地震早期警報（あるいは緊急地震速報）の概念は、地震波の伝播特性に基づいている。地震波はいくつかの異なるタイプの波で構成されるが、その中で、第一波（P波）が最初に到達し、続いて地震の揺れの主成分となる第二波（S波）が到達する。地震早期警報システムは、初期のP波を検出し、本格的な地震の揺れ（S波）が到達する前に、地震の規模と震源位置を推定し、警報を発する。通常、震源からの距離に応じて、P波とS波の間に数秒から数十秒の時間があり、この間に人は適切な体制や行動を取って、地震に備え、地震の揺れの影響を受ける可能性のある機器を停止することができる。

目次

今後の支援対象県（案）

要約

目次

表目次

図目次

略語集

第1章	調査の概要	1-1
1.1	調査の背景.....	1-1
1.2	調査の目的.....	1-2
1.3	調査関係機関.....	1-2
1.4	調査地域.....	1-3
1.5	調査内容.....	1-3
1.6	用語の定義.....	1-4
1.7	調査スケジュール	1-5
第2章	公共施設の耐震化の状況.....	2-1
2.1	1998年以前の旧耐震建物.....	2-1
2.2	耐震化に関する政策、戦略及び法令.....	2-2
(1)	11次開発計画	2-2
(2)	国家地震戦略及び行動計画 2012-2023.....	2-2
(3)	都市変容法	2-3
2.3	公共施設耐震化の動き	2-8
(1)	病院.....	2-8
(2)	学校.....	2-9
(3)	県及び市庁舎	2-12
(4)	中低所得者向け集合住宅.....	2-12
2.4	学校建設に係る国際機関の動き	2-13
(1)	Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP)	2-13
(2)	Disaster Risk Management in Schools Project.....	2-15
(3)	The EU Facility for Refugees in Turkey (FRiT)	2-17
(4)	European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)	2-18

2.5	トルコの耐震化工事に係る技術水準.....	2-18
(1)	特徴と課題.....	2-18
(2)	耐震補強（従来型）.....	2-20
(3)	耐震補強（先進手法）.....	2-21
(4)	ブルサ県及びイズミル県学校の現地調査.....	2-21
第3章	建築耐震設計基準.....	3-1
3.1	建築耐震設計基準（2018年）.....	3-1
(1)	トルコ建築耐震設計基準の変遷.....	3-1
(2)	建築耐震設計基準（2018年）の概要.....	3-3
3.2	耐震診断.....	3-7
(1)	建築耐震設計基準（2018年）の耐震診断と耐震補強の概要.....	3-8
(2)	ISMEPの耐震診断について.....	3-10
(3)	MoNEの耐震診断について.....	3-10
3.3	耐震補強設計.....	3-11
(1)	建築耐震設計基準（2018年）.....	3-11
(2)	ISMEP.....	3-18
(3)	MoNE.....	3-22
3.4	他国の基準との比較.....	3-22
(4)	比較方法.....	3-22
(5)	比較される基準.....	3-23
(6)	設計荷重に係る項目に着目した基準の比較.....	3-24
(7)	まとめ.....	3-31
第4章	調達及び施工監理システム.....	4-1
4.1	コンサルタントの雇用.....	4-1
4.2	建設工事の調達.....	4-2
4.3	施工監理.....	4-2
4.4	その他の留意事項.....	4-3
(1)	建築許可.....	4-3
(2)	工事中の生徒の移動.....	4-3
(3)	意思決定プロセス.....	4-3
第5章	学校における防災の状況.....	5-1
5.1	学校の避難所利用.....	5-1
(1)	日本の事例.....	5-1
(2)	トルコにおける学校の避難所としての利用の現状.....	5-2
5.2	学校における防災教育.....	5-4

第6章	対象地域の状況.....	6-1
6.1	社会経済状況.....	6-1
(1)	人口.....	6-1
(2)	域内総生産.....	6-1
6.2	地震災害履歴.....	6-2
6.3	地域防災計画.....	6-5
(1)	県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン.....	6-5
(2)	防災／減災計画の策定状況.....	6-6
第7章	環境社会配慮.....	7-1
7.1	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要.....	7-1
7.2	ベースとなる環境及び社会の状況.....	7-1
(1)	バリケシル県.....	7-2
(2)	ブルサ県.....	7-2
(3)	イスタンブール県.....	7-3
(4)	イズミル県.....	7-4
(5)	コジャエリ県.....	7-5
(6)	テキルダー県.....	7-6
(7)	社会環境.....	7-6
7.3	トルコ国の環境社会配慮制度・組織.....	7-9
(1)	環境社会配慮制度.....	7-9
(2)	環境社会配慮組織.....	7-12
7.4	その他の耐震化事業における環境社会配慮.....	7-13
(1)	Istanbul Seismic Mitigation and Emergency Preparedness (ISMEP).....	7-13
(2)	Disaster Risk Management in Schools Project.....	7-14
(3)	都市変容事業.....	7-15
7.5	代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討.....	7-15
7.6	環境社会配慮調査.....	7-17
(1)	事業のスクリーニング.....	7-17
(2)	スコーピング.....	7-17
(3)	環境社会配慮調査の TOR.....	7-19
(4)	環境社会配慮調査結果.....	7-20
(5)	影響評価.....	7-26
(6)	緩和策及び緩和策実施のための費用.....	7-28
(7)	モニタリング計画.....	7-30

第8章	今後の支援の方向性.....	8-1
8.1	今後の支援の必要性.....	8-1
(1)	震災の状況.....	8-1
(2)	公共施設の状況.....	8-1
(3)	実施中の事業.....	8-1
(4)	将来実現可能な事業.....	8-2
8.2	円借款事業.....	8-2
(1)	目的.....	8-2
(2)	事業内容.....	8-3
(3)	対象県.....	8-4
(4)	対象校選定プロセス.....	8-5
(5)	実施機関.....	8-8
(6)	コンサルティングサービス.....	8-9
8.3	技術協力プロジェクト.....	8-10
(1)	学校の防災拠点化.....	8-11
(2)	安心・安全なコミュニティ構築に向けた防災教育.....	8-14
8.4	本邦技術の適用可能性.....	8-15
(1)	アウターフレーム工法.....	8-15
(2)	免震装置.....	8-17
(3)	非構造部材の耐震化.....	8-19
(4)	地震早期警報.....	8-19

Appendix

Appendix A：収集資料リスト

Appendix B：詳細調査工程表

表目次

表 1-1	調査スケジュール	1-5
表 2-1	11 次開発計画－教育施設建物の耐震化の重要性	2-2
表 2-2	国家地震戦略及び行動計画 2012-2023 の Goal B で設定される目的及び戦略	2-2
表 2-3	危険建築物の事業実施状況	2-8
表 2-4	2018 年 12 月現在の病院建物の耐震化状況	2-8
表 2-5	トルコの教育統計（教育年度 2017-2018）	2-9
表 2-6	教育施設の耐震補強に関する活動（国家地震戦略及び行動計画）	2-11
表 2-7	世界銀行による ISMEP への融資額（百万ドル）	2-13
表 2-8	世界銀行融資による ISMEP の耐震化工事	2-13
表 2-9	工事契約パッケージ概要	2-14
表 2-10	コンサルティングサービス契約パッケージ概要	2-14
表 2-11	ISMEP への融資額（百万ユーロ）	2-14
表 2-12	ISMEP の耐震化工事（2018 年 1 月）	2-15
表 2-13	事業費	2-16
表 2-14	トルコにおける従来型耐震補強	2-20
表 2-15	学校状況の現地調査工程	2-22
表 3-1	地震ハザードマップの進化と地震荷重（Base shear）評価方法の変遷	3-2
表 3-2	2018 と 2007 年耐震基準の地震荷重計算と要求性能の比較	3-4
表 3-3	建築物用途区分（BKS）と重要度係数（I）	3-6
表 3-4	地震設計区分（DTS）	3-6
表 3-5	建築物高さ区分（BYS）と対応する高さ範囲	3-6
表 3-6	要求性能と評価／設計方法	3-7
表 3-7	用意する報告書	3-22
表 3-8	比較項目	3-23
表 3-9	比較される基準	3-23
表 3-10	各基準で用いられている重要度係数	3-24
表 3-11	基準地震動強度	3-25
表 3-12	表層地盤の増幅係数	3-27
表 3-13	建物の固有周期の評価	3-28
表 3-14	建物の非線形応答による荷重低減係数	3-29
表 3-15	減衰定数による設計荷重の調整方法	3-30
表 3-16	応答スペクトルの評価方法	3-30
表 5-1	日本における一時避難所に指定されている学校数（2017 年）	5-1

表 5-2	緊急対応計画における避難所サービスグループの概要	5-3
表 5-3	JICA による学校の防災教育関連プロジェクト	5-4
表 5-4	MoNE が実施中の防災教育プログラムの進捗	5-5
表 6-1	対象地域の人口	6-1
表 6-2	対象地域の域内総生産	6-2
表 6-3	トルコでの主な地震による被害	6-4
表 6-4	県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（案）における構造物対策の事例	6-5
表 7-1	対象県の 2019 年推計人口	7-7
表 7-2	対象県の一人当たり GDP（2015 年-2017 年）	7-7
表 7-3	対象県の土地利用構成（2012 年）	7-8
表 7-4	対象県のシリア難民数（2020 年 1 月）	7-8
表 7-5	代替案の比較検討	7-16
表 7-6	スコーピング	7-17
表 7-7	環境社会配慮調査の TOR	7-19
表 7-8	環境社会配慮調査結果	7-20
表 7-9	建設工事現場等において発生する騒音規制基準	7-21
表 7-10	屋内騒音基準（教育施設）	7-21
表 7-11	影響評価	7-26
表 7-12	緩和策	7-28
表 7-13	モニタリング計画（案）	7-30
表 8-1	開発目標への貢献	8-3
表 8-2	世界銀行事業の優先順位条件	8-6
表 8-4	非構造部材の耐震化事例	8-19
表 8-5	EQG-III の概要	8-20

目次

図 1-1	調査関係機関	1-3
図 2-1	トルコにおける耐震基準の変遷.....	2-1
図 2-2	危険エリアの指定手順.....	2-6
図 2-3	危険建築物の指定、解体手順.....	2-6
図 2-4	リザーブエリアの指定手順.....	2-7
図 2-5	公立小中学校校舎の耐震化率.....	2-11
図 2-6	イスタンブールにおける建築物の建設年代構成.....	2-18
図 2-7	トルコ全体及びイスタンブールにおける構造形式による建物の構成.....	2-19
図 2-8	イスタンブール及び周辺地域における 2000 年以前のコンクリート強度の分布	2-19
図 3-1	耐震診断手順	3-8
図 3-2	構造部材及び断面の損傷ゾーンの定義.....	3-9
図 3-3	補強の分類.....	3-12
図 3-4	耐震補強工事の概要	3-13
図 3-5	繊維巻き立てにおける柱断面.....	3-14
図 3-6	梁の巻き立て工法	3-15
図 3-7	特殊プラスターと補強金網によるインフィル壁の補強	3-16
図 3-8	繊維補強ポリマーによるインフィル壁の補強.....	3-16
図 3-9	ISMEP の補強で取られた手順.....	3-18
図 3-10	建物評価の過程	3-19
図 3-11	予備設計の過程	3-20
図 3-12	最終設計の過程	3-21
図 3-13	チリの地震ハザードマップ.....	3-26
図 3-14	コロンビアの地震ハザードマップ	3-26
図 3-15	日本の地域係数	3-26
図 3-16	スペインの地震ハザードマップ.....	3-26
図 4-1	コンサルタントの雇用	4-1
図 4-2	建設工事の調達	4-2
図 4-3	Construction Management	4-3
図 5-1	避難所の設備構成例.....	5-2
図 5-2	県レベルの緊急対応計画の組織図	5-3
図 6-1	産業別 GRDP.....	6-2
図 6-2	トルコの活断層	6-3
図 6-3	トルコでの地震災害履歴（1900 年以降）	6-3

図 6-4	県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（案）の概要.....	6-5
図 7-1	トルコ国における EIA 手続きの概略.....	7-11
図 7-2	MoEU における EIA 担当部署.....	7-12
図 7-3	建設現場配置計画例.....	7-25
図 8-1	国民教育省のコメントを考慮したの提案対象県.....	8-5
図 8-3	組織図案.....	8-8
図 8-4	コンサルタント組織図案.....	8-9
図 8-5	3つのプロジェクトの一体性と相乗効果.....	8-11
図 8-6	災害備蓄品目の例.....	8-13
図 8-7	実施体制（案）.....	8-14
図 8-8	MaSTER FRAME 工法の概要.....	8-16
図 8-9	免震装置.....	8-17
図 8-10	トルコにおける免震装置の割合.....	8-18

略語集

略語	正式名称 (英語)	正式名称 (日本語)
AFAD	Disaster and Emergency Management Authority	内務省災害危機管理庁
AIIB	Asian Infrastructure Investment Bank	アジアインフラ投資銀行
CEB	Council of Europe Development Bank	欧州評議会開発銀行
CFS	Cold-formed Steel	冷間成型鋼建築
CRED	Construction and Real Estate Department	建設不動産局
DoEU	Directorate of Environment and Urbanization	環境都市整備局
DRR	Disaster Risk Reduction	減災
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ES	Engineering Services	エンジニアリングサービス
ESMP	Environmental and Social Management Plans	—
EU	European Union	欧州連合
FI	Financial Intermediary	金融仲介機関
FRiT	Facility for Refugees in Turkey	—
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GRDP	Gross Regional Domestic Product	域内総生産
IFIs	International Financial Institutions	国際開発金融機関
Ilbank	Iller Bank	イルラー銀行
ISMEP	Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project	—
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan	文部科学省
MoEU	Ministry of Environment and Urbanization	環境都市計画省
MoH	Ministry of Health	保健省
MoNE	Ministry of National Education	国民教育省
NDRMP	National Disaster Risk Management Project	—
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助

略語	正式名称 (英語)	正式名称 (日本語)
PGA	Peak ground acceleration	地表面最大加速度
PGV	Peak ground velocity	地表面最大速度
PIU	Project Implementation Unit	プロジェクト実施ユニット
PMS	Project Management Services	プロジェクトマネジメントサービス
PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ
P-wave	Pressure wave	—
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SA	Spectral acceleration	スペクトル加速度
SDGs	Sustainable Development Goals	—
SI	Spectral intensity	スペクトル強度
SoP	Series of projects	—
S-wave	Shear wave	—
TAMP	Emergency Response Plan in Turkey	緊急対応計画
TOKI	Housing Development Administration	集合住宅管理局
UNDRR	UN Office for Disaster Risk Reduction	国連防災機関
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction	国連世界防災戦略事務局
UT	Urban Transformation	都市変容
WB	World Bank	世界銀行
WCDRR	World Conference on Disaster Risk Reduction	国連防災世界会議
WISS	Worldwide Initiative for Safe Schools	—

第1章 調査の概要

1.1 調査の背景

トルコ共和国の国土の大部分を占めるアナトリア半島は、北側のユーラシアプレート、南側のアフリカプレートおよびアラビアプレートの境界部に位置しており、地震活動が非常に活発な地域である。内務省災害危機管理庁（AFAD）作成の地震危険度マップによれば、特に西部の製造業や観光業等の経済活動が活発なマルマラ地域やエーゲ海地域において大規模地震のリスクが高いとされている。実際に、1999年のコジャエリ地震およびデュズジェ地震、2011年のトルコ東部地震等、マグニチュード7以上の大規模地震が発生しており、大きな人的被害・経済的損失をもたらしている。これら地震被害を助長する要因の一つに、急速な経済成長を背景に、都市部を中心に耐震基準を満たしていない建築物が多数建設されたことが挙げられる。国連世界防災戦略事務局（UNISDR、現在の国連防災機関（UNDRR））によれば、1999年のコジャエリ地震の死者のうち、65%は耐震性の低い建築物の倒壊によるものであり、同規模の地震が発生した場合、同様の被害が生じる可能性が高いとされている。

トルコ政府は、「第11次国家開発計画2013-2018」やAFADにより制定された「国家地震戦略アクションプラン2012-2023」において建築物耐震化の重要性を挙げており、公共施設や重要なインフラ等の耐震化に向けた取り組みを開始している。環境都市計画省（MoEU）は2012年に施行された都市変容法に基づき、都市変容事業（UT事業）と称して、地震リスクの高い危険エリアの再開発や危険建物に指定された建築物の耐震化等を進めている。環境都市計画省下の集合住宅管理局（TOKI）もUT事業の一環として、自治体の要請に基づき、危険建築物の認定を受けた中低所得者向け集合住宅や危険エリア内の集合住宅の耐震化工事を実施している。病院、学校、庁舎等の公共施設の建替えについては、原則として各担当省庁の予算で自治体の実施しており、担当省庁（保健省（MoH）及び国民教育省（MoNE））が建築物の耐震診断や耐震化工事計画の策定をしている。国レベルの法制度の策定は、AFADが担っており、建築物耐震基準は2018年3月に改定された。

トルコと日本が同じ地震国であることを踏まえ、JICA はこれまでトルコに対して技術協力や円借款を通じて防災分野に対する幅広い支援を行ってきた。また、2018 年 9 月の日・トルコ首脳会談においても、防災分野にかかる協力を進めていくことが確認されている。

本調査の先行調査として、JICA は「防災都市計画に係る情報収集・確認調査（前回調査）」を 2013 年 9 月から 2014 年 5 月にかけて実施しており、トルコの地震対策を含む防災の方針・計画、及び各政府機関の役割を確認し、またブルサ県を事例に防災機能強化に向けた課題や提案、及び本邦技術の適用可能性についても検討した。この調査では、トルコにおけるレジリエントな街づくりのコンセプトが提案されており、災害時医療の拠点となる病院や避難拠点となる学校といった公共施設において、耐震性を十分に確保する必要があると結論づけている。また、JICA が実施中の「トルコ共和国耐震補強技術普及促進事業」（民間技術普及促進事業）や国土交通省が 2017 年度に実施した「トルコ共和国におけるわが国耐震技術促進の活用促進のための調査検討業務」においても、トルコにおける耐震基準や耐震化工事の現状・課題について調査されている。

これらの先行調査を踏まえ、本調査では、トルコにおける公共施設等の耐震化の現状及び課題の分析を行い、我が国の今後の支援の在り方について情報を整理する。

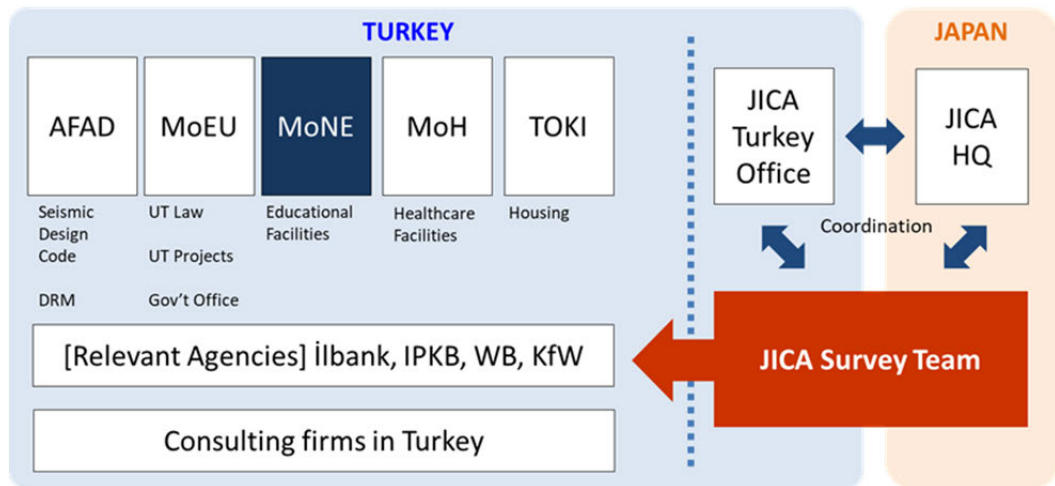
1.2 調査の目的

本調査は、トルコ政府の防災対策にかかる方針・計画を踏まえ、特に学校を中心とした公共施設等の耐震化の現状及び課題の分析を行った上で、トルコにおける建築物耐震化の促進に向けて我が国が支援することの妥当性及び意義、具体的な支援シナリオ等、今後の協力の方向性を検討することを目的とする。

1.3 調査関係機関

本調査のカウンターパート機関及び協力機関は以下に示すとおりである。加えて、本調査はトルコにおける建築物耐震化の促進に関係する機関として、イルラー銀行（İlbank）、イスタンブール市が世界銀行と協力して実施している先行事業である Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project（ISMEP）を実施している Istanbul Project Coordination Unit、ドナー機関（世界銀行、ドイツ復興金融公庫（KfW））、トルコ国内のコンサルタント会社を含む関連民間企業など、多くの機関から調査を実施した。本調査の関係機関は図 1-1 に示すとおりである。

- カウンターパート機関：国民教育省（MoNE）
- 協力機関：環境都市計画省（MoEU）、保健省（MoH）、内務省災害危機管理庁（AFAD）、集合住宅管理局（TOKI）



出典: JICA 調査団

図1-1 調査関係機関

1.4 調査地域

本調査は、主に4県（アンカラ県、イスタンブール県、ブルサ県、イズミル県）で実施した。MoNE 及び関係機関との協議、ヒアリング調査は主にアンカラで実施し、イスタンブール市が世界銀行と協力して実施している先行事業である、ISMEP に係る調査は、イスタンブール県で実施した。また、学校の現地調査については、MoNE の許可に基づき、ブルサ県及びイズミル県で実施した。

1.5 調査内容

本調査は以下の内容で実施した。

- 調査対象地域における社会経済状況、地震関連データ、地域防災関連計画、耐震化工事計画等の確認・分析
- 関連省庁との議論を通じた、耐震化ニーズを持つ公共施設等の確認
- 上記耐震化ニーズを持つ公共施設等の現地調査による、耐震化工事の適用性の確認
- 耐震化工事が必要な公共施設等のパッケージ案の作成、優先順位付けのための諸要件（耐震補強等の工事の適用可能性、建物倒壊リスク、倒壊に伴う被害（人的・経済的損失も含む）の大きさ、防災拠点としての重要性等）の検討
- 耐震化工事にかかる環境社会影響項目の確認
- 調査手法及び調査結果の取りまとめ（本報告書）

1.6 用語の定義

本報告書においては、用語を以下のとおり定義する。

- 耐震化 : 以下の耐震補強、免震、制震の技術・工法や建替えて建築物の耐震性を向上させること。
- 耐震補強 : 建築物の主要な構造部分に補強を行い、地震の揺れに耐えられるように建物の強度を向上させること。
- 免震 : 建築物と基礎との間に免震装置を設置して、地震の揺れを建築物に直接伝えないような構造とすること。
- 制震 : 建築物内部に制震部材を設置して、地震の揺れを吸収するような構造とすること。
- 建替え : 建築済みの建物を解体・撤去して、新たに建物を建築すること。
- 公共施設等 : 学校、病院、県や市の庁舎、及び中低所得者向け集合住宅。

1.7 調査スケジュール

本調査の全体スケジュールは下表に示すとおりである。

表1-1 調査スケジュール

Survey	Year/Month		2019										2020	
	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb		
Preparation of the Survey in Japan	□													
Submission of the Inception Report (IC/R)		△												
1st Field Survey in Turkey		■												
Analysis of the 1st Field Survey and Preparation of the Interim Report (IT/R) In Japan			□	□	□									
2nd Field Survey in Turkey					■									
Analysis of the 2nd Field Survey and Preparation of the Interim Report (DF/R) In Japan						□	□	□						
Submission of the Interim Report (IT/R)						△								
On-Site Survey of Schools and Supplemental Survey in Turkey									■					
Analysis of the On-Site Survey and Supplemental Survey in Japan									□	□				
3rd Field Survey in Turkey											■			
Analysis of the 3rd Field Survey and Preparation of the Draft Final Report (DF/R) In Japan											□			
Submission of the Draft Final Report (DF/R)												△		
4th Field Survey in Turkey												■		
Submission of the Final Report (F/R)													△	

Legend ■ Field Survey in Turkey
□ Analysis in Japan
△ Submission of the Report

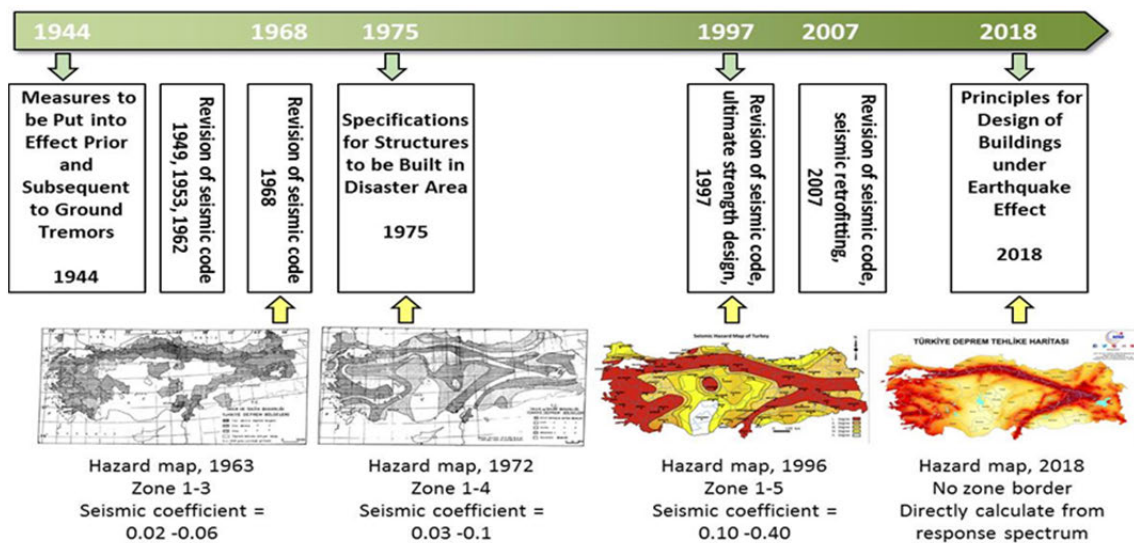
出典: JICA 調査団

第2章 公共施設の耐震化の状況

本章ではトルコにおける公共施設の耐震化の状況をまとめる。ここでいう公共施設には、公共病院、学校、地方政府庁舎、中低所得者向け集合住宅が含まれる。

2.1 1998年以前の旧耐震建物

トルコにおける耐震基準は、過去の地震被害の教訓も踏まえ、改正されてきた。1998年の改定は、建物の動的な挙動を考慮したいわゆる新耐震基準に相当し、設計地震荷重が大幅に増加することとなった。従ってそれ以前の基準（いわゆる旧耐震基準）に基づいて設計・建設された建物は、一般に地震脆弱性が高く、耐震化の必要性が高いものと考えられる。



出典：JICA 調査団

図2-1 トルコにおける耐震基準の変遷

教育施設の場合、約半数の建物が1998年以前に建設され、地震脆弱性が高いものと想定される。MoHでは2007年耐震設計基準に基づいて耐震診断を実施した結果、70%以上の病院建物が、基準に準拠して設計されている、もしくは基準に適合するようにすでに補強されている。

2.2 耐震化に関する政策、戦略及び法令

(1) 11 次開発計画

トルコの 11 次開発計画（2019-2023）では、共和国の 100 周年にあたる 2023 年の名目国内総生産（GDP）を 1 兆 800 億ドル、1 人当たり GDP を 1 万 2,484 ドルに設定し、マクロ経済、金融、産業、農業、観光、製造業、社会、都市計画、司法などの各分野での方針や目標が示される。当該計画では公共建築物の耐震化の重要性が強調されている。表 2-1 に教育施設建物の耐震化の重要性を示す条項をまとめる。

表2-1 11 次開発計画－教育施設建物の耐震化の重要性

548.3 While planning the construction of new classrooms, in the related area the efficient use of other educational buildings will be considered and the use of vacant educational buildings will be prioritized.
549.1 Educational structures will be designed in architecture that is safe, economical, aesthetic, accessible, with high standards and high quality in accordance with technology and environment.
552.3 The standards of physical infrastructure, curriculum and variety of materials, self-care abilities, integration applications and guiding services of learning environments will be improved.
725 In preparedness to disasters and post-disaster response, common use buildings such as hospitals, schools, dormitories and critical infrastructures such as energy, transportation, water, communication will be prioritized to be strengthened.

出典: Strategy and Budget Presidency

(2) 国家地震戦略及び行動計画 2012-2023

トルコ政府は、10 年以内にすべての重要公共建築物を耐震化することを目標に、これまで様々な取り組みを行ってきた。特に 1999 年のコジャエリ地震における多大な被害と損失を受けて、「国家地震戦略及び行動計画 2012-2023」を策定し、災害準備の充実により地震発生後の対応能力を向上させること、リスク軽減策の実施を通じてレジリエンスを高めることを目指してきた。上記計画では、以下の 3 つの主要目標を設定している。

- Goal A: 地震について知る
- Goal B: 地震に対して安全な住居及び建設
- Goal C: 地震の影響に対応する

Goal B 下の目標 B.1 に含まれる戦略 B.1.2.及び B.1.3.では、トルコの公共施設、特に学校や病院の耐震性能の向上を最優先課題とすることを謳っている。

表2-2 国家地震戦略及び行動計画 2012-2023 の Goal B で設定される目的及び戦略

Objective B.1.: The realization of earthquake safe settlements and earthquake-resistant construction
Strategy B.1.1. Procedures that emphasize hazard and risk in planning, environment and urban activities will be accorded priority and primacy.
Strategy B.1.2. The building inventory in Turkey led by schools and hospitals shall be extracted and all existing buildings shall be grouped on the basis of their damageability and risk.

Strategy B.1.3. Activities that cover earthquake-resistant building design, materials and standards shall be supported.
Strategy B.1.4. A coordinated system shall be set up for the purpose of ensuring that existing earthquake engineering laboratories provide more efficient and accessible service for the relevant community.
Strategy B.1.5. The current seismic design code shall be updated and revised in keeping with Eurocode 8.
Strategy B.1.6. Methods shall be developed, standardized and implemented for seismic safety assessment and building retrofit based on Turkish construction technology practices for bridges, viaducts and transportation networks as well as buried or surficial lifeline distribution systems (pipelines, natural gas lines, electric power networks and communication systems, etc.).
Strategy B.1.7. Professionals in service training shall be provided for the workforce in the construction industry.
Objective B.2: Protection of historic and cultural heritage from earthquakes
Strategy B.2.1. Technical information on the assessment of the earthquake safety of historic structures and their strengthening will be developed and disseminated.

出典：国家地震戦略及び行動計画 2012-2023

戦略 B.1.2.及び B.1.3.では更に下表のように定義される。:

<p><u>Strategy B.1.2.</u></p> <p><i>Action B.1.2.1. The number and typology of all buildings, particularly schools and hospitals, will be determined and a building identification system shall be developed.</i></p> <p><i>Action B.1.2.2. With precedence placed on schools and hospitals, the vulnerability of existing buildings shall be determined and the relevant technology shall be put on a stable basis.</i></p> <p><i>Action B.1.2.3. With priority placed on schools and hospitals seismic risk grouping for existing buildings shall be completed.</i></p> <p><i>Action B.1.2.4. Priority shall be placed on retrofitting educational facilities, and ongoing work shall be accelerated.</i></p> <p><i>Action B.1.2.5. Urban-scale damage prediction methods that take into account the construction practices of existing buildings shall be developed, and damageability models shall be refined on the basis of data collected following earthquakes.</i></p> <p><u>Strategy B.1.3.</u></p> <p><i>Action B.1.3.1. Priority areas for the design and construction of earthquake-resistant buildings shall be identified and relevant projects shall be encouraged and supported.</i></p>

(3) 都市変容法

1) 都市変容法制定の背景

トルコでは 2004 年以降、都市の変容、都市再生の概念が定義され、法律において言及されてきた。これに先立ち、特に不法居住者が居住する土地において、法改正等を行わずに、いくつかの都市変容プロジェクトが実施されてきた。都市開発プロセス及び都市

変容プロセスを含む基本的な考え方は、トルコの都市化の歴史的背景を基に整理することができる。2000年代までは、都心部の都市再生に関するいくつかの手法が存在し、それらの1つは、建設業者もしくは土地所有者による建物の変容である。これは、既存の建物の解体と、それらの土地の開発許可の制限に従って、同じ土地に新しい建物を建て替えることで実現したものである。もう1つの手法は、新しい大通り、広場、都心部の道路等の都市再開発を通じた、中央または地方政府による都心部への介入である。これらの事業の主な目的は、都市の美化であった。3つ目の手法としては、居住者のための定期的かつ健康的な生活環境を作り出すために、不法居住地域に係る関連法を通じた再開発計画による都市変容プロセスである。法律 2805 号（1983 年）および 2981 号（1984 年）、規則に従って、不法居住地は 4 階建ての建物などの集合住宅（高層建物）に再開発された。再開発計画では、最大 400 m² の建物区画が定義されたが、1990 年代以降、都市の変容プロセスには、単一の建物区画ではなく、より大きな用地が利用されるようになった。2000 年以降、2012 年に法律 6306 号（都市変容法）が制定されるまで、いくつかの法律が施行された。都市再生と変容に関する最初の法律は、2004 年のアンカラ北部入口に関する法律 5104 号である。都市構造及び居住環境改善のため、この特定地域の開発権、再開発計画が策定された。それにより、土地所有者と市政府は交渉し、土地は相互の合意に基づいて分配されることになった。これに続いて、2005 年の法律 5366 号は、遺産地区および関連する保護区域の再生または再開発のために制定されたものである。再生事業の実施プロセス中に、公共の利益がある場合には、土地収用が可能であるとした。同年に制定された法律 5393 号の第 73 条の規定に基づき、市の条例が変更され、市議会は最低 5 ha の事業実施地域を決定することができた。しかしながら、地方政府にはそのような地域を収用する権利は無い。そのため、関係当事者内で完全な合意が必要である。さらに、2010 年には、地方政府法である法律 5998 号が制定された。これにより、事業地域は最小 5ha から、最小 5ha の相互に関連する地域から構成される最大 500ha に修正された。この場合の責任機関は、地方自治体 (Municipality) ではなく、大都市政府 (Metropolitan government) となった¹。最近の法律である法律 6306 号、災害リスク地域の変容に係る法律 (the Law of Transformation of Areas under the Disaster Risks、以下、「都市変容法」) は 2012 年に制定された。都市変容事業での定義および使用されるいくつかの主要な用語を整理する。この法律の目的は、「災害に脆弱な建物や都市地域の再建、解体、再生に関する手順と原則を決定すること。」である。都市変容法においては、以下の 3 つの指定に係る定義及び指定手順は重要である。詳細は 2)以降に示す。

- 危険エリア：法律のより規定された手順に基づき、再開発を行うエリア
- 危険建築物：改築、建替えが必要な建築物
- リザーブエリア：新居住地域開発のためエリア

¹ Urban and Regional Planning in Turkey, Ö. Burcu Özdemir Sarı (2019)

都市変容法に関連する機関は以下のとおりである。

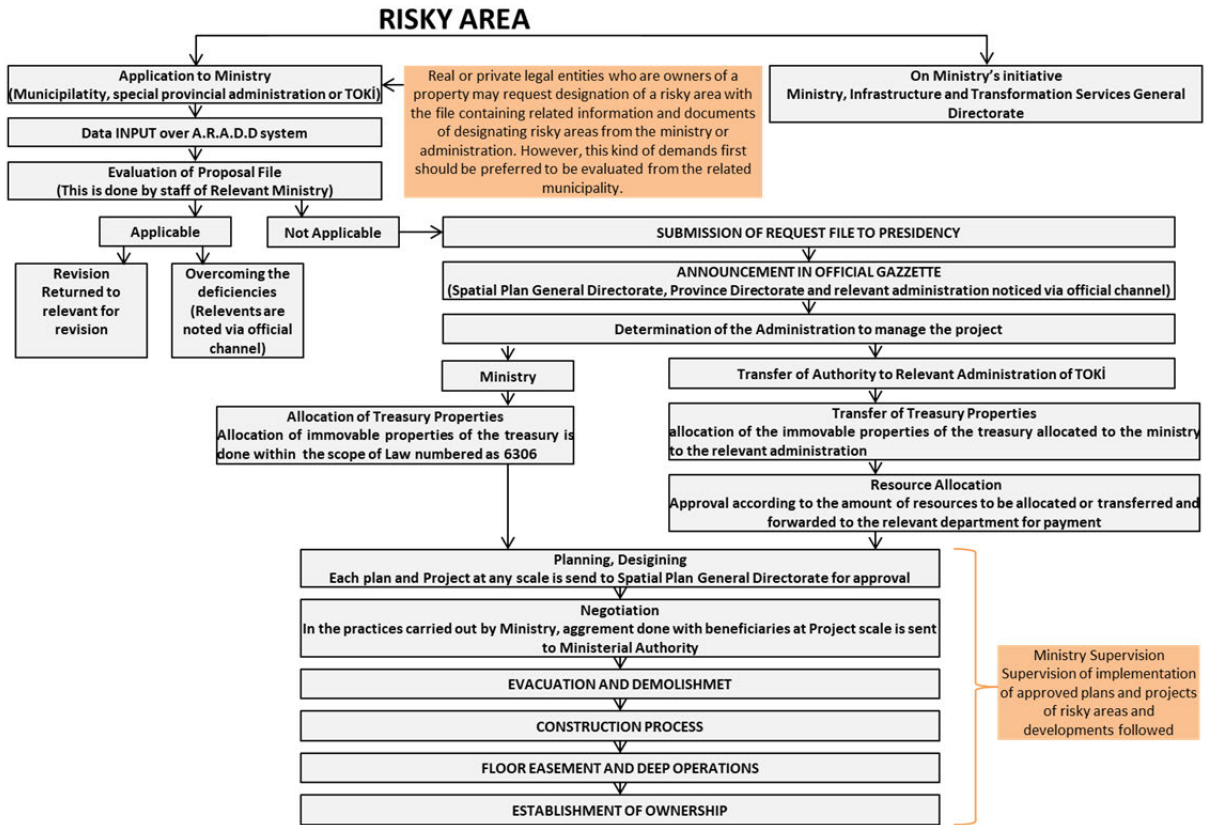
- MoEU
- AFAD
- 特別県行政機関 (Special Provincial Administrations)
- 大都市および地方自治体
- TOKI
- MoEU 認可の機関 (大学等)

2) 危険エリア

危険エリアは、以下に示す3つの基準のうち、少なくとも1つに基づいて指定される。

1. 地盤または構造物の状態により生命および財産にリスクをもたらすものとして、MoEU または地方自治体によって決定され、AFAD の同意のもと MoEU の申請により、閣議によって決定された地域。
2. 公共の秩序と安全が妨げられ、日常生活に影響を与える地域 (インフラの整備が不十分である場合、計画と構造が開発規定と矛盾する場合、または、構造またはインフラに損傷がある場合など。)
3. 開発規定に適合しない建物の総数が 65%以上位置する地域、建築許可なしに建設された建築物がある地域、または建設後に建築許可と居住許可が行われた地域。

これらの地域は、MoEU からの申請に基づき、議会の決定により危険エリアとして決定される場合がある。これは、規範や基準に沿った健康で安全な生活環境を促進し、健康、教育、交通などの公共サービスの提供を確保するために行われる。2016 年の改正前は、上記の最初の基準の下で危険エリアの定義に基づいて、全国の 163 の地域が官報で決定および公示されていた。2016 年 4 月に改正法が制定された後、危険エリアの定義に 2 番目の基準が追加された。3 番目の基準は、2016 年 10 月の法律改正による新しい規定によって追加された。閣議が危険エリアとして特定すると、その地域の建物は取り壊され、TOKI、民間企業などの関連機関によって再開発される。下図に危険エリアの指定手順を示す。

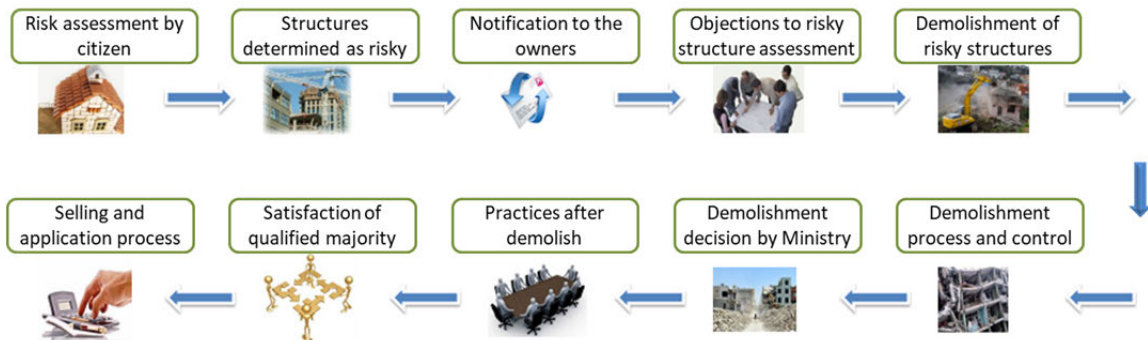


出典: MoEU を基に JICA 調査団編集

図2-2 危険エリアの指定手順

3) 危険建築物

都市変容法の第2条によると、危険建築物とは、その建物が耐用年数を経過し、崩壊もしくは大規模損壊のリスクがあることを示す科学的および技術的データに基づいて、危険エリアの内外で危険であると判明した建物である。この定義では、(i) 耐用年数を経過した建物、(ii) 倒壊のリスクを負う建物、および (iii) 大規模損壊のリスクにさらされる建物の3種類の危険な建物に整理できる。危険建築物を特定するプロセスは、不動産、建築物所有者から申請に基づき開始される。その特定プロセスは、認可された組織や機関との協議を通じて行われる。下図に危険建築物の指定及び解体手順を示す。

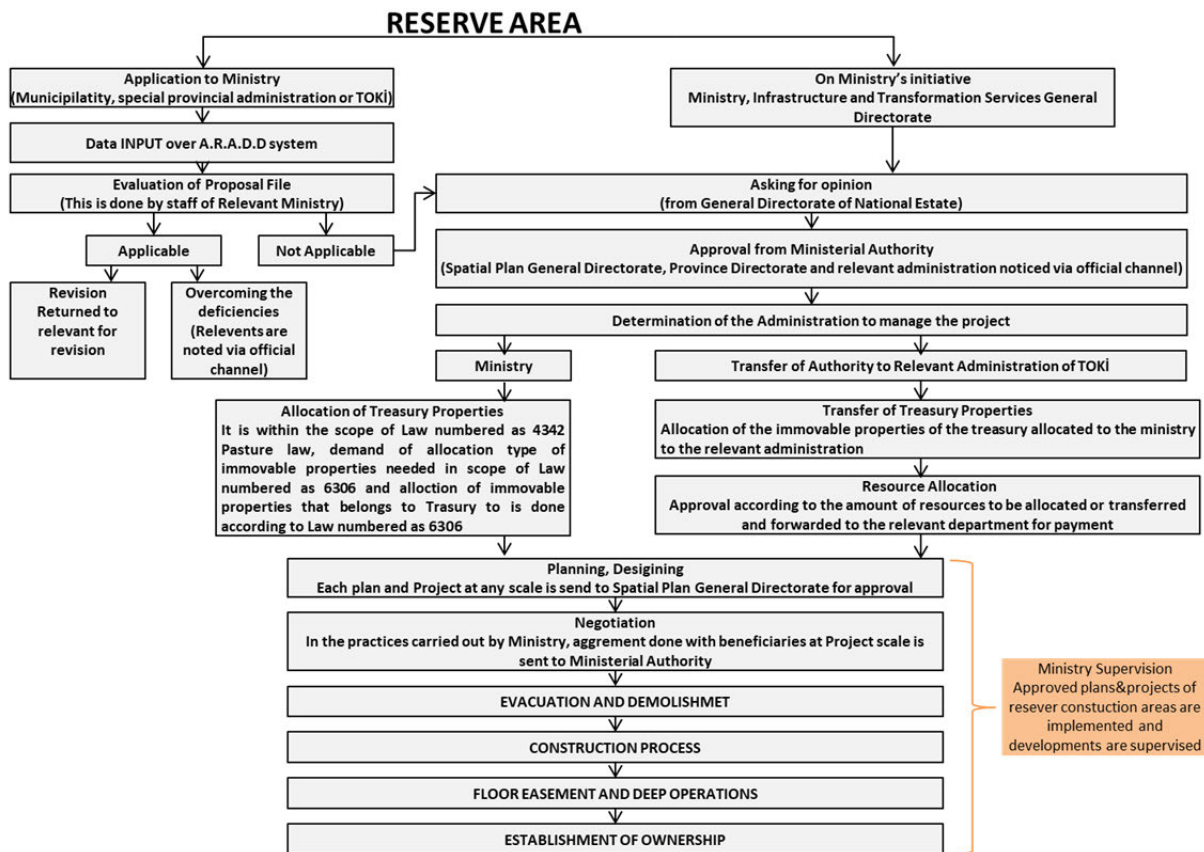


出典: MoEU を基に JICA 調査団編集

図2-3 危険建築物の指定、解体手順

4) リザーブエリア

閣議では、新しく開発が可能な地域としてリザーブエリアを特定する。新しい居住地域の開発により災害リスクを排除するために、無許可の危険な建物は排除される。危険エリアと危険建築物の定義は、上記のとおり示したが、MoEU、または不動産所有者に代わって認可機関が行うことができる危険エリアと危険建築物の決定範囲については、適切に定義されていない。これは唯一の権限であるため、MoEUと認可機関はまだ決定の方法を共有していない。実際の開発権がリザーブエリアとして決定されるたびに一時的に凍結されるリザーブエリアの決定についても同じである。危険エリアと判断された場合、または新規開発のためのリザーブエリアとして決定された場合、それらの所有権はMoEUに譲渡されなければならない。リザーブエリアの指定手順は下図に示すとおりである。



出典: MoEU を基に JICA 調査団編集

図2-4 リザーブエリアの指定手順

5) 都市変容事業の進捗状況

2019年12月23日時点でのMoEUの情報によると、危険建築物の進捗状況（指定、事業実施）は表2-3に示すとおりである。

表2-3 危険建築物の事業実施状況

Identification		Progress				
Building Basis						
Number of risky buildings identified		Number of risky buildings demolished		Number of retrofitted risky buildings	Progress ratio	
195,932		164,001		34	83.7%	
Unit Basis						
Number of housing units identified	Number of workplace unit identified	Number of housing units demolished	Number of workplace units demolished	Number of retrofitted housing units	Number of retrofitted workplace units	Progress ratio
548,222	80,119	453,032	58,461	203	243	81.5%
Total number of units identified		Total number of units demolished		Total number of retrofitted units		
628,341		511,493		446		

出典：MoEU

トルコ全体で、合計 195,932 の建築物（628,341 の住戸及び職場）が危険建築物として特定された。表 2-3 に示すとおり、危険建築物の耐震改修と解体の内訳については、危険建築物として指定された建物の 99.98% が解体であった。

さらに、53 の県で合計約 12,450ha の危険エリア（合計 241）が特定されている。また、48 の県で合計約 46,000ha の地域が、新しい開発用地としてリザーブエリアとして決定されている。これらの都市変容事業は、MoEU による技術的、財政的な支援を受けて、委任された地方自治体および TOKI によって実施される。

2.3 公共施設耐震化の動き

(1) 病院

MoH によると、2018 年 12 月現在、トルコの病院の建物の 72%（床面積に基づく比率）は、2007 年のトルコ耐震基準に準拠しており、十分な耐震性を備えていると考えられる。

表2-4 2018 年 12 月現在の病院建物の耐震化状況

Turkey nationwide	Building	m ²	Ratio %
A) Earthquake-Resistant Structures as of December 2018	3,493	13,043,831	72%
A.1) Retrofitted structures after performing earthquake analysis	242	666,117	4%
A.2) Structures on which retrofitting is NOT necessary after performing earthquake analysis	55	226,352	1%
A.3) Structures constructed based on 2007 Earthquake Regulation, so earthquake analysis is not needed	3,196	12,151,362	67%
B) Structures that Should Become Earthquake-Resistant as of December 2018	2,094	5,111,381	28%
B.1) Structures with retrofitting that become qualified in compliance with the 2007 Earthquake Regulation	767	1,965,473	11%
B.2) Structures in which retrofitting is not appropriate and reconstruction is necessary	1,327	3,145,908	17%
Total	5,587	18,155,212	100%

出典：MoH

耐震化を必要とする残りの2,094建物のうち、63%すなわち1,327が建替えられる予定となっている。通常の建物では、建替えよりも耐震補強する数の方が多いのが一般的だが、病院の場合はむしろ建替えの方が多い。これは、時代遅れのフロアプランを備えた既存建物を補強するよりも建替えた方が、進化し続ける医療技術に対応可能な、今日的な医療サービスおよびインフラストラクチャの国際機能標準に準拠しやすいという事情によるものである。耐震改修された病院建物は医療目的ではなく、事務所スペースとして利用されるケースも少なくない。

MoHは、100床以上の規模で、地震ハザードの高いゾーンであるZone 1とZone 2に位置する病院については、先進技術である免震構造を採用することとしている。

また、病院の建設と運営は、官民パートナーシップ（PPP）投資における最も成功した分野の1つとなっている。MoHによれば、2012年以降、病院建設の45～50%近く（合計80,000～90,000床のうち40,000床）がPPPプロジェクトで実施されている。

(2) 学校

1) トルコの学校概要

トルコ統計局²の教育統計によると、2017-2018年の教育年度において、トルコの正規教育を行う学校は約90,000校あり（表2-5参照）、幼年教育（Pre-primary education）を除く学校の総数は約6万校となっている。

表2-5 トルコの教育統計（教育年度2017-2018）

		Number of Schools	Number of Students	Schooling Ratio (%)
Pre-primary education		31,246	1,501,088	38.5
Primary education	Primary school	24,967	5,104,599	91.5
	Junior High School	18,745	5,590,134	94.5
secondary education		11,783	5,689,427	83.6
Higher education		3,827	7,010,598	45.6
TOTAL		90,568		

出典：トルコ統計局の情報に基づき JICA 調査団作成

現在のトルコの初等および中等教育システムは、4・4・4制を採り、4年間の第1レベルの初等教育、4年間の第2レベルの初等教育、および4年間の中等教育で構成される。若年層の急増と近年のシリア難民の受け入れもあり、学校の定員は慢性的に不足している状況にある。このニーズに対応するために、多くの学校が2シフト制で運営されている。この状況は、耐震化工事を実施する際に大きな問題となる可能性がある。一般的に耐震化される校舎は、工事期間中使用できなくなるため、生徒・教員はその期間、別の

² Turkish Statistical Institute: <http://www.turkstat.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist>

学校に移る必要がある。トルコには学校の収容能力が飽和している地域も少なからずあり、そうした地域では耐震化工事中に、生徒・教員を移す先がない。

JICA 調査団がブルサとイズミルの学校を訪問した際に、一部の校長は、日本で「居ながら施工」と呼ばれる、教室の使用を継続しながら耐震化工事を実施可能な先進技術に、強い関心を示した。

MoNE ではすでに 4,500 校の耐震診断を実施している。診断結果によれば、約 5% (250 校) が特段の工事を必要とせず、20% (900 校) が建替えの対象となり、75% (3,350 校) が耐震補強を必要としている。MoNE は今後 10 年以内に、耐震化を必要とする 18,000 の学校建物の耐震性能を改善することを目指している。

現在、MoNE による学校耐震化のための国内資金を補完する目的で、世界銀行が財政支援する **Disaster Risk Management in Schools Project** が立ち上げられようとしている。合計 700 の学校建物が、2 フェーズに渡る世界銀行の融資を活用して耐震補強または再構築される予定となっている。

過去の事業では、ISMEP により、1998 年以前にイスタンブールで建設された 1,352 の公立学校の建物のうち、784 の建物が耐震補強され、312 の建物が建替えられた (2018 年時点の数値)。ISMEP の例では、全体の 19% が耐震化工事を必要とせずに安全であると判断され、23% が建替え、58% が耐震補強された。

2) 学校建物の耐震戦略

「国家地震戦略及び行動計画 2012-2023」では、トルコの教育施設の耐震改修の促進と実施工事の加速を最優先事項に掲げている (表 2-6 参照)。更に、2015 年に仙台で開催された国連防災世界会議 (WCDRR) の場で、Worldwide Initiative for Safe Schools (WISS) が正式に発足した際には、AFAD 長官が「2018 年までに、トルコの全ての学校が安全な学習の場となることをトルコは誓約する」旨の発言を行った³。

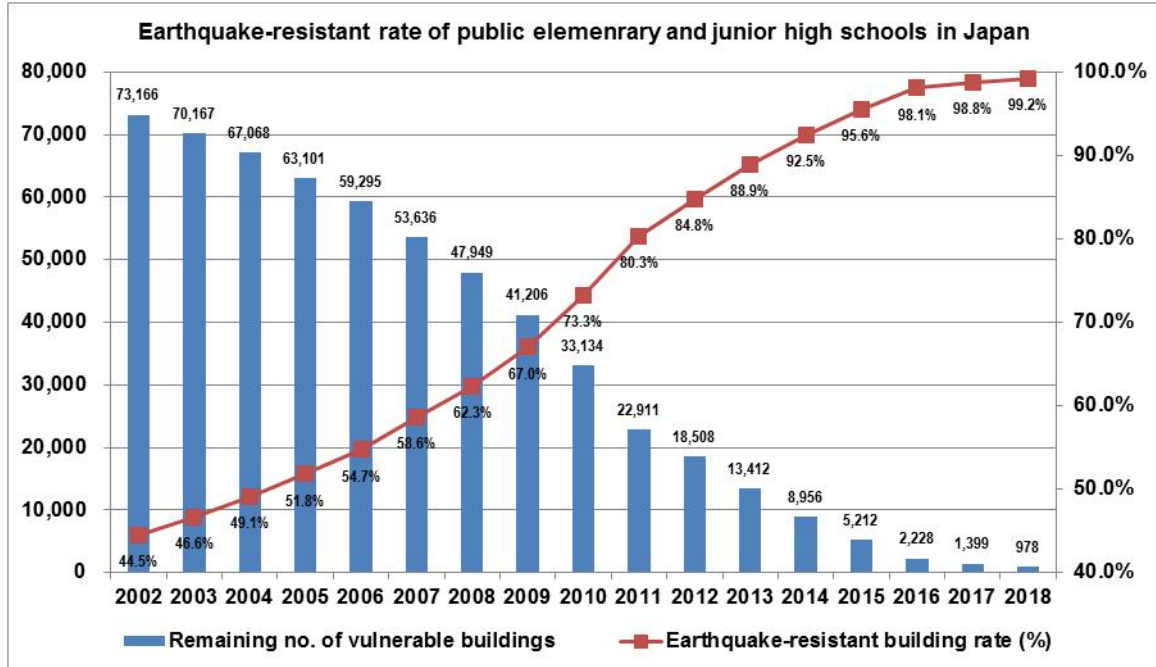
³ <https://www.unisdr.org/archive/43110>

表2-6 教育施設の耐震補強に関する活動（国家地震戦略及び行動計画）

Responsible Organization	Associated Organization	Realization Period
MoNE	YÖK, Relevant Governmental Institutions, Governorates, Universities, Private Sector, Municipalities	2012-2017

出典：国家地震戦略及び行動計画 2012-2023

しかし、これは日本における耐震化の実績と比較しても非常に困難な挑戦と言える。日本では、死者の大半が倒壊した建物によって引き起こされた1995年の阪神・淡路大震災の後、旧耐震基準に基づいて設計・建設された脆弱な建物の耐震性能の改善が喫緊の課題となった。日本政府は、地震後直ちに「建築物の耐震改修の促進に関する法律（以下、耐震改修促進法と称す）」を策定し、建物の耐震化を推進してきた。特に教育施設の耐震化に注力し、新耐震基準相当の耐震性を有する校舎（公立小中学校）の割合は、法の制定から20年後の2015年に95%を超えた（図2-5参照）。2002年から2015年にかけて、年平均5,000校の校舎が耐震補強もしくは建替えられた（5年ごとに25,000校の校舎）。



出典：JICA 調査団

図2-5 公立小中学校校舎の耐震化率

前述のように、MoNE は今後 10 年以内に耐震化を要する 18,000 の脆弱な学校の耐震性能を向上させることを目指している。これには年間 1,800 件を耐震補強または建替える必要がある。

MoNE は、世界銀行の資金供与による Disaster Risk Management in Schools Project により、プロジェクト期間中の 10 年で 700 校の建物の耐震化を行う予定である。それでも、「国家地震戦略及び行動計画」に従って、学校の耐震化を加速し、100%耐震化を達成するには、至急の追加資金協力が不可欠な状況にある。

(3) 県及び市庁舎

県及び市庁舎の耐震化の状況について、本調査では MoEU から情報提供を受けることができず、詳細を確認できなかった。ただし、MoNE が所掌する都市変容法では、必ずしも公共建築物を耐震化事業の対象から除外していない。

(4) 中低所得者向け集合住宅

MoEU 傘下の政府機関である TOKI（以前は首相府傘下）の主要な責務は、中低所得者向けの集合住宅を提供することである。また、関係省庁の要請に応じて、学校や病院などの公共建物の建築を請け負うこともある。いずれの場合にも、TOKI は建物を建設した後、所有者（引渡し前の使用者）に建物を引き渡す。

TOKI の所有地に建設された公的住宅プロジェクトの受益者は、初めに頭金を支払い、単一指標に基づく長期返済計画に従って月額払いを継続する⁴。中低所得層を対象とするプロジェクトの場合、公共部門の賃金指数が指標として設定される。返済期間は、対象グループの財政状況に応じて 8 年から 20 年の間で設定される。貧困グループ向けのプロジェクトは、TOKI と家族社会政策省が協力して実施されるが、TOKI は住宅の建設のみを請け負う。

従って、TOKI が建設した中低所得者向けのアパートは最終的に私有財産となる。耐震性の低い民間建物の耐震性能を改善することは、都市変容法の対象範囲である。TOKI によれば、TOKI は建物の建築のみを実施しており、耐震補強は対象としておらず、実施していない。また、TOKI ではすべての建物を耐震基準とハザードマップに準拠して建設しているため、TOKI が建設した建物について補強等は必要ないとの見解であった。

⁴ 出典：<https://www.toki.gov.tr/en/housing-programs.html>

2.4 学校建設に係る国際機関の動き

(1) Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP)

1) 概要

Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness Project (ISMEP) は世界銀行によるトルコ政府支援のための借款事業で、災害管理及び緊急対応に関する制度及び技術力の強化、重要な公共施設の耐震化、及び建築基準法のより良い施行への支援を通じた、イスタンブールの地震に対する備えの強化を目的としている。事業は 2006 年 2 月に開始し 2021 年に完了する予定である。

ISMEP は以下のコンポーネントで構成されている。

- コンポーネント A：災害に対する備えの強化
- コンポーネント B：公共施設に対する震災リスクの軽減
- コンポーネント C：建築基準法の施行
- コンポーネント D：プロジェクトマネジメント

世界銀行は事業開始当初 400 百万ドルを融資し、その後融資額を 550 百万ドルまで増加した。

表2-7 世界銀行による ISMEP への融資額 (百万ドル)

Component	Total Estimate	Actual Cost (2015)
A: Enhancing Emergency Preparedness	107.9	78.7
B: Seismic Risk Mitigation for Public Facilities	392.8	440.8
C: Enforcement of Building Codes	6.4	6.7
D: Project Management	10.9	9.3
Contingency	33.0	0.0
Total	550.0	535.5

出典：World Bank, Project Performance Assessment Report, 2018

表2-8 世界銀行融資による ISMEP の耐震化工事

Facility Type	Retrofit (buildings)	Reconstruction (buildings)	Total (buildings)
Schools	626	13	639
Hospitals	38	1	39
Polyclinics & Health Centers	40	1	41
Administrative Buildings	39	1	40
Dormitories & Social Service Buildings	41	6	47
TOTAL	784	22	806

出典：World Bank, Project Performance Assessment Report, 2018

2) 契約パッケージ

ISMEP の調達計画（2012 年 8 月 10 日）によると、505 棟 79 パッケージの学校耐震補強工事と 13 棟 7 パッケージの学校建替え工事が実施された。耐震補強費用が建替え費用の 40%未満の場合は耐震補強工事が適用される。

表2-9 工事契約パッケージ概要

	Retrofit Work	Reconstruction Work
Package	79 packages	7 packages
Total Number of Building	505 buildings	13 buildings
Average Number of Building per Package	6.39 buildings	1.86 buildings
Total Contract Amount	EUR 159,083,797.16	EUR 27,608,663.99
Average Contract Amount per Package	EUR 2,013,718.95	EUR 3,944,094.86
Average Contract Amount per Building	EUR 315,017.42	EUR 2,123,743.38
Average Contract Period	206 days	280 days

出典：「Procurement Plan, ISMEP」に基づき JICA 調査団作成

また、学校及び他の公共施設の設計及び施工監理に関する 17 のコンサルティングサービス契約パッケージが実施された。

表2-10 コンサルティングサービス契約パッケージ概要

	Feasibility Study	Design	Construction Supervision	Design /Construction Supervision
Packages	3 packages	4 packages	4 packages	6 packages
Total Contract Amount	EUR 3,133,776.25	EUR 6,115,620.80	EUR 5,047,001.57	EUR 7,396,410.00
Average Contract Amount per Package	EUR 1,044,592.08	EUR 1,528,905.20	EUR 1,261,750.39	EUR 1,232,735.00
Average Contract Period	384 days	546 days	842 days	1,050 days

出典：「Procurement Plan, ISMEP」に基づき JICA 調査団作成

3) 事業拡大

ISMEP の事業基盤が強固であったため、世界銀行以外の国際機関から相当な追加融資が行われ、最終的には事業費の約 80%が他の国際機関からの融資となった。

表2-11 ISMEP への融資額（百万ユーロ）

Financing Source	Committed Financing	Financing disbursed (January 2018)
World Bank	419.8	415.3
European Investment Bank	600.0	512.4
Council of Europe Development Bank (CEB)	500.0	406.6
Islamic Development Bank	247.9	146.1
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	250.0	16.0
Total	2,017.7	1,496.5

出典：World Bank, Project Performance Assessment Report, 2018

表2-12 ISMEP の耐震化工事（2018年1月）

Type of Building	Work	ISMEP Total	
		Campus	Building
Schools	Retrofit	632	784
	Reconstruction	283	312
Hospitals	Retrofit	12	48
	Reconstruction	6	6
Polyclinic & Health Center	Retrofit	59	59
	Reconstruction	2	2
Dormitories	Retrofit	12	28
	Reconstruction	1	10
Social Service Buildings	Retrofit	8	16
	Reconstruction	2	6
Administrative Buildings	Retrofit	25	43
	Reconstruction	7	11
Total		1,049	1,325

出典：World Bank, Project Performance Assessment Report, 2018

2019年12月時点で、ISMEPでは1,150棟の学校を含む1,350棟の公共施設が耐震化された。内訳は800棟の耐震補強と350棟の建替えとなる。

243棟の学校の耐震化工事が未完了であるが、国際機関からの追加融資で今後3年間の内に完了する計画である。

(2) Disaster Risk Management in Schools Project

1) 概要

2019年8月8日に世界銀行とトルコ政府はDisaster Risk Management in Schools Projectのための300百万ドルの借款契約を締結した。事業の目的は、地震リスクの高い地域における対象校の生徒、教師及びスタッフの安全を強化することにある。個人コンサルタントの雇用手続きは2019年12月に開始することが予定されている。

事業は以下の3コンポーネントで構成される。

- **コンポーネント1：学校の耐震性能の改善**
 - 耐震補強及び建替えにより地震リスクの高い地域における学校のリスク削減を支援する、優先度の高い投資パッケージの策定
 - 優先度の高い教育施設の耐震補強もしくは建替え工事
 - 追加耐震診断の実施
 - 今後の投資戦略のための学校耐震化戦略の策定
 - コミュニケーション及び意識向上のための活動
- **コンポーネント2：安全な学校のための制度及び技術能力強化**

本コンポーネントは、本事業及び今後想定される継続事業の円滑な実施のために、国民教育省建設不動産局（CRED）の技術及び分析能力を強化する。世界銀行によると、詳細なスコープはまだ定められておらず、本コンポーネントの予算は必要に応じて柔軟に利用できる。

● **コンポーネント 3：プロジェクトマネージメント**

本コンポーネントは本事業の実施管理に関して CRED 及び職員の能力を強化する。以下の個人コンサルタントが雇用される予定である。

- 財務管理専門家
- 調達管理専門家
- モニタリング・評価専門家
- 環境社会フレームワーク専門家
- コミュニケーション専門家

2) 事業費内訳

事業費積算の前提条件

- 建替え工事単価 : 2,400 リラ/m²
- 耐震補強工事単価 : 900 リラ/m²
- 建替え工事面積 : 6,500 m² (小学校、24 教室)
6,500 m² (中学校、24 教室)
4,000 m² (宿泊施設、100 床)
- 耐震補強工事面積 : 2,500 m² (小学校、24 教室)
3,000 m² (中学校、24 教室)
4,000 m² (宿泊施設、100 床)
- コンサルティングサービス : 耐震工事費用の 6%
- 家具・機材 : 700,000 リラ/棟 (学校建替え)
700,000 リラ/棟 (宿泊施設建替え)
250,000 リラ/棟 (学校建替え)
TRY 300,000/棟 (宿泊施設建替え)

表2-13 事業費

USD 1.0 = TRY 5.68

No.	Item	Unit Cost		Q'ty	Total
		TRY	USD		USD
C1	Improving Seismic Resilience of Schools				
C1.1	Reconstruction				
C1.1.1	Primary School (24 Classes, 6,500m ²)				
	Construction Cost	15,000,000	2,640,845	25	66,021,127
	Bidding Docs, Design and SV	900,000	158,451	25	3,961,268
	Furnishing and Equipment	700,000	123,239	25	3,080,986

No.	Item	Unit Cost		Q'ty	Total
		TRY	USD		USD
C1.1.2	Secondary School (24 Classes, 6,500m ²)				
	Construction Cost	15,000,000	2,640,845	20	52,816,901
	Bidding Docs, Design and SV	900,000	158,451	20	3,169,014
	Furnishing and Equipment	700,000	123,239	20	2,464,789
C1.1.3	Boarding House (100 beds, 4,000m ²)				
	Construction Cost	10,000,000	1,760,563	5	8,802,817
	Bidding Docs, Design and SV	600,000	105,634	5	528,169
	Furnishing and Equipment	700,000	123,239	5	616,197
	C.1.1 Total				141,461,268
C1.2	Retrofit				
C1.2.1	Primary School (2,500m ²)				
	Construction Cost	2,250,000	396,127	200	79,225,352
	Bidding Docs, Design and SV	112,500	19,806	200	3,961,268
	Furnishing and Equipment	250,000	44,014	200	8,802,817
C1.2.2	Secondary School (3,000m ²)				
	Construction Cost	2,700,000	475,352	90	42,781,690
	Bidding Docs, Design and SV	135,000	23,768	90	2,139,085
	Furnishing and Equipment	250,000	44,014	90	3,961,268
C1.2.3	Boarding House (100 beds, 4,000m ²)				
	Construction Cost	3,600,000	633,803	10	6,338,028
	Bidding Docs, Design and SV	180,000	31,690	10	316,901
	Furnishing and Equipment	300,000	52,817	10	528,169
	C1.2 Total				148,054,577
C1.3	Seismic Risk Evaluation				
C.1.3.1	Additional Seismic Evaluation and Design	45,000	7,923	100	792,254
	C1.3 Total				792,254
C1.4	Communication				
C1.4.1	Communication and Visibility Activities	-	-	-	1,441,901
	C1.4 Total				1,441,901
C1.5	Operation Cost				
	C1.5 Total				1,000,000
	C1 Total				292,750,000
C2	Enhancing Institutional and Technical Capacity for Safer Schools				
	C2 Total				1,500,000
C3	Project Management				
	C3 Total				5,000,000
	Component Total				299,250,000
	Pre Commission Cost (0.25%)				750,000
	Grand Total				300,000,000

コンサルティングサービス合計 : 14,867,959 ドル

個人コンサルタント合計 : 5,000,000 ドル

建替え・耐震補強合計 : 255,985,915 ドル

家具・機材合計 : 19,454,225 ドル

出典 : JICA 調査団、the Cost Benefit Analysis, World Bank

(3) The EU Facility for Refugees in Turkey (FRiT)

トルコは現在4百万人を超える難民を受け入れており、欧州連合は the EU Facility for Refugees in Turkey (FRiT) を通じて、この難題に取り組んでいるトルコを支援している。FRiT は6,000

百万ユーロの資金があり、その主な焦点は人道支援、教育、保健、市のインフラ及び社会経済支援である。

CRED によると、FRiT では 575 百万ユーロが学校建設事業に充てられ、その内 150 百万ユーロが世界銀行に、425 百万ユーロがドイツ復興金融公庫（KfW）により管理されている。また 40 百万ユーロが教育施設のエネルギー効率事業に充てられる予定である。調達手続きに関して、世界銀行は独自の調達手続きを採用しているが、KfW ではトルコの公共調達法に従って手続きを進めている。

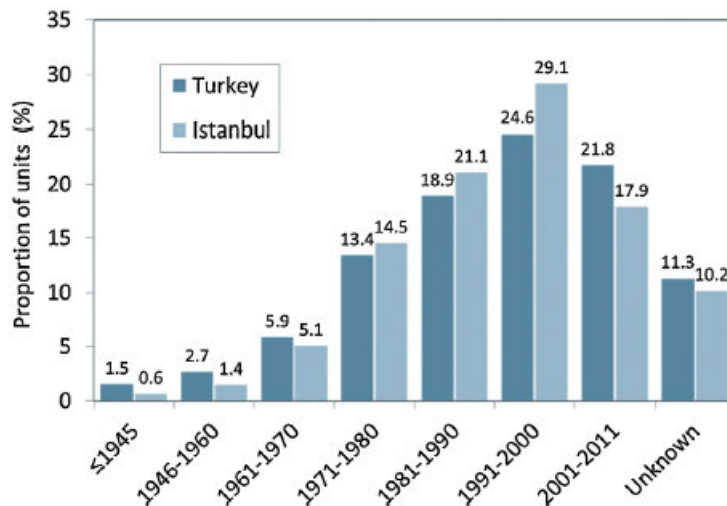
(4) European Bank for Reconstruction and Development (EBRD)

欧州復興開発銀行（EBRD）は、トルコの公共セクターにおける新しいエネルギー効率のための融資モデルを計画している。CRED によると、EBRD はエネルギー効率を考慮した学校の耐震化事業を計画しているが、詳細な事業スコープ及び対象地域ははまだ決定していない。

2.5 トルコの耐震化工事に係る技術水準

(1) 特徴と課題

トルコでの主要な課題の 1 つは、耐震化が必要な建物ストックの数にある。トルコの建物ストックは、大半の建物が 1998 年の耐震基準の大幅な改定前に建設された建物で構成されており、脆弱性が高い（図 2-6 参照）。

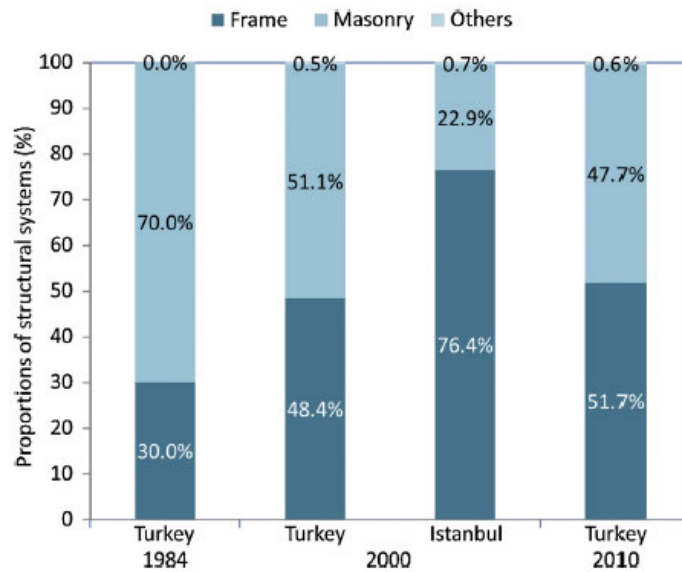


出典：Turkey's Grand Challenge: Disaster-Proof Building Inventory Within 20 Years, O. Gunes, 2015

図2-6 イスタンブールにおける建築物の建設年代構成

トルコの建築物は、主に RC フレームまたは組積（メゾンリー）構造で構成される（図 2-7 参照）。公共建築物の多くは RC 構造と思われ、多くが平屋建ての住居家屋などは組積構造であるものと考えられる。学校の現地調査の際には、レンガ組積造の古い学校校舎が見られた。

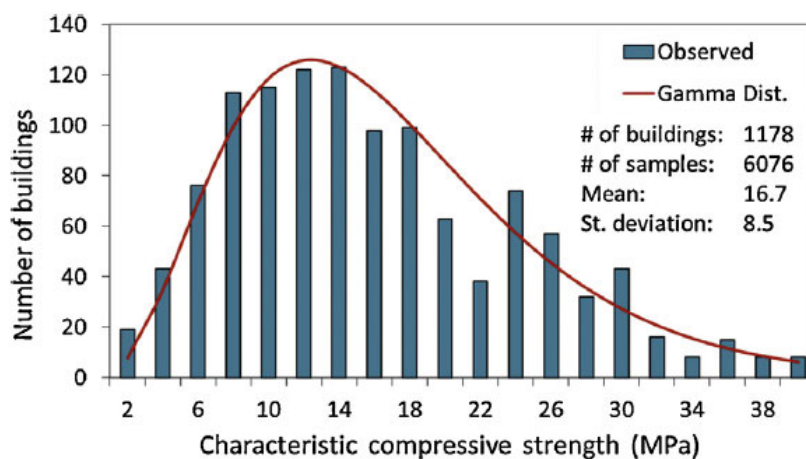
こうした構造物の耐震補強は容易でないことも多く、費用対効果を考えると建替えすることになる可能性が高い。



出典：Turkey's Grand Challenge: Disaster-Proof Building Inventory Within 20 years, O. Gunes, 2015

図2-7 トルコ全体及びイスタンブールにおける構造形式による建物の構成

古い建物は、そもそも設計地震力が小さいために耐震能力が低いことに加えて、コンクリートの実強度が極めて低い傾向がある。現行の耐震基準では、地震ハザードゾーン内の建物のコンクリート圧縮強度は最低 20MPa と規定されているが、古い建物のコンクリート強度はしばしば 10MPa 未満となっている（図 2-8 参照）。コンクリートの強度や品質が低い原因として、かつてはレディーミクストコンクリートと比較して品質を制御するのがはるかに難しい現場練りコンクリートが広く使用されていたことが挙げられる。



出典：Turkey's grand challenge: Disaster-proof building inventory within 20 years, O. Gunes, 2015

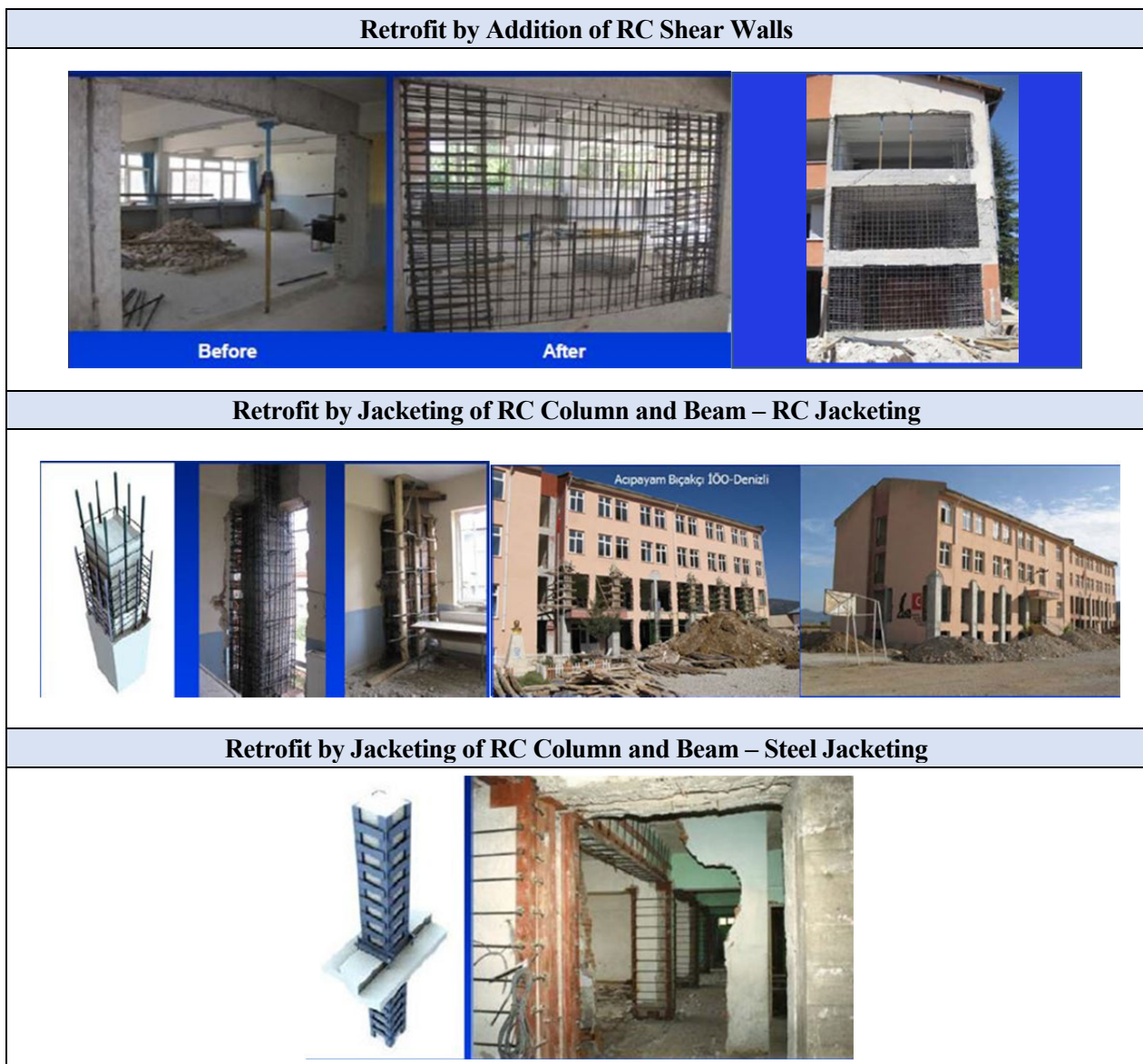
図2-8 イスタンブール及び周辺地域における 2000 年以前のコンクリート強度の分布

低強度のコンクリート、鉄筋の強度不足や配筋不足などが相まって、古い建物では現行の耐震基準の要求に対して耐力が大幅に不足している状況にある。特に従来型の耐震補強方法が採用された場合には、建物構造の広い範囲で耐震補強工事が必要となる可能性がある。

(2) 耐震補強（従来型）

トルコで広く採用されている耐震補強手法は、RC 耐震壁の増設や RC 柱・梁の巻き立てなど、いわゆる従来型の耐震補強方法である。通常、対象となる建築構造の特性に応じて、これらの手法が組み合わせて用いられる（耐震補強手法の技術的な詳細については、第 3 章を参照のこと）。一般に RC 部材に比べて鋼材が高いこともあり、トルコでは耐震補強における鉄骨ブレースなどの鋼材の使用はあまり普及していない。トルコにおける従来型の耐震補強方法の適用・実施は適切かつ効果的と考えられる。

表2-14 トルコにおける従来型耐震補強



Retrofit by Jacketing of RC Column and Beam – Fiber Sheet Jacketing



出典：Study on Promotion of Japanese Technologies for Seismic Retrofit in Turkey,

(3) 耐震補強（先進手法）

トルコにおける、先進手法による耐震補強技術の適用は限定的である。先進技術がまだ十分なコスト競争力を持っていないことも一因と考えられる。免震構造などを採用した病院や空港建物等の公共建物の事例がいくつか見られる程度である。また、ダンパー等の減衰装置を用いた耐震補強を実施した工業施設の例もある。

これら先進技術を用いた構造設計は、トルコ国内の設計プロセスや手法、設計基準が整備されていなかったため、米国基準や欧州基準などの国際的な設計基準や設計標準に基づいて設計された。

免震構造の設計については、2018年の現行耐震基準に盛り込まれた。また、MoHは地震ハザードの高い地域で新築または建替えされる病院建物について、免震構造を採用する方針を掲げている。

(4) ブルサ県及びイズミル県学校の現地調査

本調査の目的は、トルコにおける学校建物の一般的な設計及び施工の状況、耐震補強工事の実施状況等の概要を把握することである。合わせて、学校における防災教育の実施状況や、学校建物の補強等に関する教職員の考えを聞き取った。現地調査の実施要領は下記の通り。

【目視調査】

- 学校建物の概要（形状や工法）の確認
- 学校建物の施工品質や耐震補強工事の状況の確認

【聞き取り調査】

- 耐震補強や建替えに対する学校関係者の考え
- 耐震補強工事の実施期間における授業継続
- 防災教育の現状
- 学校を一時避難所として使用する考えに対する学校関係者の意見

これら事項の確認のため、MoNEが選定したブルサ及びイズミルの学校を訪問した。調査の行程は以下の通り。

表2-15 学校状況の現地調査工程

Visit Date	Province	District	School Type	Status
10/7/2019	Bursa	Osmangazi	High School	Retrofitted
			Junior High School	Under construction
10/8/2019	Bursa	Osmangazi	High School	Seismic assessment performed
		Inegol	Primary School	Retrofitted
			High School	Seismic assessment performed
10/9/2019	Bursa	Yildirim	Primary School	Seismic assessment performed
			High School	Seismic assessment performed
		Nilufer	High School	Retrofitted
10/10/2019	Bursa	Osmangazi	Junior High School	Seismic assessment performed
	Izmir	Konak	High School	Historical School Building (National Monument)
10/11/2019	Izmir	Bornova	Special Education School	Retrofitted
			High School	Seismic assessment performed
			Technical & Vocational High School	Seismic assessment performed
			Primary School	Under construction
10/12/2019	Izmir	Bornova	Junior High School	Seismic assessment performed
			Primary School	Seismic assessment performed
		Konak	Vocational & Technical High School	Retrofitted

出典：JICA 調査団

訪問した合計 17 校の内訳は以下の通り。

- ブルサ 9 校、イズミル 8 校
- 小学校 4 校、中学校 3 校、高校 9 校、特殊学校 1 校
- 補強済み 5 校、建設中 2 校、耐震評価済み 9 校、歴史的建造物 1 校

調査の所見は下記の通り。

【学校・教育概要】

- トルコの学制は、小学校 4 年、中学校 4 年、高校 4 年の 4・4・4 制。
- 学校のキャパシティ不足から、一部の学校でダブルシフトでの学校運営を実施している（例えば第 1 シフトが 7:30-13:30、第 2 シフトが 13:30-19:10 など）。

【耐震化について】

- これまで実施された耐震補強のほとんどは、耐震壁の増設、柱や梁の巻き立て、基礎の補強等（従来型補強）である。耐震壁の増設などはバランスよく行われており、同時に基礎の補強も実施されていることから、概ね適切な補強が実施されているものと推測される。
- 耐震化について、耐震補強よりも建替えが好まれるということはなく、校長の多くは中央政府が決定した方針に従うという姿勢であった。
- 建物の維持管理については、定期的に改修工事が実施されており、概して適切に行われているように見受けられた。ただし、建物設備の更新や、最新の消防法規（避難等）に従って建物を改修する必要がある建物も多く、耐震補強工事を行う場合には、同時に改修（リノベーション）が必要な状況である。

- 耐震補強工事の実施期間における授業の継続については、①夏休み期間中（3 か月）に工事を完了する、②工事をブロックごとに行い授業中断が生じないようにする、③工事期間中は生徒を他校に移す、という対応が取られている。
 - ①については、通常の補強工事期間が 8-10 カ月であることから、必要な補強箇所が少ない、小規模な補強工事等に例が限られる。
 - ②については、校舎内にスペースの余裕があれば実施可能だが、トルコの学校ではダブルシフトを実施しているケースも多く、スペースに余裕のある学校は限られる。
 - ③が最も一般的な方法で、周囲にシングルシフトの学校があれば、その学校をダブルシフトに移行して、生徒を移管する方法が取られるようである。ただし、周囲の学校が全てダブルシフトを実施するなど、地域のキャパシティに余裕のない学校も少なからずあった。そうした学校では、建物内部を占拠する従来型手法による補強が難しく、居ながら施工が可能な補強方法（アウターフレーム工法など）への要望が強かった。
- 一時期の典型的な学校校舎は、長方形の建物中央に階段を配し、その両側をスキップフロアにして、中廊下の校舎をつなぐという形態をとっている（下写真参照）。こうした建物はアウターフレーム工法を適用しやすい。また、トルコの学校は建物周囲のスペースに余裕があり、建物外側での工事が可能なアウターフレーム工法の実施に適している。



写真：一時代を代表する典型的な学校校舎の形式

【防災教育・避難所機能】

- 10月8日に調査したブルサ県 Inegol 地区の高校では、国民教育省が実施する研修で認定された Master Teacher による防災教育講義が実施されていた（Master Teacher は他校の先生、同地区に5名の Master Teacher がいる）。

-
- 他の学校では Master Teacher の存在は確認できなかったが、多くの教員が、国民教育省や AFAD から派遣された講師による防災講習等を受講しているようである。防災教育は一定の浸透を見せているものの、校長自身があまり正確に現状を認識していないか、もしくはまだ十分でないと考えているように見受けられた。
 - 学校では通常、年 2 回避難訓練を実施している。その際、AFAD や消防の講習や指導が行われる。
 - 学校を一時避難所として使用することに対しては、ほとんどの学校が好意的であった。1999 年のコジャエリ地震でも、多くの人が学校に避難したという話が聞かれた。ただ、スペースの制約や設備不足により現実的には避難所使用が困難な学校もあった。
 - 避難所運営に対する教員の協力という面では、最近のイスタンブールの地震でも、先生は学校に留まり、自分の責務を超えた支援を惜しまなかったという話もあった。ただし、もし学校を避難所として使用する場合には、多くの校長が教員の啓蒙や訓練を望んでいた。

第3章 建築耐震設計基準

3.1 建築耐震設計基準（2018年）

トルコの建築耐震設計基準（Principles for Design of Buildings under Earthquake Effect）は1944年に制定され、最新の改定版は2018年に公表、2019年1月1日に施行された。新しい基準では、2007年版を大幅に改定するとともに、高層建築、免震建築、冷間成型鋼建築（CFS：cold-formed steel）及び木造建築に関する規定が追加された。

(1) トルコ建築耐震設計基準の変遷

トルコでは、1939年のエルジンジャン地震（Erzincan earthquake、M7.9、死者30,000人以上、大破・倒壊建物116,000棟以上）をきっかけとして、1944年に建築耐震設計基準が制定された。その後も、トルコでは幾つもの大地震が発生している。例えば、ヴァルト（Varto）地震（M6.9、1996）、ゲディズ（Gediz）地震（M7.2、1970）、リジェ（Lice）地震（M6.9、1975）、チャルディラン（Caldiran）地震（M7.2、1976）、コジャエリ（Kocaeli）地震（M7.4、1999）、デュズジェ（Duzce）地震（M7.2、1999）、ヴァン（Van）地震（M7.2、2011）がある。地震が発生する度に多くの建物が被災し、建物の耐震性能を強化するため、耐震基準は1949年、1953年、1962年、1968年、1975年、1998年、2007年に主要な改定がなされ、最近では2018年に改定された。1998年の改定では、初めて確率論的解析に基づくハザードマップが採用され、2007年の改定では耐震診断・補強についての規定が追加された。2018年の改定では、ハザードマップが更新され、性能照査設計が強化された。耐震設計基準の変遷は図2-1に示した通りであり、ハザードマップの進化と地震荷重の計算方法の変遷について表3-1に示す。

表3-1 地震ハザードマップの進化と地震荷重 (Base shear) 評価方法の変遷

Year	Seismic Hazard Map	Base Shear Calculation
1944	NA	First seismic design code. The base shear is calculated by: $V = C \cdot W$ V: Base shear C: seismic coefficient (= 0.1 for whole country) W: weight of building
1945	First official seismic zonation map based on earthquake damage Zone 1: high seismic hazard Zone 2: less seismic hazard Zone 3: no seismic hazard	
1949		Revision of seismic coefficient C = 0.02 - 0.04 for Zone 1 C = 0.01 - 0.03 for Zone 2
1963	Revision of seismic hazard map using MSK intensity scale Zone 1: MSK \geq VIII Zone 2: MSK VII – VIII Zone 3: MSK V – VII Zone 4: no seismic hazard	
1968		Response spectrum and importance factor were introduced for seismic design. $C = C_0 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ C_0 : zone coefficient, = 0.06, 0.04 and 0.02 for Zone 1, 2 and 3 α : factor for soil condition, = 0.8 - 1.2 β : importance factor, = 1.0 and 1.5 γ : spectral shape
1972	Revision of seismic hazard map Zone 1: MSK \geq IX Zone 2: MSK VIII Zone 3: MSK VII Zone 4: MSK \leq VI Zone 5: no seismic hazard	
1975		Zone coefficient was increased and structure factor was introduced. $C = C_0 \cdot K \cdot I \cdot S$ C_0 : zone coefficient, = 0.1, 0.08, 0.06 and 0.03 for Zone 1, 2, 3 and 4 K: factor for structure type, = 0.6 - 1.5 I: importance factor, = 1.0 and 1.5 S: combined coefficient for spectral shape and site condition, = $1 / 0.8 + T - T_0 $ T and T_0 : the fundamental period of building and soil, respectively
1996	Seismic hazard map was created based on probabilistic seismic hazard analysis for PGA with a 475-year return period. Zone 1: PGA = 0.4 Zone 2: PGA = 0.3 Zone 3: PGA = 0.2 Zone 4: PGA = 0.1 Zone 5: no seismic hazard	

Year	Seismic Hazard Map	Base Shear Calculation
1998		<p>Ultimate strength design was introduced. The latest concept for seismic design was included.</p> $C = A_0 \cdot I \cdot S(T) / R_a(T)$ <p>A_0: zone coefficient, = 0.4, 0.3, 0.2 and 0.1 for Zone 1, 2, 3 and 4</p> <p>I: importance factor, = 1.0 to 1.5</p> <p>$S(T)$: spectral shape, $S(T)_{max} = 2.5$</p> <p>$R_a(T)$: response modification coefficient for different structure type</p>
2007		Seismic assessment and rehabilitation of existing buildings were added.
2018	Revision of seismic hazard map by probabilistic seismic hazard analysis for PGA, acceleration response at 0.2 and 1.0 seconds for 43-year, 72-year, 475-year and 2475-year return periods.	
2018		<p>Site specific response spectrum was calculated with acceleration response at 0.2 and 1.0 seconds.</p> $C = S(T) \cdot I / R_a(T)$ <p>$S(T)$: spectral acceleration</p> <p>I: importance factor, = 1.0 and 1.5</p> <p>$R_a(T)$: response modification coefficient for different structure type</p>

出典：JICA 調査団

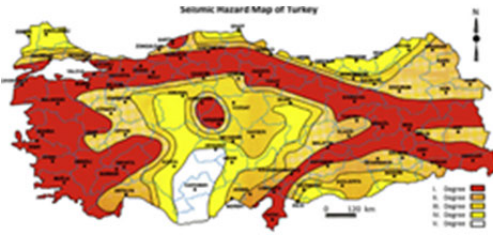
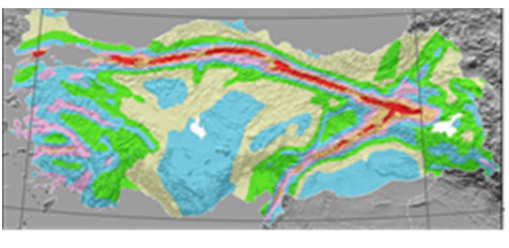
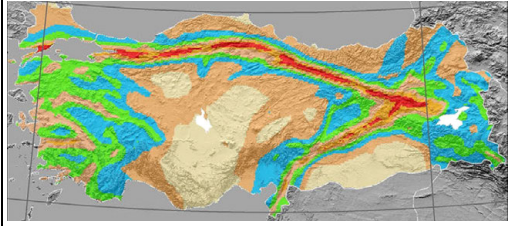
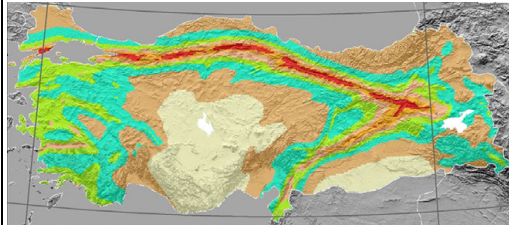
(2) 建築耐震設計基準（2018年）の概要

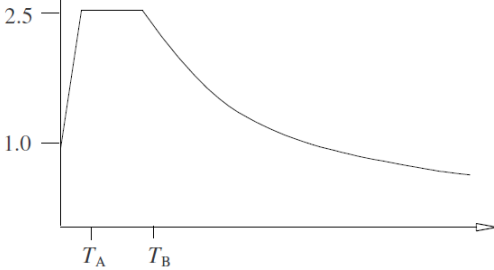
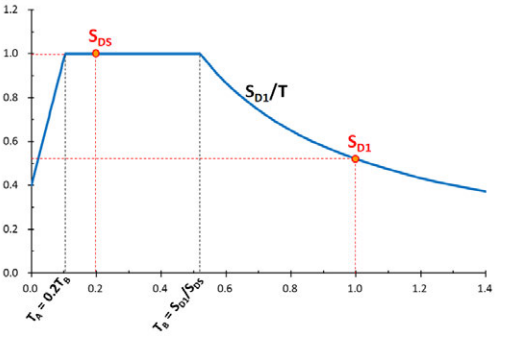
トルコ建築耐震設計基準 2018 年版は 17 章により構成され、地震荷重の計算や設計方法が規定されている。目次は以下のとおりである。

- 第 1 章 一般規定
- 第 2 章 地震動
- 第 3 章 地震荷重を受ける建築物設計の基本則
- 第 4 章 強度に基づく耐震設計法
- 第 5 章 変形に基づく耐震設計法
- 第 6 章 非構造部材の耐震設計法
- 第 7 章 現場打ち RC 建築物の耐震設計法
- 第 8 章 プレキャスト RC 建築物の耐震設計法
- 第 9 章 鋼構造建築物の耐震設計法
- 第 10 章 冷間成型鋼（Cold-Formed Steel）構造建築物の耐震設計法
- 第 11 章 レンガ造建築物の耐震設計法
- 第 12 章 木造建築物の耐震設計法
- 第 13 章 高層建築物の耐震設計法
- 第 14 章 免震建築物の耐震設計法
- 第 15 章 既存建築物の耐震診断・耐震補強設計法
- 第 16 章 基礎の耐震設計法
- 第 17 章 低層・現場打ち RC 建築物の簡便耐震設計法

2018年耐震基準の主な特徴は新しいハザードマップの採用と性能照査設計の強化である。新しいハザードマップでは地震動の区分をなくし、連続した地震動の数値で規定される。また、1998年のハザードマップでは、再現期間475年の地盤加速度（PGA）のみであったが、2018年のハザードマップは、再現期間43、72、475、2,475年のPGA、地表面最大速度（PGV）、0.2秒と1.0秒の応答加速度（SA）を対象に作られた。2018年と2007年の耐震基準における地震荷重計算と要求性能の比較を表3-2に示す。

表3-2 2018と2007年耐震基準の地震荷重計算と要求性能の比較

Item	2007 Code	2018 Code
Hazard map	Seismic hazard is divided into 4 zones. The PGA is assigned for each zone 	Seismic hazard is given continuously, not in zones 
Ground motion indicator	Only PGA is mapped	PGA, PGV and the spectral acceleration at 0.2 and 1.0 seconds are mapped  Hazard map of spectral acceleration at 0.2 seconds  Hazard map of spectral acceleration at 1.0 seconds Map source: S. Akkar, etc., 2018
Ground motion intensity level	Hazard map for 475-year return period only. The value of PGA for 2475-year return period is estimated using the formula: $PGA _{2475} = 1.5 * PGA _{475}$	Hazard map is created for 43-year, 72-year, 475-year and 2475-year return periods, respectively.

Item	2007 Code	2018 Code
Response spectrum	<p>Spectral shape is specified for different site classification. Design response spectrum is calculated using the formula: Spectral acceleration = PGA * spectrum shape</p>  <p>where T_A and T_B are given for different site classification</p>	<p>Spectral acceleration at 0.2 (S_{DS}) and 1.0 (S_{D1}) seconds are used to determine the design response spectrum.</p> 
Seismic performance required	<p>Two performance levels: Immediate occupancy (IO) Life safety (LS)</p>	<p>Four performance levels: Uninterrupted Use (KK) Limited Damage (SH) Controlled Damage (KH) Collapse Prevention (GO)</p>

出典：JICA 調査団

性能照査設計では要求性能を建築物の用途、地震動強さ、建築物高さなど考慮して規定している。建築物用途区分、地震設計区分、建築物高さ区分をそれぞれ表 3-3、表 3-4 と 表 3-5 に示す。

表3-3 建築物用途区分 (BKS) と重要度係数 (I)

Building Usage Class	Intended Use of Building	Building Importance Factor (I)
BKS=1	<p>Buildings to be utilized after the earthquake and buildings, buildings for intensive use and long-term occupation, buildings for preserving valuable goods, buildings containing hazardous materials</p> <p>a) Buildings required to be utilized immediately after the earthquake (i.e. hospitals; dispensaries; health wards; firefighting buildings and facilities; PTT (General Directorate of Post and Telegraph Organization) and other telecommunication facilities; transportation stations and terminals; power generation and distribution facilities; governorate, county and municipality administration buildings; first aid and emergency planning stations)</p> <p>b) Schools; other educational buildings and facilities; dormitories and hostels; military barracks; prisons; etc.</p> <p>c) Museums</p> <p>d) Buildings containing or storing toxic substances; explosive and flammable materials; etc.</p>	1.5
BKS=2	<p>Buildings for intensive use but short-term occupation</p> <p>Malls; sport facilities; cinemas; theater and concert halls; prayer buildings; etc.</p>	1.2
BKS=3	<p>Other buildings</p> <p>Buildings other than the above-defined buildings (i.e. residential and office buildings; hotels; building-like industrial structures; etc.)</p>	1.0

出典：建築耐震設計基準 2018

表3-4 地震設計区分 (DTS)

Design Spectral Acceleration Factor at Short Period for DD-2 Earthquake Ground Motion Level (S_{DS})	Building Usage Class (BKS)	
	BKS=1	BKS=2, 3
$S_{DS} \leq 0.33$	DTS=4a	DTS=4
$0.33 < S_{DS} < 0.50$	DTS=3a	DTS=3
$0.50 < S_{DS} < 0.75$	DTS=2a	DTS=2
$S_{DS} \leq 0.75$	DTS=1a	DTS=1

出典：建築耐震設計基準 2018

表3-5 建築物高さ区分 (BYS) と対応する高さ範囲

Building Height Class	Building Height Classes and Building Height Ranges Defined According to Earthquake Design Classes [m]		
	DTS=1,1a,2,2a	DTS=3,3a	DTS=4,4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

出典：建築耐震設計基準 2018

2018年耐震基準では、再現期間43年(DD4)、72年(DD3)、475年(DD2)、2,475年(DD1)の4つの地震動レベルが規定されている。各地震動レベルの要求性能と用いるべき設計方法は表3-6に記述の通りである。

表3-6 要求性能と評価/設計方法

(a) 新築現場打ち RC、プレキャスト RC、鋼構造建築物（高層建築以外、BYS ≥ 2）

Earthquake Ground Motion Level	DTS=1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a, 2a	
	Normal Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach	Advanced Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach
DD-3	---	---	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT ⁽⁵⁾	KH	DGT ^(3,4)
DD-1	---	---	KH	ŞGDT

(b) 新築・既存高層建築物（BYS = 1）

Earthquake Ground Motion Level	DTS=1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a, 2a	
	Normal Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach	Advanced Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach
DD-4	KK	DGT	---	---
DD-3	---	---	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT ⁽³⁾	KH	DGT ^(3,4)
DD-1	GÖ	ŞGDT	KH	ŞGDT

(c) 既存現場打ち RC、プレキャスト RC、鋼構造建築物（高層建築以外、BYS ≥ 2）

Earthquake Ground Motion Level	DTS=1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS=1a, 2a	
	Normal Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach	Advanced Performance Target	Evaluation/Design Performance Approach
DD-3	---	---	SH	ŞGDT
DD-2	KH	ŞGDT	---	---
DD-1	---	---	KH	ŞGDT

Note: DGT: Strength-based calculation method; SGDT: Deformation-based calculation method

出典：建築耐震設計基準 2018

3.2 耐震診断

1999年のコジャエリ地震では、200,000以上の建物が大破・倒壊し、17,000人以上がなくなった。この地震により、既存建物の脆弱性、それに対する耐震補強の重要性が改めて認識された。その結果として、2007年の耐震基準改定では、既存建築物の耐震診断と耐震補強の内容が追加された。これを受けて、イスタンブールにおいて公共建築物の耐震性能強化を目的とした ISMEP が実施された。また、MoH は病院の耐震安全性を確保するため、古い病院の建て

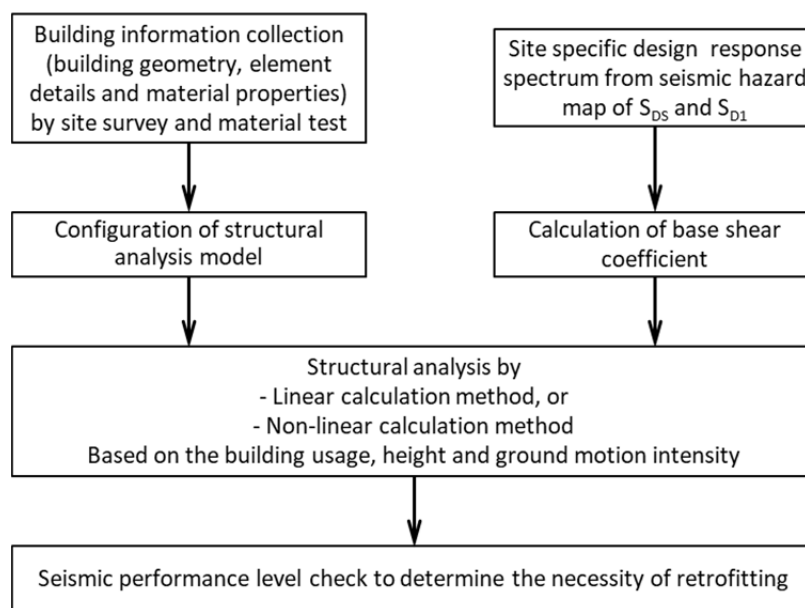
替えを推進し、ある規模以上の新規病院建設に対して免震構造の採用が義務付けられた。MoNE ではトルコ全国の学校を対象とした耐震性能強化プロジェクトが始動した。2018 年の耐震基準改定では耐震診断、耐震補強に関する規定がさらに強化された。

既存建築物の耐震診断方法は、基本的に新規建築物の耐震設計と同じである。ただし、現場調査と材料実験により得られた実際の構造物寸法、コンクリート強度を用いて計算する。耐震診断では、三次元モデルの解析により各部材（柱、梁、せん断壁）の耐力が要求された性能を満足するかどうかをチェックする。これは、日本で使われている構造耐震指標（ I_s ）による耐震診断方法よりも詳細な評価手法と考えられる。

(1) 建築耐震設計基準（2018 年）の耐震診断と耐震補強の概要

既存建築物の耐震診断と耐震補強については、建築耐震設計基準（2018 年）の「第 15 章

既存建築物の耐震診断・耐震補強設計法」に記述がある。耐震診断方法は、現場調査により実際のコンクリート強度を使うこと以外、新規建築物の耐震設計と基本的に同じであり、図 3-1 に示す通りである。



出典：JICA 調査団

図3-1 耐震診断手順

2018 年耐震基準の耐震診断、耐震補強設計の主な内容（第 15 章）は以下の通りである。

15.1 適用範囲

既存建築物における耐震診断、耐震補強設計に関する一般規定

15.2 既存建築物のデータ収集

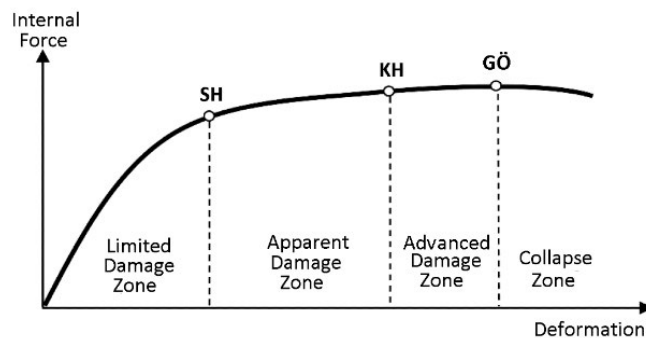
既存建築物の構造配置、部材寸法、材料強度、基礎形式、土質特性、損傷、増改築（あれば）などのデータは現場調査及び材料試験により収集する。

収集されたデータの充足度により、限定データレベルと総合データレベルに分類される。総合データレベルのデータを用いて評価された構造物の耐力はそのままとするが、限定データレベルのデータを用いて評価された構造物の耐力は計算値の75%とする。

15.3 構造部材の損傷限界と損傷ゾーン

構造部材及び断面の変形による損傷ゾーンは出典：建築耐震設計基準 2018

図 3-2 により定義される。



出典：建築耐震設計基準 2018

図3-2 構造部材及び断面の損傷ゾーンの定義

15.4 耐震性能評価の基本規則

既存建築物の耐震性能評価は基本的に新規建築物の耐震設計と同じ手順で行う。例えば、3方向（水平2方向、鉛直方向）の地震荷重の組み合わせにより、建築物の水平2方向の耐震性能をそれぞれ評価する。ただし、材料の実強度を用いる。

15.5 線形計算法による耐震性能評価

線形計算法（等価地震荷重法）は強度に基づく耐震性能評価に適用する。

15.6 非線形計算法による耐震性能評価

非線形計算法（プッシュオーバー、あるいは、時刻歴解析）は変形に基づく耐震性能評価に適用する。

15.7 変形限界

要求性能に対応する各部材の変形（ひずみ）限界が定義される。

15.8 既存建築物の要求性能

既存建築物の要求性能と対応する評価方法は表 3-6(c)に示した通りである。

15.9 耐震性能向上の方法

耐震性能向上の方法として、構造欠陥の除去、新しい構造部材の追加、自重の減少、既存構造部材の耐震性能向上、地震荷重伝達連続性の確保、などがある。

15.10 RC 建築物の耐震補強方法

RC 建築物に対して一般的に使われている耐震補強方法は下記の通りである。

- 柱の巻き立て (RC ジャケッティング、スチールジャケッティング、繊維強化ポリマージャケッティング)
- 断面を増加することにより柱の曲げ耐力の向上
- 梁の巻き立て (外部帯筋の追加、繊維強化ポリマーによるラッピング)
- 仕切り壁の補強
- 現場打ち RC せん断壁の追加 (フレーム面内、あるいは、フレーム面隣接に追加)
- 新しい RC 構造、フレームの追加
- RC 構造物の重量を減らす

(2) ISMEP の耐震診断について

ISMEP プロジェクトでは 1,350 棟の公共建築物の補強、建替えが終わった。そのうち、1,150 棟は学校校舎である (800 棟が補強、350 棟が建替え)。耐震補強が必要であるかどうかは耐震診断の結果により判断される。耐震診断はトルコ耐震設計基準 (2007 年) および ISMEP 技術委員会が作成した「イスタンブール学校・病院の耐震補強指針」に基づき行われた。耐震診断の手順は以下の通りである。

- 構造解析のため、現場調査により建築、構造、基礎の情報を収集する。
- 耐震基準の規定に従い、コンクリートのコア試料を取り、材料試験を行う。
- ボーリング及び土質試験により地盤調査を行う。
- 建築物周辺に重要な断層があるかを確認し、耐震診断のための地盤加速度を評価する。
- 入手可能なすべての設計書類 (建築・構造設計図書、仕様、増改築) をレビューする。
- 構造欠陥、細部問題、構造不適合などの有無を確認。
- 三次元構造解析モデルの構築
- 耐震基準で要求された解析方法と広く使われている解析ソフトにより構造解析を行う。
- 構造物の保有水平耐力と要求性能との比較により補強の必要性を判断する。
- 重要非構造部材、設備のインベントリを作成する。内容は電気系統、空調システム、天井、エレベーター、消防設備など。
- 電気と機械システムの欠陥を評価、リノベーションの必要性を判断する。

(3) MoNE の耐震診断について

MoNE は地震ハザード高い地域の学校の耐震診断を実施した。耐震診断を実施した会社は ISMEP の耐震診断も実施した会社であり、また、MoNE、ISMEP とともにトルコ耐震設計基準 2007 年の要求に基づいた診断であるため、MoNE の耐震診断方法は ISMEP の方法と原則同じである。

3.3 耐震補強設計

日本の耐震診断や補強設計とは異なり、トルコの補強設計の方法は新築建物の耐震基準に従っている。同基準に示されている地震動と同等の地震動に耐えなければならないため、概念的には耐震補強された建物の耐震安全性は新築建物のそれと等しい。例外は公称強度の代わりに実強度を用いることで、すなわち、地震荷重に対する安全性は材料の安全率によって与えられるのではなく、実際の断面や配筋に基づいて与えられる。

補強設計に関する詳細な手順は前章で述べられている。ここでは、耐震補強の方法や現在トルコで実施されているプロジェクト状況を主に述べる。

(1) 建築耐震設計基準 (2018年)

建築耐震設計基準 2018 版は地震に対する既存建物の耐震診断と補強設計に 1 章を割いている。なお、トルコには RC 造建物の他に鉄骨造建物や組積造建物といったものもあるが、本基準では RC 建物に対する具体的方法は取り上げていることに注意されたい。RC 建物が例題とされている理由は、耐震性が不十分な建物の大半が施工品質が不十分な RC 造建物であることによる。

この基準は地震によって被災した建物にも適用可能である。被災建物の補強に対しては補強プロジェクトに関わる技術者が既存の部材の強度や剛性をどこまで考慮するかを決定する必要がある。

1) 補強の概要

補強の概念は以下のように分類されている。

- 地震による損傷に繋がるような欠陥の除去
- 耐震安全性に係る新部材の設置
- 建物重量の軽減
- 既存の部材の地震時挙動の改善
- 荷重伝達の確保

これらの概念は日本に耐震補強設計のものと同様である。したがって、補強における日本の経験という視点からこれらの耐震対策は適切であり、また、基準で言及されているならば日本の技術も適用できると考えられる。

a) 補強された建物の安全性の確認

補強された建物は、耐震壁や追加フレームといった新設要素とともに、耐震安全性の確認が求められる。日本の耐震診断手法により確認された新設要素であっても、トルコの新築設計手順に従い再確認が必要である。補強された建物に対するトルコの耐震安全性評価手法もまた適切である。

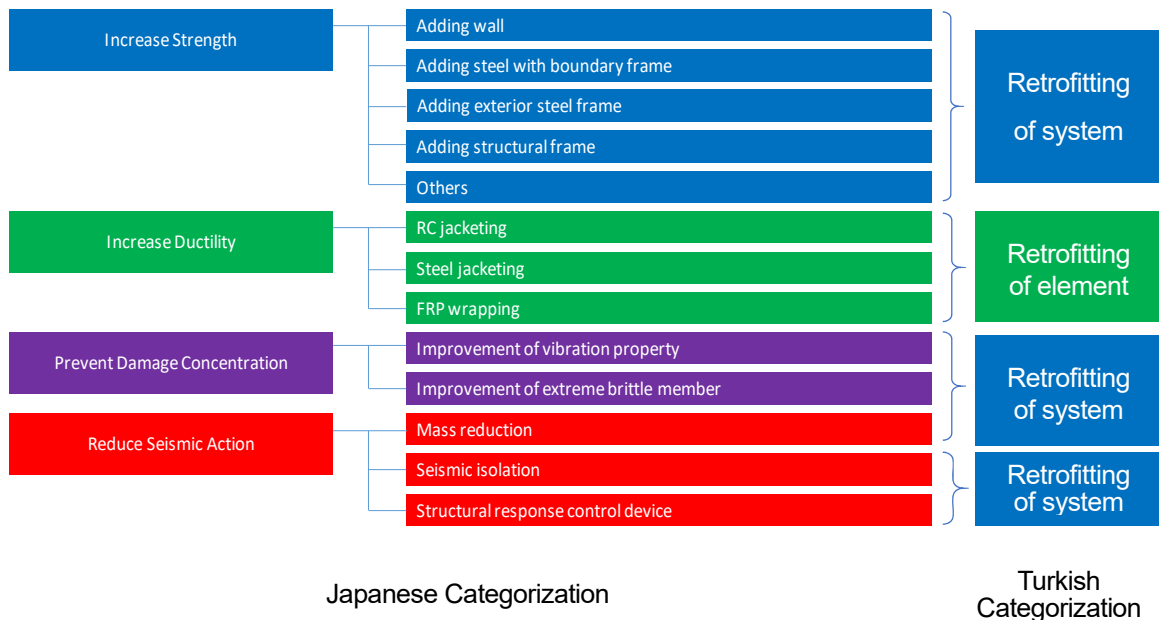
b) 補強の種類

耐震基準では、補強方法は以下の2つに分類されている。

- 部材の補強
- 建物の補強

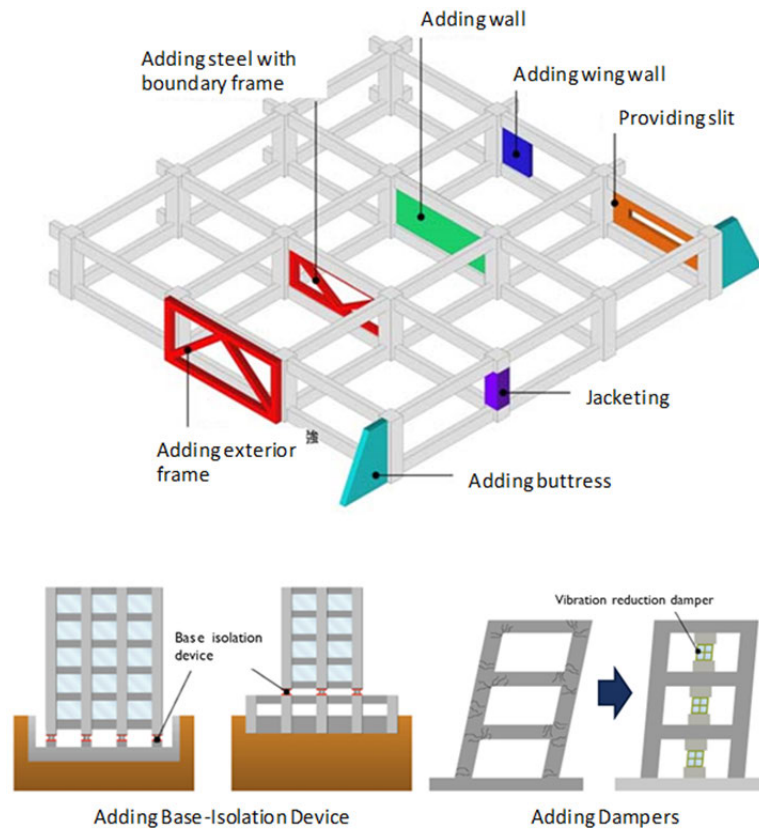
前者は鉄筋の追加や巻き立て工法により部材を改良することで、強度や変形性能が向上するもの、後者は新部材の設置、建物重量の軽減等によって建物の振動特性を改良するものである。用語は異なるものの、トルコの耐震補強分類の概念は、図 3-3 図 3-3 に示されるように日本の分類に対応している。

参考として、図 3-4 に典型的な耐震補強工事を示すが、いくつかはコスト、コンクリートの品質、技術者の能力の観点からトルコでは採用されていない。特に免震や制振といった先進技術は日本に比べると一般的ではない。



出典: JICA 調査団

図3-3 補強の分類



出典: JICA 調査団

図3-4 耐震補強工事の概要

2) RC 建物の補強方法

トルコにおける建物の多くは鉄筋コンクリート造で、使用されている材料が低品質であることで補強が必要とされているため、基準 2018 では既存 RC 建物の耐震補強に焦点が当てられている。その他の構造種別の建物あるいは本基準で触れていない補強方法を採用する場合には、補強が適切かどうかを審査委員会が評価する。したがって、日本の補強方法についても、それらが技術的、経済的に妥当であるなら採用される余地はあると結論づけられる。

基準に示される具体的な補強方法のいくつかを以下に簡単に記す。

a) 柱の巻き立て

柱の巻き立ては、部材の補強方法としてトルコでは広く採用されている。3 種の巻き立て材料 -コンクリート、鉄板、繊維補強ポリマー- が基準に示されている。これらの材料は日本の補強でも用いられている。

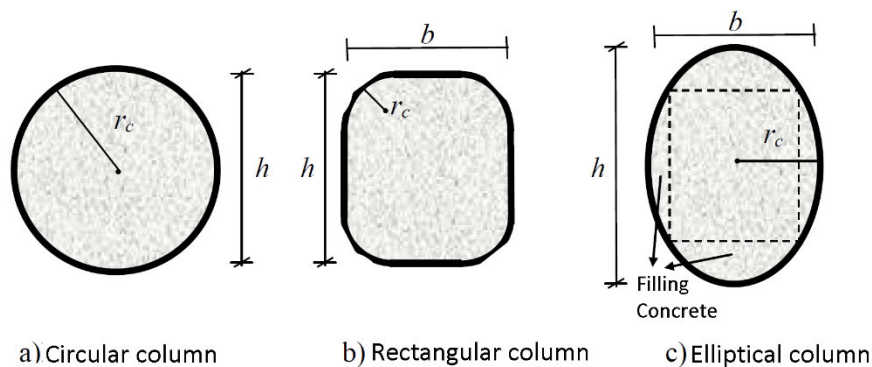
コンクリートによる巻き立てはせん断耐力と鉛直耐荷耐力を比較的安価に向上させることができるため、トルコではよく採用されている。しかしながら、この

方法は床面積の減少につながる。もし、床を貫通させて鉄筋を上下階と結合しないなら、柱の曲げ耐力は向上しないことに注意が必要である。

鉄板による巻き立てはせん断耐力を向上させ、もし鉄板床に緊結され上下階に曲げモーメントを伝達することができるなら、曲げ耐力も向上させる。柱の断面積が大きく増大するわけではないので、鉛直耐荷耐力はコンクリートの巻き立てほどは向上しない。本手法はコスト高であるため、トルコではそれほど多く用いられていない。

繊維による巻き立てはせん断耐力、鉛直耐荷耐力、靱性耐力（粘り強さ）を向上させる。繊維の破断を防ぐため柱の断面は図 3-5 に示すように、円、楕円、あるいは最小半径 30mm の角を持つ長方形であることが望ましい。

トルコにおける実際の補強では、巻き立てによる耐力向上には限りがあるため、巻き立てと耐震壁の新設を併用することが多い。



出典: トルコ耐震基準 2018

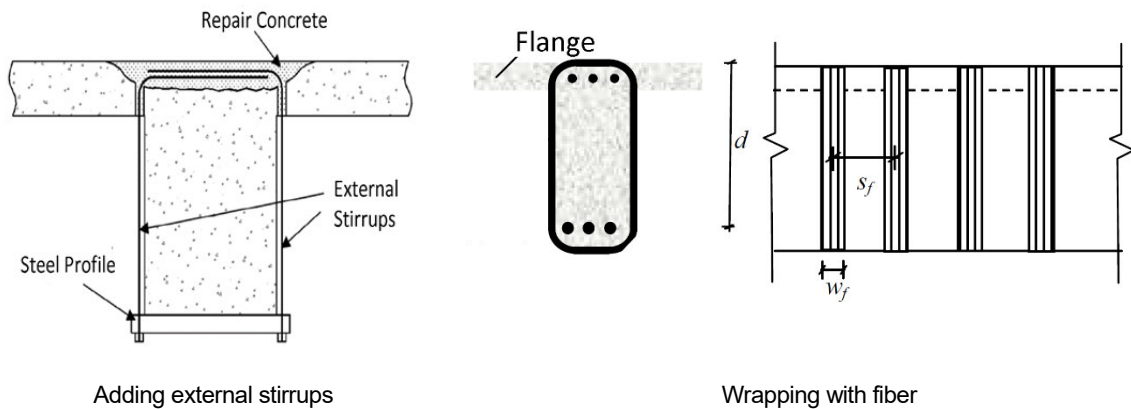
図3-5 繊維巻き立てにおける柱断面

b) 梁の巻き立て

梁の巻き立ては2つの方法により行われる；外部帯筋を加える方法、図 3-6 に示すような繊維で包む方法、の2つである。

外部帯筋を加える方法は梁のせん断耐力を向上させ、繊維で包む方法はせん断耐力と靱性を向上させる。繊維による柱の巻き立てと同様、梁も最小半径 30mm の角を有する必要がある。

いずれの方法においても、帯筋あるいは補強繊維が貫通するような穴あるいは隙間を床に設ける必要がある。したがって、床スラブが T 型断面として機能しない場合には曲げ耐力が減少するリスクが生じる。



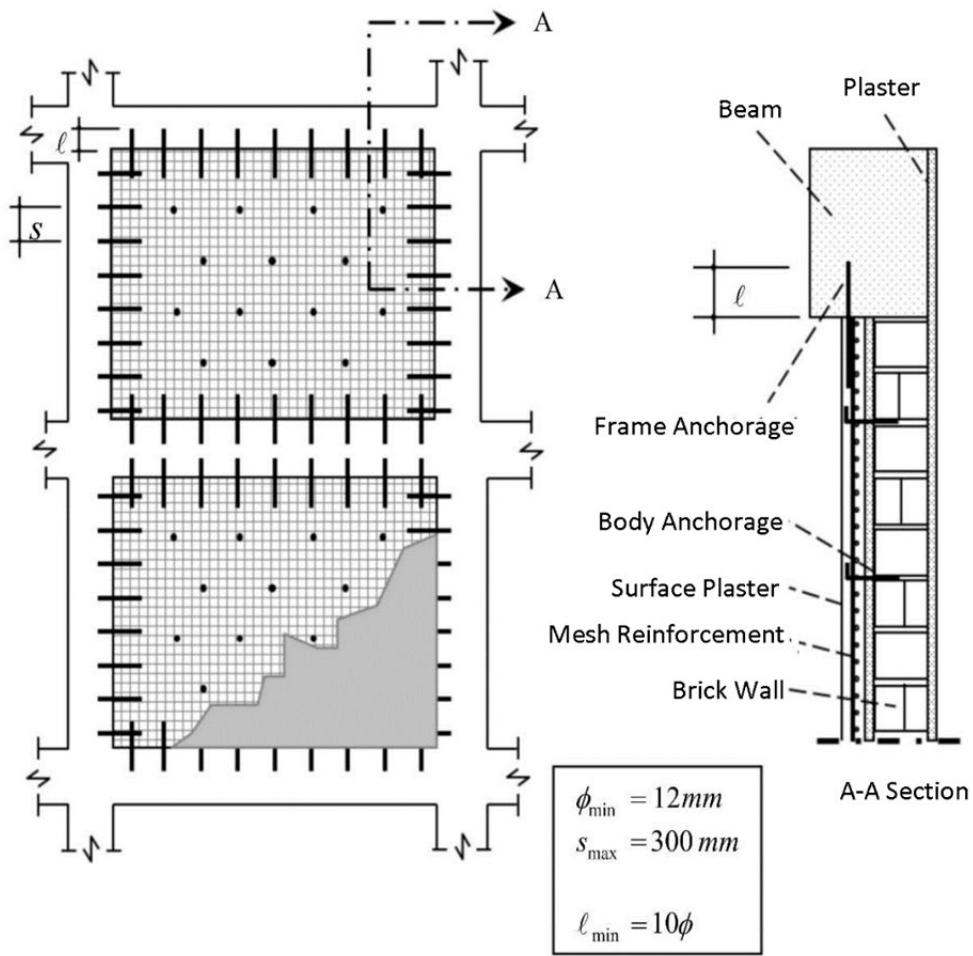
出典: トルコ耐震基準 2018

図3-6 梁の巻き立て工法

c) 間仕切り壁の補強

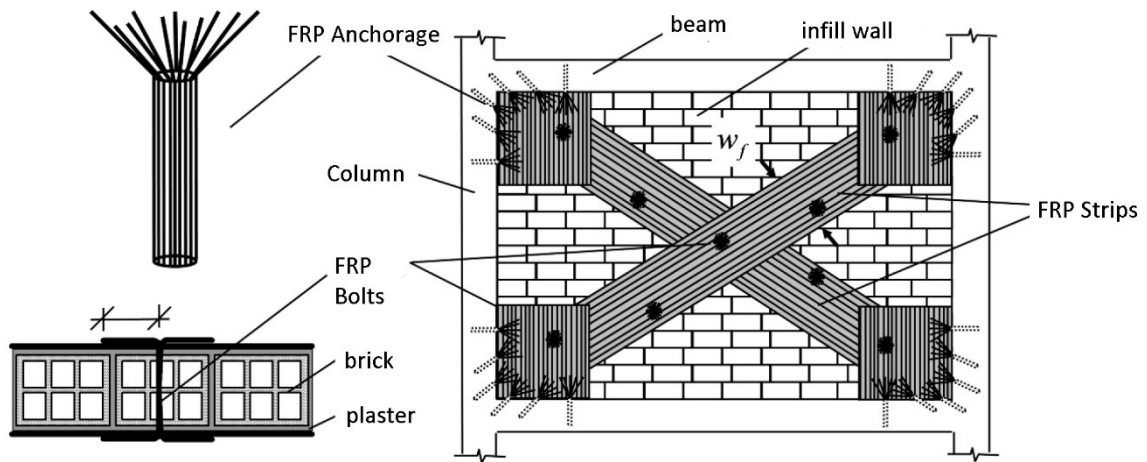
インフィル壁は構造要素ではないが、次の手段によりせん断耐力が向上する；特殊プラスターと補強金網による補強、ならびに繊維補強ポリマーによる補強。前者を図 3-7 に、後者を図 3-8 にそれぞれ示す。日本では組積造建物の耐震補強が限られているため、また、2011 年の東北地方太平洋沖地震での組積造建物の補修・補強で見られたように実際の補強事例も耐震壁あるいは鉄骨フレームの増設が主であったため、日本の実例という観点からトルコの方法の妥当性を判断することは難しい。

なお、この方法を主に補強を行う場合には、3 階建て以下（地下階は除く）の建物に適用可能であることに注意されたい。



出典: トルコ耐震基準 2018

図3-7 特殊プラスターと補強金網によるインフィル壁の補強



出典: トルコ耐震基準 2018

図3-8 繊維補強ポリマーによるインフィル壁の補強

d) 現場打ち耐震壁による RC 建物の補強

水平方向の剛性ならびに強度が不十分な建物は現場打ち耐震壁で補強される。RC 耐震壁は、既存のフレーム構面内あるいはフレーム構面近くに配置される。

コストが比較的安いため、フレーム構面内に RC 耐震壁を設置する方法は日本やその他の国でも最も一般的の方法の 1 つである。補強工事におけるコンクリートの諸元については基準やその他の注釈に記載されている。耐震壁のせん断強度は壁の終局曲げ耐力に支配されるため、日本の耐震診断、耐震補強と同様に、RC 耐震壁は、両側柱付き壁、片側柱付き壁、柱なし壁に分類されている。既存のフレームと新設の耐震壁との応力伝達が適切に行われるなら、フレーム構面近くに耐震壁を設置する方法も効果的な補強方法である。

コンクリート強度が十分ではない建物に対しては、コストと補強の有効性の観点から、この方法は現実的なものであり、本調査において多くの補強済み建物が本手法を採用している理由でもある。

e) 新設フレーム/RC 構造物の設置

外付けフレーム工法はこの方法に分類される。荷重伝達を確実にするため、新設フレームは既存建物の床に緊結されなくてはならない。この方法の注目すべき優位さは、工事に必要な空間を建物内に必要としない点にあり、これにより工事中も建物の使用を続けることができる。

他方、既存建物のコンクリート強度は荷重伝達を可能とするために、ある程度以上高くなくてはならない。多くの建物ではコンクリート強度が低いため、トルコの学校建物においては特に関心事である。また、地震荷重に効果的に抵抗するため、新設フレームの荷重-変形特性が既存建物に対して適切かどうかを検討する必要がある。

f) RC 建物の重量軽減

この方法は、最上階の撤去、軽量材料による屋根の葺き替え、屋上設備の交換（地下階への移設）、バルコニーやパラペット等の軽量材用による置き換え、等を含む。補強後においても建物性能が維持されるなら、これは最も効果的な方法かもしれない。

(2) ISMEP

ISMEP の概要は、耐震診断の方法も含めて、前章で説明されている。ここでは、ISMEP に関与したコンサルタント会社の報告書に基づき、補強設計の具体的な手順に焦点を当てる。

1) 補強工事の対象

仕上げ、非構造要素、建物内設備も老朽化していると考えられるため、補強工事の対象は構造躯体だけではなく、建築設計、機械設計、電気設計を含む。このことは、躯体の補強とその他の設計を同時に行うことがコストと工事期間の両者において効果的であることを示している。

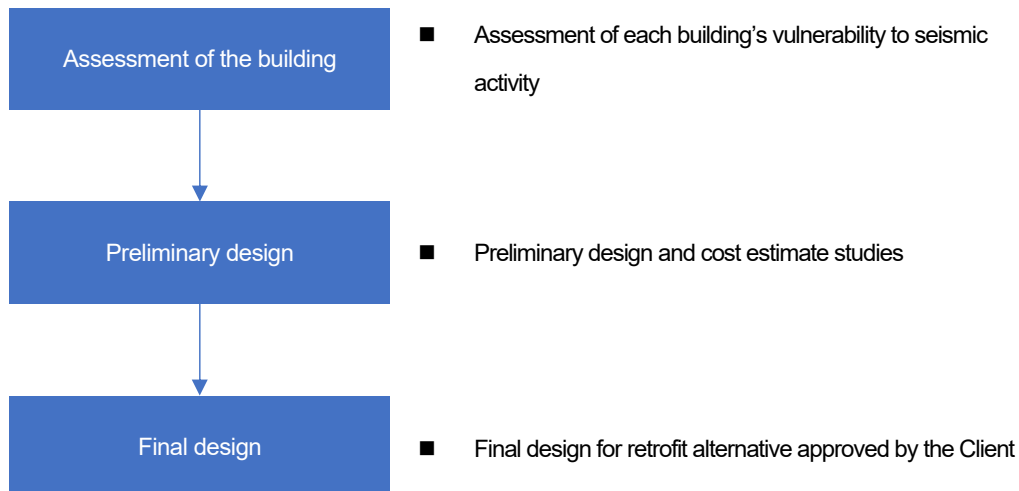
2) 参照ガイドライン

以下のガイドラインが参照された。

- “イスタンブールの学校及び病院建物の補強ガイドライン”；本ガイドラインは最低基準として、RC 造建物、組積造建物、非構造要素の補強のために ISMEP の技術委員会と国際有識者により作成された。
- 2007.6.3 付官報：地震地域に立地する構造物に対する新諸元

3) 業務範囲

補強設計は図 3-9 に示される 3 段階のステップを必要とする。



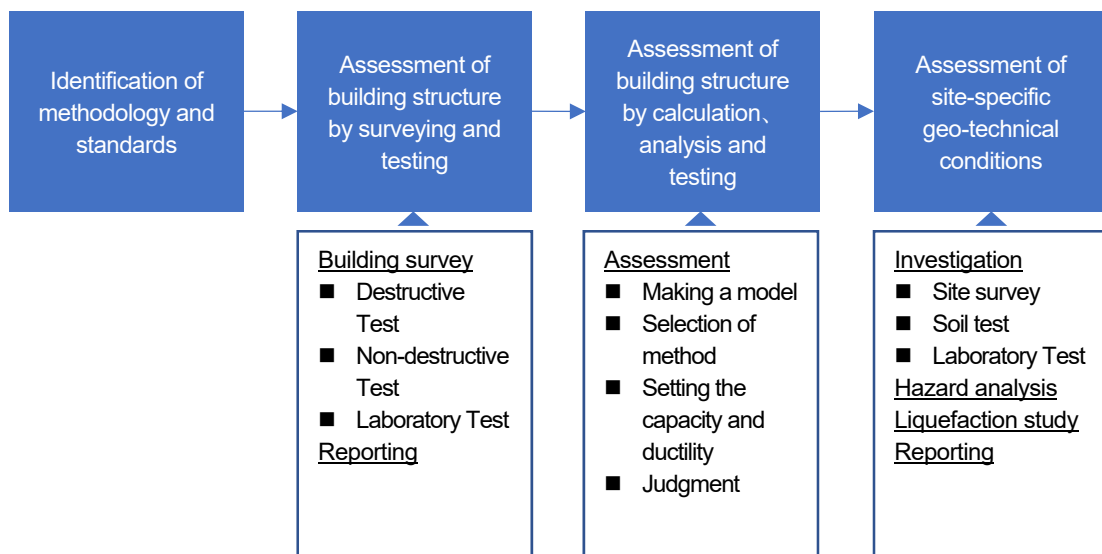
出典: JICA 調査団

図3-9 ISMEP の補強で取られた手順

a) 建物評価

建物評価は図 3-10 に示す 4 ステップを含み、その内、耐震診断については既に説明されている。この評価に基づき、建物は以下のように分類される。

- 以下の性能レベルについて補強が必要な建物
 - 即時使用
 - 人命確保
 - 倒壊防止
- 構造補強の必要がない建物



出典: JICA 調査団

図3-10 建物評価の過程

b) 予備設計

予備設計とコスト評価は図 3-11 に示す項目を実施し、最終設計の補強オプションを抽出する。

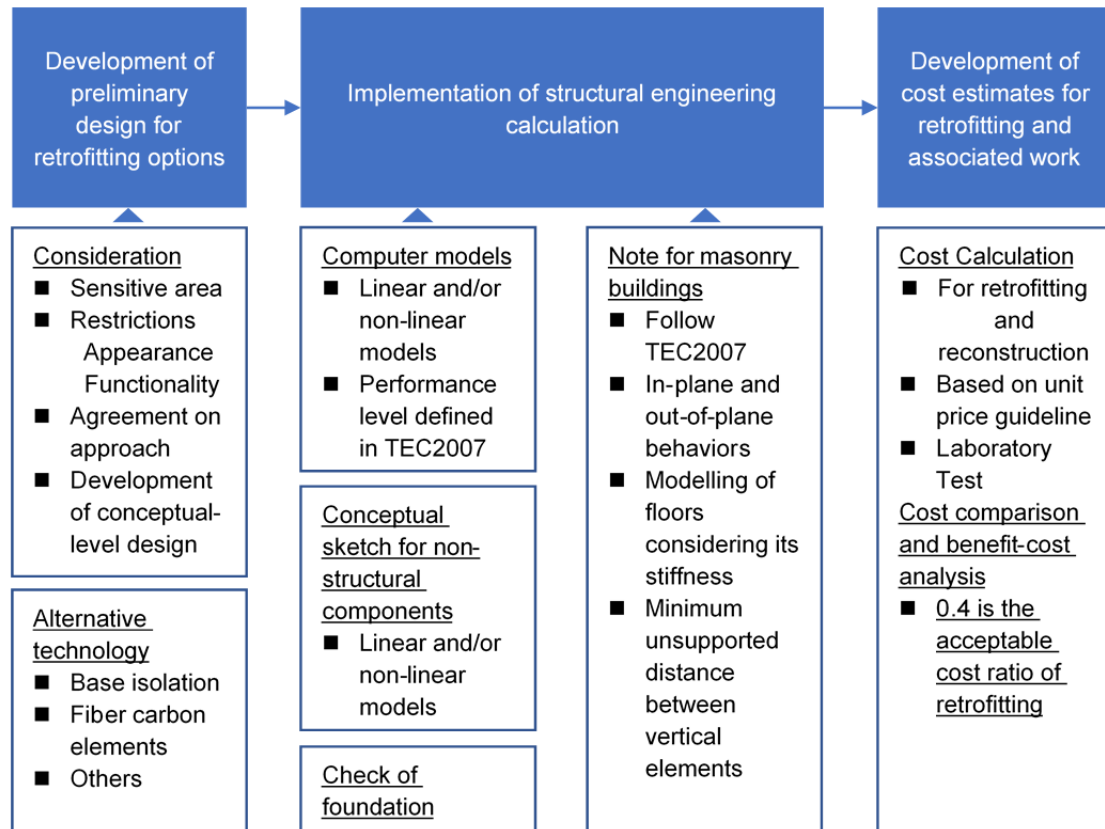
“補強オプションのための予備設計の実施”の結果として、各補強代替案に対してコンセプトレベルの設計がトルコ耐震基準 2007 を考慮して実施される。設計クライテリアは性能に基づく検討により抽出される。ISMEP においては免震や炭素繊維による巻き立てといった先進技術も採用されていることに注意されたい。

“構造計算の実施”により、構造部材や躯体全体とともに非構造部材、建築設備、機械設備も検討される。組積造建物については特別な注意が払われ、途上国の過

去の地震被害で支配的であった面外強度が考慮されている。これは北海道の組積造建物の耐震補強のための日本のガイドラインでも採用されている。

“補強ならびに関連工事のコスト評価の実施”は、建て替えを含む補強オプションを決定するための議論のために重要な情報を与える。建て替え費用に対する補強費用の比である値 0.4 が、許容値として言及されている。

上記の項目を実施した後、検討の範囲、建物の欠陥や性能に関する発見、補強レベルに対する推奨、最終設計において実施する追加調査に関する推奨を含む予備調査の報告が要求される。

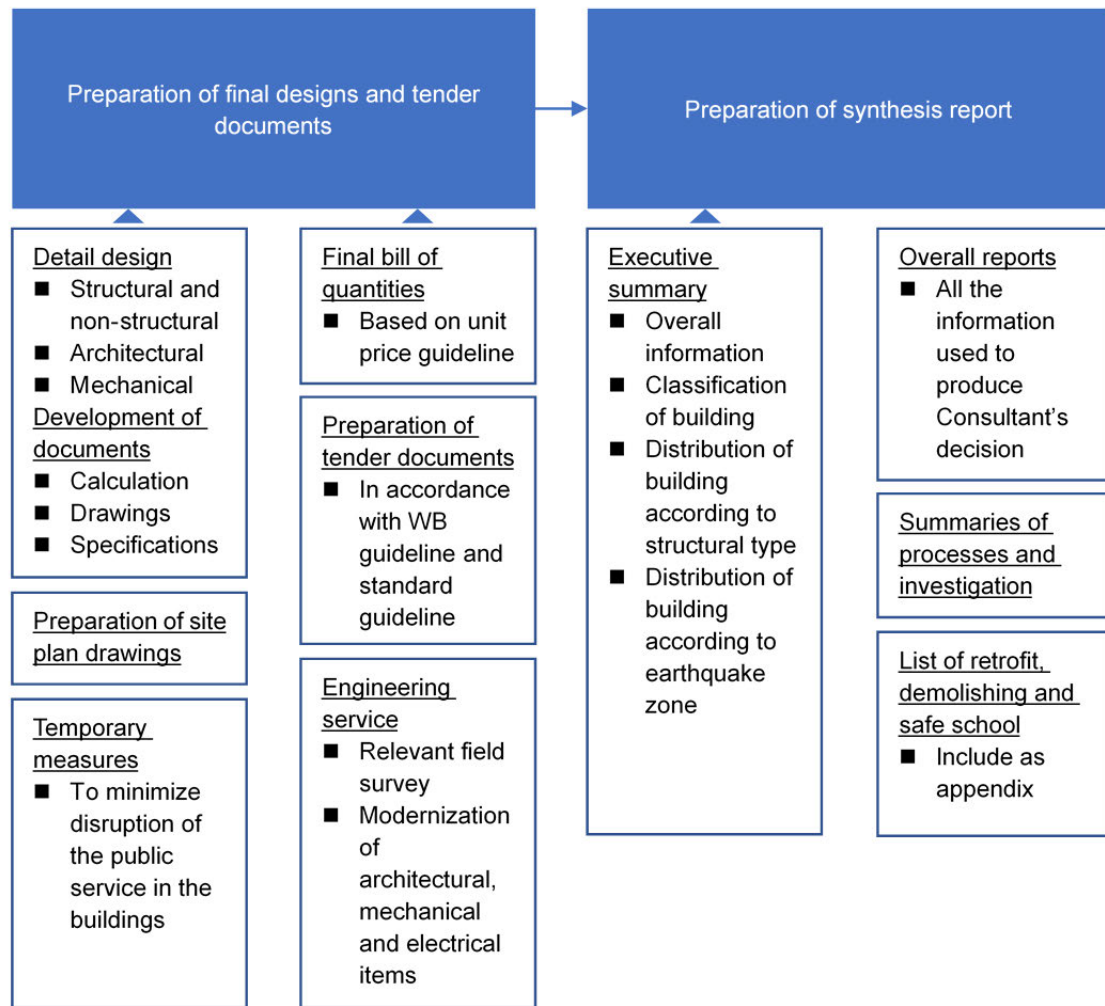


出典: JICA 調査団

図3-11 予備設計の過程

c) 最終設計

最終設計段階では図 3-12 に示す項目を実施し、最終設計と入札図書を用意する。



出典: JICA 調査団

図3-12 最終設計の過程

4) 工程と報告書

a) 工程

“建物調査”は契約日の後 120 日以内に完了し、評価の後 15 日以内に顧客の承認を得ること。

“予備設計”は契約日の後 180 日以内に完了すること。

“最終設計”は契約日の後 240 日以内に完了し、最終設計完了後 15 日以内に顧客の承認を得ること。

b) 報告書

表 3-7 に示す報告書が用意されなくてはならない。

表3-7 用意する報告書

Report	Contents
Material Test Report	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soil investigation ■ Geotechnical and geophysical study ■ Surveying ■ Concrete core sampling and exposure of the steel ■ Ferro-scan reading along with all the architectural、 structural、 mechanical and electrical findings ■ Information gathered through foundation openings
Assessment Report	<ul style="list-style-type: none"> ■ Assessment findings methodologies ■ Approval documents regarding the performed tests and their demand
Preliminary Design Report	<ul style="list-style-type: none"> ■ Structural and non-structural analyses、 calculation and design for different retrofit alternatives and recommendations including structural、 architectural、 mechanical、 and electrical findings and deficiency submitted in the Assessment Report ■ Cost and cost comparison estimates
Final Design Reports and Drawings	<ul style="list-style-type: none"> ■ Detailed structural retrofit designs ■ Detailed non-structural retrofit designs ■ Detailed architectural、 mechanical、 and electrical design ■ Final cost and cost comparison for alternatives ■ Synthesis Report
Tender Documents	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conditions of contract、 form of bid technical specifications ■ Bill of quantities、 pricing preambles、 final designs、 etc.

出典: JICA 調査団

(3) MoNE

MoNE は前述したように高地震動地域における 4,500 校を対象に耐震診断を実施した。ISMEP に関与しているコンサルタントが MoNE の評価にも携わっているため、補強方法やその手順等は ISMEP と同一であると考えられる。

3.4 他国の基準との比較

耐震設計基準は地震リスクだけではなく当該国の経済等も反映して策定されるため、直接的な比較は、場合によっては意味がない。しかしながら、ここではトルコの建物に要求される耐震性能を検討するために比較を行い、日本で開発された最新の補強技術がトルコにおいて適用可能かどうかを確定する。

(4) 比較方法

1) 比較方針

地震リスク解析では、例えば地表最大加速度 (PGA)、地表最大速度 (PGV)、スペクトル強度 (SI)、スペクトル加速度 (SA) といった様々な地震動指標、 が用いられて

いる。PGA と PGV は地震動に関連したもので、SI と SA は地震動とともに構造物の応答特性も含んでいる。

建物の耐震性能は、設計地震動、限界状態、設計法、施工品質等によって支配されるが、中でも設計地震動は支配的な要因として考えられる。

SA は設計震度に対応するとともに PGA と関連づけられ、また PGV は容易に PGA と関連づけられるので、ここでは、SA に基づいて設計地震動を整理することが便利であるとする。

2) 比較項目

設計地震荷重は表 3-8 に挙げられた項目を考慮して決定される。ただし、設計実務によっては全ての項目が考慮されているわけではない。

表3-8 比較項目

Items related to design ground motion	Concrete items
Usage of building	■ Importance factor
Ground motion intensity at site	■ Seismic hazard ■ Amplification by surface soil
Building response	■ Evaluation of natural period ■ Effect of non-linear behavior of structure ■ Damping ■ Shape of spectral acceleration

出典: JICA 調査団

(5) 比較される基準

表 3-9 に比較対象とする基準を示す。ユーロコードと ISO3010 は多くの国で用いられている耐震設計に対して一般的な方針を与えることから選定した。その他の基準は日本を含んだ地震国に適用されているという観点で選択した。

表3-9 比較される基準

Country	Name of Standard	Issuing Office	Year of issuance
Eurocode	1999 Eurocode 8、 Design provisions for earthquake resistance of structures		
ISO3010	Basis for design of structures Seismic actions on structures		
Chile	Earthquake-Resistant Design of Buildings	National Institute of Normalization	
Colombia	Colombian Code for Earthquake-Resistant Constructions Decree-Law 1400 of 1984		
Italy	Technical Rules For Constructions in Seismic Zone	Public Works Ministry	
Japan	Building Standard Law of Japan	Ministry of Land、 Infrastructure、 Transport and Tourism	

Country	Name of Standard	Issuing Office	Year of issuance
Spain	Norma de Construccion Sismorresistente、 Parte General y Edification、 NCS-92	Comishion Permanente de Normas Sismorresistentes、 Institute Geografico Nacional	
Turkey	Specification for Structures to be built in Disaster Areas	Ministry of Public Works and Settlement	
United States	ASCE-7 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures	American Society of Civil Engineers	

出典: JICA 調査団

(6) 設計荷重に係る項目に着目した基準の比較

表 3-8 に示した項目について、各基準の特徴をまとめた。なお、ここでは基準の詳細な説明に関しては割愛している。

1) 建物用途

“重要度係数”だけではなく他の係数も建物の用途により地震荷重を調整するものとして採用されているが、ここではこれらを“重要度係数”と称する。各基準で採用されている重要度係数を表 3-10 にまとめる。

同表によれば、建物用途に関する様々な記述に従い、重要度係数は 1.0 以下の値を含み異なった値を取ることがわかる。日本の基準は重要度係数を採用していないが、これは同基準が最低基準であり設計者に地震荷重を割り増す余地を与えるためである。

表3-10 各基準で用いられている重要度係数

Country	Name of Factor	Value and Explanation	Note
Eurocode	Importance Factor	1.4 Essential for life safe	Factor can be less than unity.
		1.2 Collapse prevention	
		1.0 Others	
		0.8 Not important for life safe	
ISO3010	Degree of Importance	1.5-2.0 High	Factor can be less than unity.
		1.0 Normal	
		0.4-0.8 Low	
Chile	-	1.2 Public building Building containing expensive item Building containing many people	Factor can be less than unity.
		1.0 Private building and others	
		0.6 Isolated or temporary building	
Colombia	Importance Coefficient	1.3 Extremely important building	
		1.2 Public building	
		1.1 Building for specific usage	
		1.0 Building for normal usage	
Italy	Seismic Protection Coefficient	1.4 Most important buildings	
		1.2 Building with specific risk	
		1.0 Others	
Japan	-	-	Not mentioned

Country	Name of Factor	Value and Explanation		Note
Spain	Coeficiente de Riesgo	1.3	Important (Service period: $t \leq 100$)	Factor = $(t/50)^{0.37}$
		1.0	Important (Service period: $t \leq 50$)	
Turkey	Building Importance Facto	1.5	Building used after earthquake	
			Building containing hazardous material	
		1.4	Building containing many people and used long time	
			Building containing expensive item	
United States	Occupancy Category	1.5	Essential facilities	
			Building containing extremely hazardous material	
		1.25	Building related to life-safe	
		1.0	Others	

出典: JICA 調査団

2) 建物地点の地震動強度

a) 地震ハザード

地震ハザードは基準地震動強度を規定する値として考慮されるもので、その詳細は表 3-11 にまとめた。

表3-11 基準地震動強度

Country	Name of Factor	Value and Explanation		Note
Eurocode	Design Ground Acceleration	a_g	PGA at ground of soil type A, including importance factor	No concrete value mentioned
ISO3010		$k_E=0.40$ $k_E=0.08$ k_Z	For ultimate limit For serviceability limit Zone faction	k_Z is unknown.
Chile	Effective Acceleration	$A_0=0.40$ $A_0=0.30$ $A_0=0.20$	Regulated by PGA in [G]	Refer to ☒ 3-13
Colombia		$A_a=0.45$ $A_a=0.40$ $A_a=0.35$ $A_a=0.30$ $A_a=0.25$ $A_a=0.20$ $A_a=0.15$ $A_a=0.10$ $A_a=0.075$ $A_a=0.05$	Regulated by PGA in [G]	Refer to ☒ 3-14
Italy	Seismicity Degree	S=12 S=9 S=6	Standard shear coefficient is given as (S-2)/100, namely, 0.1, 0.07, and 0.04, respectively	
Japan	Standard base shear coefficient	$C_0=0.2$ $C_0=1.0$ Z	For serviceability limit For ultimate limit Zone factor (0.7-1.0)	Refer to ☒ 3-15
Spain	Coeficiente de Contribucion	K	The concrete value is determined by hazard map (1.0-1.5).	Refer to ☒ 3-16

Country	Name of Factor	Value and Explanation	Note
Turkey	Building Importance Factor	$A_0=0.40$ $A_0=0.30$ $A_0=0.20$ $A_0=0.10$	Regulated by PGA in [G]
United States	Occupancy Category	S_s S_1	Spectral acceleration for the period on 0.2 sec. Spectral acceleration for the period on 1 sec. By seismic hazard map

出典: JICA 調査団

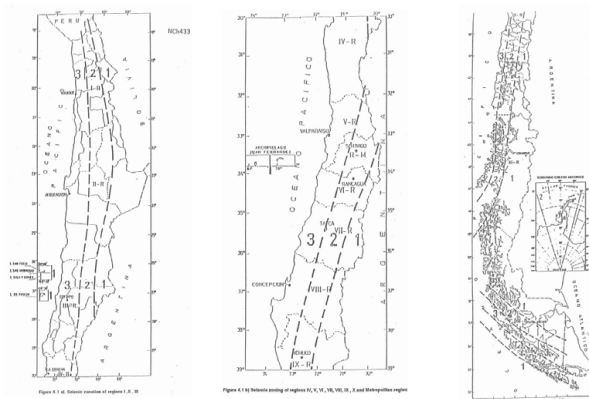


図3-13 チリの地震ハザードマップ

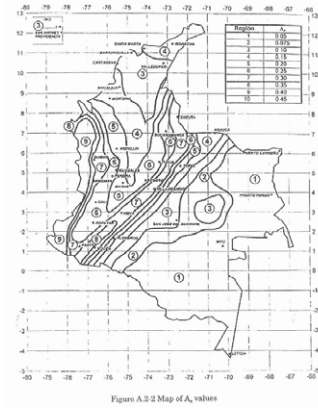


図3-14 コロンビアの地震ハザードマップ



図3-15 日本の地域係数

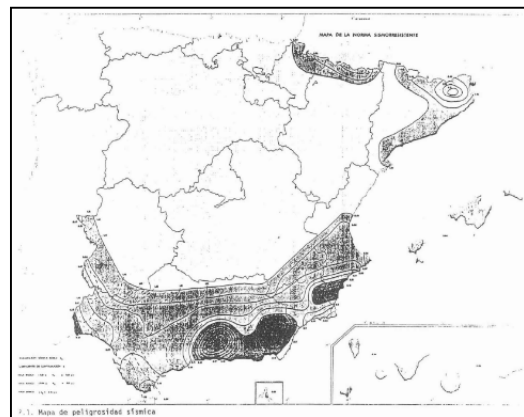


図3-16 スペインの地震ハザードマップ

b) 表層地盤の増幅特性

表層地盤の増幅特性は、表 3-12 に示されるような増幅係数として考慮される。

表3-12 表層地盤の増幅係数

Country	Name of Factor	Value and Explanation	Note
Eurocode	Soil Factor	1.00/1.00 1.25/1.35 1.25/1.50 1.35/1.80 1.40/1.60	The factor is reflected not to ground motion intensity but to response spectral shape.
ISO3010	-	-	Categorized into 3 types The factor is reflected not to ground motion intensity but to response spectral shape.
Chile		0.90 1.00 1.20 1.30	For soil type I For soil type II For soil type III For soil type IV The factor is reflected to response spectral shape. The values are used to give upper bound.
Colombia		1.0 1.2 1.5 2.0	For soil type S ₁ For soil type S ₂ For soil type S ₃ For soil type S ₄ The factor is reflected to response spectral shape.
Italy	Foundation Coefficient	1.0 1.3	For normal case In case there is alluvium layer of 5-20m thick
Japan	Vibration characteristic factor	R _t	Vibration characteristic factor corresponding to natural period of a building is applied based on three soil types; Type-I, -II, and -III soil.
Spain	Coeficiente de Suero	1.0 1.4 1.8	Soil type-I: 750m/s < V _s Soil type-II: 400m/s < V _s ≤ 750m/s Soil type-III: V _s ≤ 400m The factor is reflected to response spectral shape.
Turkey	Local Site Factor		Categorized into 4 classes The factor is reflected to response spectral shape.
United States	Site Coefficient	F _A /F _V	Categorized into 6 classes The factor is a function of S _s and S ₁ , and is reflected to response spectral shape.

出典: JICA 調査団

3) 建物の応答

a) 固有周期の評価

建物の固有周期は、スペクトル加速度から設計地震荷重を評価するために必要である。建物の固有周期の評価は理論的な方法や、表 3-13 に示す経験式によることができる。

表3-13 建物の固有周期の評価

Country	Name of Factor	Value and Explanation		Note
Eurocode	Design Ground Acceleration	a_g	PGA at ground of soil type A, including importance factor	No concrete value mentioned
ISO3010		$k_E=0.40$ $k_E=0.08$ k_z	For ultimate limit For serviceability limit Zone faction	k_z is unknown.
Chile	Effective Acceleration	$A_0=0.40$ $A_0=0.30$ $A_0=0.20$	Regulated by PGA in [G]	Refer to 図3-13 チリの地震ハザードマップ
Colombia		$A_a=0.45$ $A_a=0.40$ $A_a=0.35$ $A_a=0.30$ $A_a=0.25$ $A_a=0.20$ $A_a=0.15$ $A_a=0.10$ $A_a=0.075$ $A_a=0.05$	Regulated by PGA in [G]	Refer to 図3-14 コロンビアの地震ハザードマップ
Italy	Seismicity Degree	$S=12$ $S=9$ $S=6$	Standard shear coefficient is given as $(S-2)/100$, namely, 0.1, 0.07, and 0.04, respectively	
Japan	Standard base shear coefficient	$C_0=0.2$ $C_0=1.0$ Z	For serviceability limit For ultimate limit Zone factor (0.7-1.0)	Refer to 図3-15 日本の地域係数
Spain	Coeficiente de Contribucion	K	The concrete value is determined by hazard map (1.0-1.5).	Refer to 3-16
Turkey	Building Importance Factor	$A_0=0.40$ $A_0=0.30$ $A_0=0.20$ $A_0=0.10$	Regulated by PGA in [G]	
United States	Occupancy Category	S_s S_1	Spectral acceleration for the period on 0.2 sec. Spectral acceleration for the period on 1 sec.	By seismic hazard map

出典: JICA 調査団

b) 建物の非線形応答の影響

固有周期や減衰の増大といった建物の非線形応答の影響を表すため、地震荷重の低減が行われる。各基準で用いる荷重低減係数を表 3-14 にまとめる。

表3-14 建物の非線形応答による荷重低減係数

Country	Name of Factor	Value and Explanation		Note
Eurocode	Behaviour factor	q	Used to reduce design response spectra. Divided into two categories, high ductile buildings and normal buildings. Values are given in Table for each structural type.	
ISO3010	Structural factor	1/5-1/3 1/3-1/2 1/2-1/1	Ductility: High Ductility: Middle Ductility: Low Design response spectra are multiplied by these values.	
Chile	Structural response modification factor	R R_0	For static analysis; Design seismic intensity is divided by the factor. For modal analysis; Design response spectra are divided by factor R' obtained from R_0 .	
Colombia	Coefficient of energy dissipation	R_0	Energy dissipation is evaluated by multiplying the effects of building torsion and irregularity in height to R_0 .	This factor is not applied to load, but to capacity.
Italy	-	-	-	Not mentioned
Japan	Structural characteristic factor	0.3-0.55 0.25-0.5	For RC bulging For Steel building These values are multiplied to design base shear coefficient	
Spain	-	1/4 1/3 1/2 1/1	Ductility: Extremely high Ductility: High Ductility: Low Ductility: No (Brittle)	
Turkey	Seismic load reduction factor	$R_a(T)$	$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)T/T_A$ The value R is determined based on ductility and structural type.	
United States	Response modification factor	R	Design response spectra are divided by this factor. Concrete values are given in the Table.	

出典: JICA 調査団

c) 建物の減衰の影響

一般には設計応答スペクトルとして 5%減衰の応答スペクトルが用いられる。したがって、鉄骨造建物や制振デバイスを有する建物等、対象とする建物が 5%以外の減衰を有する場合には設計応答スペクトルを調整することが必要になる。この調整方法を表 3-15 にまとめる。

表3-15 減衰定数による設計荷重の調整方法

Country	Method	Note
Eurocode	$\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2} \geq 0.55$ η : Adjustment factor, multiplied to response spectra ξ : Damping factor in [%]	
ISO3010	-	Not mentioned
Chile	-	Not mentioned
Colombia	-	Not mentioned
Italy	-	Not mentioned
Japan	-	Not mentioned
Spain	$v = [5/\Omega]^{3/4} (T \geq T_0)$ v : Adjustment factor, multiplied to response spectra Ω : Damping factor in [%] In case $T < T_0$, adjustment factor is calculated by linear interpolation assuming that $v=1$ when $T=0$.	
Turkey	-	Not mentioned
United States	-	Not mentioned

出典: JICA 調査団

d) スペクトル形状

設計地震荷重は基準地震動強度とスペクトル形状の積で与えられる設計用応答スペクトルから決定されることが多い。比較の観点からはスペクトル形状そのものを比較することが望ましいが、スペクトル形状は地盤増幅の影響も受けるため、ここでは表 3-16 に示すように応答スペクトルの評価方法として基準を比較する。

表3-16 応答スペクトルの評価方法

Country	Method	Note
Eurocode	$S_D(T) = \gamma_1 \cdot a_{oR} \cdot S^* [(2/3) + (T/T_B) \cdot (2.5/q - 2/3)] \quad (0 \leq T < T_B)$ $S_D(T) = \gamma_1 \cdot a_{oR} \cdot S^* (2.5/q) \quad (T_B \leq T < T_C)$ $S_D(T) = \gamma_1 \cdot a_{oR} \cdot S^* (2.5/q) \cdot (T_D/T) \quad (T_C \leq T < T_D)$ $S_D(T) = \gamma_1 \cdot a_{oR} \cdot S^* (2.5/q) \cdot (T_C \cdot T_D / T^2) \quad (T_D \leq T)$ γ_1 : Importance factor, a_{oR} : PGA at Type A soil S : Amplification factor of soil, q : Response reduction factor T_B, T_C, T_D : Reference period	Lower limit is given.
ISO3010	$S_D(T) = \gamma_E \cdot k_Z \cdot k_E \cdot k_D \cdot k_R$ γ_E : Importance factor, k_Z : Zone factor k_E : PGA, k_D : Structural factor, k_R : Spectral shape $k_R = 1 + (T/T_C)(K_{R0} - 1) \quad (0 < T < T_C)$ $k_R = K_{R0} \quad (T_C \leq T \leq T_C)$ $k_R = K_{R0}(T_C/T)^{\eta} \quad (T_C < T)$	Lower limit is given.
Chile	$Q_0 = 2.75A_0/(gR) (T/\bar{T})^{\alpha} I^{\beta} P$ for static analysis $S_D(T) = I^{\beta} A_0^{\alpha} R^{\beta}$ for modal analysis A_0 : PGA, g : gravity, I : Importance factor, P : building weight, \bar{T} : Natural period corresponding to the maximum effective mass R, R^{β} : Response reduction factor	Upper and lower limits are given.
Colombia	$S_D(T) = A_a \cdot I^{\beta} (1+5T) \quad (T < 0.3)$ $S_D(T) = 2.5A_a \cdot I \quad (0.3 \leq T \leq 0.48S)$ $S_D(T) = 1.2A_a \cdot S // T \quad (0.48S < T \leq 2.4S)$ $S_D(T) = A_a \cdot // 2 \quad (2.4S < T)$ A_a : PGA, I : Importance factor, S : Factor determined by soil type	

Country	Method	Note
Italy	$F_n = C * R * I * W$ for static analysis $S_D(T) = C * R * I$ for modal analysis $C = (S-2)/100$: Standard base shear $R = 0.862/T_0^{2/3}$ ($0.8 < T_0$) $R = 1.0$ ($T_0 \leq 0.8$) I : Importance factor、 W : Building weight	
Japan	$Q = C_0 * Z * R_t * D_s * F_{ES} * W$ Q : Base shear、 $C_0=1.0$: Standard base shear coefficient Z : Zone factor、 R_t : Vibration characteristic factor D_s : Structural characteristic factor、 F_{ES} : Shape factor W : Building weight	For life safe
Spain	$S_D(T) = \rho * a_b * v / \mu * \alpha(T)$ ρ : Importance factor、 a_b : Standard base shear v : Damping modification factor、 μ : Response reduction factor $\alpha(T)$: Spectral shape $\alpha(T) = 1 + [\alpha(T_0) - 1] * T / T_0$ ($T < T_0$) $\alpha(T) = \alpha(T_0)$ ($T_0 \leq T < T_1$) $\alpha(T) = \alpha(T_0) * T_1 / T$ ($T_1 < T$) $\alpha(T_0) = (3C - 3.8)(K - 1.25) + 2.3$ $T_0 = 1.25C + 0.2K - 0.175$ 、 $T_1 = 0.125(5C - 1) / \alpha(T_0)$	
Turkey	$S_D(T) = A_0 * I / R_a(T) * S(T)$ A_0 : PGA、 I : Importance factor $R_a(T)$: Response reduction factor $S(T)$: Spectral shape $\alpha(T) = 1 + 1.5 * T / T_A$ ($T < T_A$) $\alpha(T) = 2.5$ ($T_A \leq T \leq T_B$) $\alpha(T) = 2.5 * (T_B / T)^{0.8}$ ($T_B < T$)	Lower limit is given.
United States	$S_D(T) = S_{DS} [0.4 + 0.6(T/T_0)] * I * (1/R)$ ($T < T_0$) $S_D(T) = S_{DS} * I * (1/R)$ ($T_0 \leq T \leq T_s$) $S_D(T) = S_{D1} / T * I * (1/R)$ ($T_s < T$) S_{DS} : Spectral acceleration for short period S_{D1} : Spectral acceleration for period of 1 sec. $T_0 = 0.2 S_{D1} / S_{DS}$ 、 $T_s = S_{D1} / S_{DS}$ I : Importance factor R : Response reduction factor	Lower limit is given.

出典: JICA 調査団

(7) まとめ

地震荷重を決定する応答スペクトルの比較を通して、日本を除く地震国の耐震基準は互いに類似していることが明らかになった。基本的な考え方は、地盤条件、スペクトル形状、応答低減、建物重要度に係る各係数を当該地点のPGAに乘じるというものである。これに対して日本の基準では、前述したように施主や設計者に最低基準を示すという立場から重要度係数を採用していない。また、PGAとスペクトル形状を掛け合わせる代わりに、標準せん断力係数を採用することも特徴的な違いで、これは、日本全体で比較的均一な地震動強度を与えるために決定したことである。

トルコあるいはその他の国のスペクトル形状を日本の標準せん断力係数に適用するなら、日本の設計基準は暗黙には 0.4 [G] の PGA を考慮していることになる。0.4 [G] という値は、コロンビアを除く各国の最大設計 PGA に対応する。日本の補強方法は新築建物と同程度の耐力を対象建物に付与することを目的としており、したがって、高地震荷重に耐えることを求められる他国の建物に対しても適用可能である。

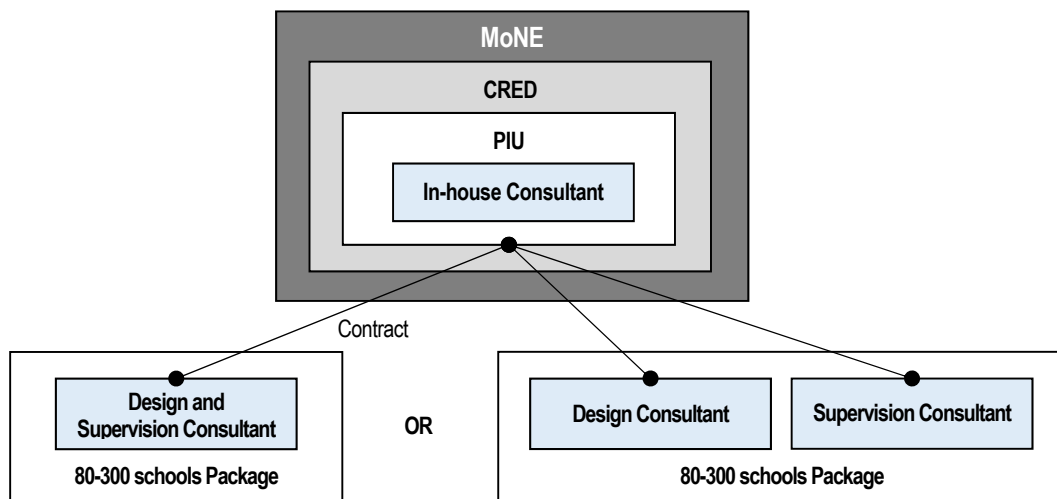
第4章 調達及び施工監理システム

本章は MoNE を事例としてトルコ政府による調達及び工事監理システムを紹介する。

4.1 コンサルタントの雇用

MoNE により実施される耐震化工事の場合、詳細設計及び工事監理のためにコンサルタントが雇用される。詳細設計及び工事監理を 1 社のコンサルタント会社が行うこともあれば、それぞれ別のコンサルタント会社が行うこともある。JICA による ODA 事業とは異なり、多くのコンサルタント会社がコンサルティングサービス契約パッケージ毎に雇用される。ひとつのコンサルティングサービス契約パッケージは複数校で床面積合計 400,000~600,000 m²の規模を対象としている。

MoNE では、事業の種類に応じて、職員もしくは省内のコンサルタントが、コンサルタント選定に必要な書類を作成する。政府予算による事業の場合、提案依頼書等の必要な書類は公共調達法に従って作成されなければならない。国際機関による事業の場合はそれぞれの機関のガイドラインに従う。

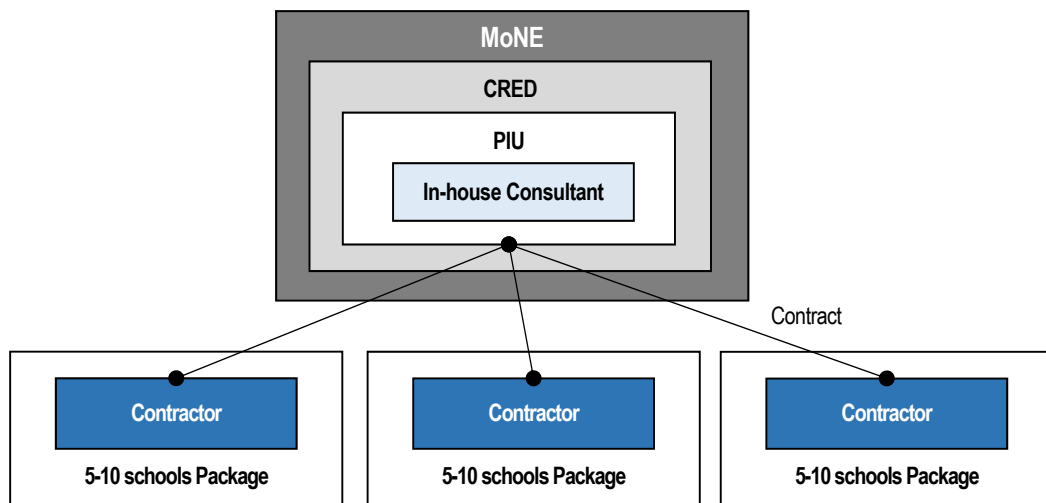


出典：JICA 調査団

図4-1 コンサルタントの雇用

4.2 建設工事の調達

建設工事の契約パッケージは 5～10 棟の学校で構成されており、コンサルティングサービスの契約パッケージよりもかなり棟数が少ない。詳細設計コンサルタントが、図面、技術仕様書、数量明細書、一般契約条件書及び契約書フォーマットを含む入札図書を作成する。MoNE が、入札評価を含む全ての入札手続きを行い、必要に応じて詳細設計コンサルタントが技術的な点に関してサポートを行う。調達期間は、入札評価に対応可能な MoNE の職員数次第で 6～10 ヶ月になる。

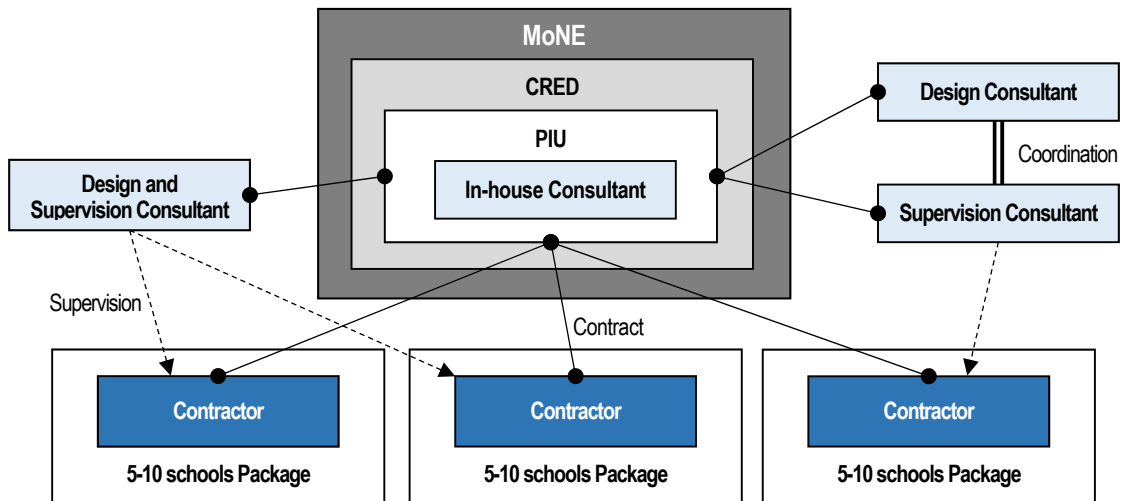


出典：JICA 調査団

図4-2 建設工事の調達

4.3 施工監理

詳細設計兼施工監理コンサルタントもしくは施工監理コンサルタントが施工監理に責任を持つ。施工監理コンサルタントは建設工事契約パッケージ毎か、もしくは定められた期間で雇用される。前者の場合、コンサルタントはパッケージに含まれる全ての建設工事に責任を持つことになるが、後者の場合は定められた期間の建設工事のみに責任を持ち、その期間に行われた施工監理業務の量に応じて支払いがなされる。



出典：JICA 調査団

図4-3 Construction Management

4.4 その他の留意事項

(1) 建築許可

施工会社が建築許可申請を行う。施工会社が、設計者及び施工監理者の署名がなされた申請書を準備し管轄の地方自治体に提出する。工事内容に新しい建設技術が含まれる場合は、地方自治体が設計者に工事内容を確認することがある。基本的に申請手続きはどこの地方自治体でも同様である。

(2) 工事中の生徒の移動

耐震化が必要な学校と判断された時点で、当該学校の生徒、教師及びスタッフは他の学校に移動し、当該学校は無人にならなければならない。移動先の学校は、当該学校の生徒を受け入れるスペースがあるか、もしくは二交代制で対応できるかを考慮し、MoNE の県事務所もしくは郡事務所により決定される。

耐震化工事を行う学校数を決める条件は、生徒が移動可能な安全な学校が利用できるか、また国民教育省県事務所もしくは郡事務所の能力に負うところが大きい。

(3) 意思決定プロセス

MoNE が、コンサルタントによって作成された耐震診断レポートを基に、学校を耐震補強もしくは建替えすべきかどうか決定する。一般的に、耐震補強の安全性が証明されているにも関わらずあまり理解されていないため、建替えの方が耐震補強より好まれる。そのため、耐震補強が必要と判断された学校の関係者から、耐震補強ではなく建替えにしてもらいたいと

の意見が出ると想定された。実際 ISMEP の事例では、政治的介入により耐震補強工事の判断が保留され、建替えとの判断に変更されている。

しかし、MoNE 県事務所及び学校関係者への聞き取り調査では、MoNE の判断について異議を唱えることはないとの回答を得ている。

第5章 学校における防災の状況

5.1 学校の避難所利用

地震やその他の自然災害によって住宅が損壊または全壊した場合、住民が安全に家に戻ったり、仮設住宅に住むことができるようになるまで、公共スペースや公共建物が一時的な避難所として使用されることが一般的である。避難所は生存のための重要な要件であるとともに、安全と健康を保護するために必要である。学校は一時的に避難所として使用されるよう、自治体、防災機関によって予め指定されていることが多い。

(1) 日本の事例

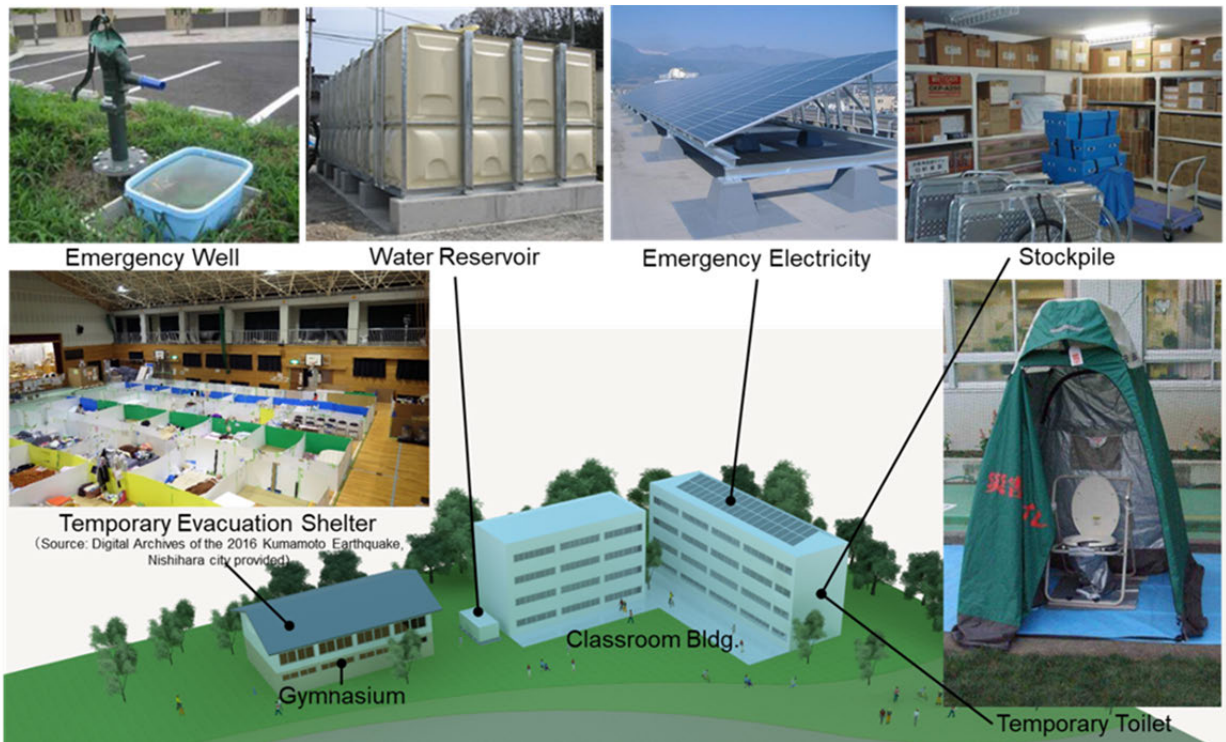
日本において、住民は学校の位置を把握し、学校が指定避難所として、災害時に一時的に利用可能であることが周知されている。そのため、住民はあらゆる災害時に学校に避難することが出来る。下図に示すとおり、日本では小学校の95%以上が避難所として指定されている。

表5-1 日本における一時避難所に指定されている学校数 (2017年)

		Number of Schools	Number of Designated Temporary Evacuation Shelters	Ratio (%)
Primary education	Primary Schools and Junior High Schools	29,006	27,768	95.7
High schools		3,586	2,764	77.1
Special support schools for the disabled		1,046	462	44.2
TOTAL		33,638	30,994	92.1

出典: 文部科学省 (日本)

図 5-1 には、日本における避難所の典型的な設備構成を示す。

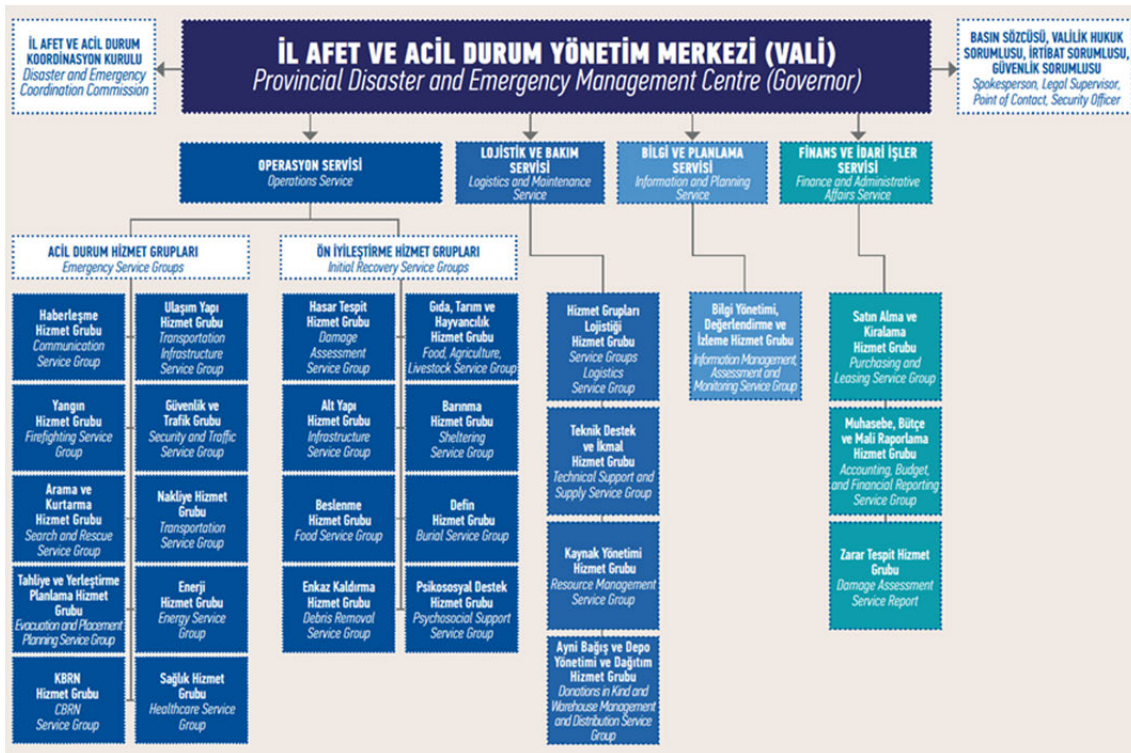


出典：JICA 調査団

図5-1 避難所の設備構成例

(2) トルコにおける学校の避難所としての利用の現状

トルコでは、AFAD が策定した緊急対応計画（Emergency Response Plan in Turkey (TAMP)）において、AFAD は MoNE の協力のもと、避難所サービスを実施することが規定されている。TAMP には、トルコで発生するあらゆる災害における緊急対応を実施する関係者として、関係省庁、民間機関、非政府組織、住民等が含まれている。TAMP は、災害時の緊急対応のために、下図のとおり 28 のサービスグループから構成されている。



出典: AFAD

図5-2 県レベルの緊急対応計画の組織図

28 のサービスグループのうちの 1 つが「避難所サービスグループ」である。避難所サービスグループの関係機関及び役割は、下表に示すとおりであり、MoNE が協力機関の 1 つとして示されている。

表5-2 緊急対応計画における避難所サービスグループの概要

Main Solution Partner	Supporting Solution Partners	Duties and Responsibilities of the Service Group
AFAD - Responsible for the coordination of emergency and temporary shelter services for victims in the disaster area.	Turkish Armed Force General Staff; MoUE; Ministry of Interior, Ministry of Youth and Sport; Ministry of Family and Social Policies; MoNE; TOKİ; Red Crescent; Non-Governmental Organizations; Private Sector	<ul style="list-style-type: none"> Carry out activities for the emergency shelter services for the victims Provide the necessary facilities for emergency shelter, cleaning, health and social needs of the victims Provide infrastructure for temporary shelter and maintenance units Manage and keep records of emergency accommodation centers such as Tent city, container city, etc. in a coordinated manner Determine the capacity of social facilities of public institutions and organizations, Set the standards for emergency sheltering areas.

出典: TAMP, AFAD

しかしながら、AFAD へのヒアリング調査によると、AFAD では現在、学校を含めた建物を避難所として利用する計画、方針は持っていない、基本的にはオープンスペースを利用している。

5.2 学校における防災教育

これまでのトルコの学校における防災教育は主にプロジェクトベースで実施された。その代表的な例として、JICA の技術協力プロジェクト「学校教育プロジェクト」が 2010-2014 年で 10 県をパイロットとして実施された。一方、2017 年から開始された上記プロジェクトのフェーズ II では、MoNE がトルコ全国の 81 県のすべてを対象とし、オンライン研修と対面研修による系統的な防災教育研修プログラムを構築し、AFAD の協力を得てオンライン研修と対面研修用の教材を開発した。教育研修プログラムは以下の内容により構成される。

- 教員がオンライン研修を受ける。
- オンライン研修を修了した教員が対面研修を受ける。
- オンライン研修と対面研修の両方を修了した教員を Master Teacher とする。
- Master Teacher が他の教員の防災教育を対面研修の講師として実施する。

JICA による学校の防災教育関連プロジェクトを表 5-3 に、MoNE が実施中の防災教育プログラムの進捗を表 5-4 に示す。

表5-3 JICA による学校の防災教育関連プロジェクト

	Activities	Target (or Pilot) Provinces	Achievement
1.	School-Based Disaster Education Project, Technical Cooperation Project, 2010-2014		
	1. Institutionalization of DRR education 2. Development of handbooks 3. Manual for school DRR plan	Istanbul, Bursa, Kocaeli, Balıkesir, Tekirdağ, Sakarya, Çanakkale, Düzce, Bolu, Yalova	Four kinds of handbook for general disaster, education material, disaster management plan and evacuation were developed. About 260 teachers from 80 schools of 10 pilot provinces were trained to become Master Teachers who will disseminate the program across the country.
2.	Knowledge Co-Creation Program, School-Based Disaster Education Phase II, Country-Focused Training Program, 2017-2020		
	For the phase II of above project, the aim is to provide DRR education training for Master Teachers of elementary schools, junior high schools and high schools, and administrative officers	Whole country	The target province had been extended from 10 provinces to the 81 provinces of the whole country. A total of 767 Master Teachers had been trained since June 2019.
3.	Project on Earthquake and Tsunami Disaster Mitigation in the Marmara Region and Disaster Education in Turkey, SATREPS, 2013-2018		
	1. Construct probable scenarios of destructive earthquakes based on multidisciplinary researches 2. Conduct damage assessment of buildings 3. Develop disaster education materials	Istanbul, Bursa, Kocaeli, Balıkesir, Tekirdağ, Sakarya, Çanakkale, Yalova	<ul style="list-style-type: none"> ● Earthquake source model. ● Tsunami simulation ● Seismic characterization and damage assessment. ● Disaster education materials

	Activities	Target (or Pilot) Provinces	Achievement
4.	Joint DRR Programs with Turkish Japanese Foundation (TJV), ongoing		
	4. DRR Training Invitation Program. Training in Ankara, Eskisehir and Bursa (in Bursa at AFAD Disaster Training Center, and a pilot school of the School-Based Disaster Education Project) 5. Regional DRR Training. Disaster Friendship Caravan” in Mus, Bingol, Elazig and Van provinces 6. Disability-Inclusive DRR. DRR training for PWDs, teachers and supporting personnel 7. Material Development	Ankara, Eskisehir and Bursa, Mus, Bingol, Elazig and Van	Referring to the results of project 1, education materials for students were developed in the form of puzzle and question. The idea of materials mainly came from the Master Teachers.
5.	DRR Training Program for Teachers and Parents of PwDs		
	1. Special Lecture on DRR DRR and Teachers' Roles Special Education Disaster Psychology 2. Practical Training		In the first training held in 5 provinces, about 150 special education teachers successfully completed the online training, and about 100 of them received theoretical and practical training.
6.	DRR Training Program for Pre-service Teachers		
	1. Lecture on DRR Two credit compulsory elective lecture at METU 2. Practical Training in Bursa AFAD Disaster Training Center		A total of 32 pre-service teachers and 2 academicians from METU received about 4 hours of practical DRR training in Bursa Disaster Training Center. In addition, JICA ex-participant delivered a lecture at METU

出典：JICA 調査団

表5-4 MoNE が実施中の防災教育プログラムの進捗

No	Activities	Achievement
1	In-Service Training: Basics: Apply for e-learning program Criteria: All volunteer teachers Period of Training: within one week	A total of 16,830 teachers have completed the In-Service Training: Basics. (11,254 teachers from May-June, 2019; 5,576 teachers from Sept.- Nov. 2019)
2	In-Service Training: Mastery Criteria: Successful completion of online learning; <15 years of teaching experience; volunteers Priority: High disaster risk regions Period of Training: 2 days	A total of 767 teachers have completed the In-service Training: Mastery. (567 teachers in June, 2019; 200 teachers in Nov., 2019)
3	Teacher Trainers' Program Completing both e-learning and face-to-face learning program successfully	A total of 756 teachers have completed the Teacher Trainers Program.
4	Training of other teachers (One day face-to-face + online course)	A total of 55,517 teachers have received the training from Master Teachers during Sept., to Nov., 2019.

出典：JICA 調査団

調査時点では、MoNE の防災教育プログラムにより、ほぼすべての都市に少なくとも 1 人の Master Teacher が育成され、規模の大きい都市では 5 人以上の Master Teacher が配置されている。また、Master Teacher による他の教員への防災研修が着実に実施されている。MoNE は JICA に対して技術協力プロジェクトによる防災教育への継続的な支援を希望し、特に、本邦研修の実施効果が大きいと認識している。

日本では学校の体育館が緊急時の避難所として使われている。一方、トルコでは、体育館は避難所として指定されていない。AFAD の方針ではオープンスペースが避難場所として使用される。オープンスペースは機能により一時集合場所と仮設テント設置場所の 2 種類に分類される。一時集合場所は地震直後に直ちに危険な場所を離れ、パニック防止、正しい情報伝達できる場所であり、仮設テント設置場所は避難者のための仮設施設 (Tent-City/Container-City) を建設する場所である。

学校の防災対応能力を強化するため、MoNE は既存の防災関連の計画、例えば、市民防衛計画、災害緊急対応計画及び職場衛生安全計画などを統合して、新たな学校の緊急対応計画の作成指針の策定を計画している。新しい指針では学生と教職員のための緊急備蓄の整備を盛り込む予定である。国の災害緊急用物質の備蓄は AFAD の責任である。

第6章 対象地域の状況

6.1 社会経済状況

(1) 人口

トルコは7つの地域、81の県で構成されている。本章は、第8章で述べる日本のODA支援の可能性のある対象6県、バリケシル県、ブルサ県、イスタンブール県、イズミル県、コジャエリ県及びテキルダー県の社会経済状況について述べる。

バリケシル県、ブルサ県、イスタンブール県、コジャエリ県及びテキルダー県はマルマラ地域に、イズミル県はエーゲ地域に属する。

対象地域は比較的人口が集中している地域である。イスタンブール県はトルコの経済的、文化的、歴史的な中心であり、人口15百万人とトルコで最も人口の多い県である。イズミル県はトルコで3番目に人口の多い県で4.3百万人の人口を有し、エーゲ地域では最も人口が多い。続いて、ブルサ県の人口はトルコで4番目で2.9百万人、コジャエリ県は10番目で1.9百万人、バリケシル県は1.2百万人、最後にテキルダー県で1.0百万人となる。

表6-1 対象地域の人口

	Population					Average population growth (2014-2018)	Area (km ²)	Population Density in 2018
	2014	2015	2016	2017	2018			
Turkey	77,695,904	78,741,053	79,814,871	80,810,525	82,003,882	1.4%	783,600	99
Balıkesir	1,189,057	1,186,688	1,196,176	1,204,824	1,226,575	0.8%	12,496	98
Bursa	2,787,539	2,842,547	2,901,396	2,936,803	2,994,521	1.8%	11,043	271
İstanbul	14,377,018	14,657,434	14,804,116	15,029,231	15,067,724	1.2%	5,170	2,914
İzmir	4,113,072	4,168,415	4,223,545	4,279,677	4,320,519	1.2%	11,973	361
Kocaeli	1,722,795	1,780,055	1,830,772	1,883,270	1,906,391	2.6%	3,626	526
Tekirdağ	906,732	937,910	972,875	1,005,463	1,029,927	3.2%	6,218	166

出典: Turkish statistical institute

(2) 域内総生産

対象地域の2017年域内総生産は1.5兆リラでトルコの国内総生産の48%を占める。イスタンブール県の域内総生産が最も多く970.2十億リラで、その内サービス業が61%を占める。対象地域の中ではイズミル県の域内総生産が2番目に大きく191.5十億リラで、豊富な観光資源によりサービス業は51%を占める。3番目はブルサ県であり域内総生産は127.6十億リラにの

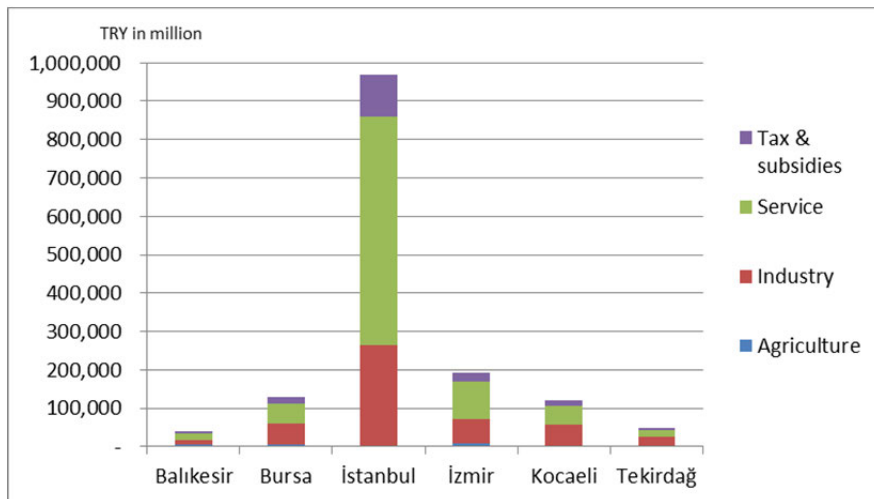
ぼる。ブルサ県はトルコ自動車産業の中心で製造業が域内総生産の 43%を占める。またトルコの工業の中心地であるコジャエリ県の域内総生産は 120.1 十億リラで製造業が 47%を占める。テキルダール県は 47 十億リラで製造業が 52%、バリケシル県は 38 十億リラで製造業が 48%となる。

一方、バリケシル県を除く 5 県の、域内総生産のうち農業が占める割合は 4%以下となる。

表6-2 対象地域の域内総生産

	Agriculture	Industry	Service	Tax & subsidies	GDP (current price) TRY in million	GDP per capita TRY
Turkey	6%	29%	53%	11%	3,106,537	37,883
Balıkesir	13%	27%	48%	11%	38,568	31,444
Bursa	4%	43%	42%	11%	127,584	42,606
İstanbul	0.1%	27%	61%	11%	970,189	64,389
İzmir	4%	33%	51%	11%	191,468	44,316
Kocaeli	1%	47%	41%	11%	120,074	62,985
Tekirdağ	4%	52%	32%	11%	46,964	45,600

出典: Turkish Statistical Institute

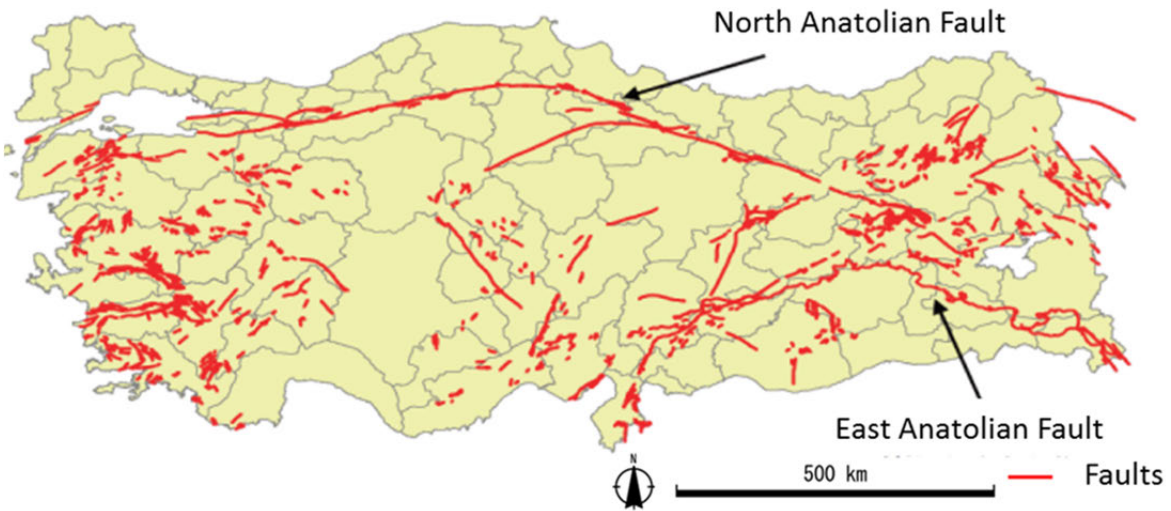


出典: Turkish Statistical Institute

図6-1 産業別 GRDP

6.2 地震災害履歴

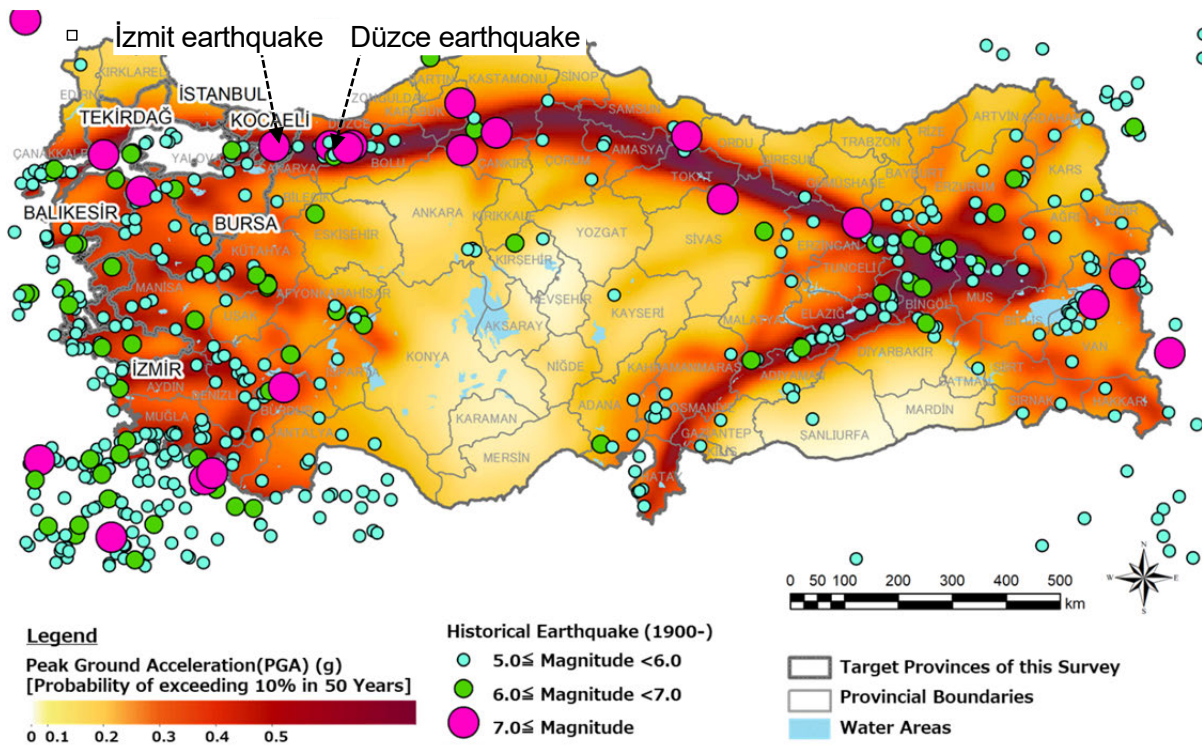
トルコの国土の大部分を占めるアナトリア半島は、北側のユーラシアプレート、南側のアフリカプレートおよびアラビアプレートの境界部に位置しており、地震活動が非常に活発な地域である。中でも顕著に連続性が認められるものは北アナトリア断層 (North Anatolian Fault) および東アナトリア断層 (East Anatolian Fault) であり、他にも提案した対象地域が含まれるエーゲ海近郊の西側の地域に活断層が集中している (図 6-2)。



出典: 海外地震保険制度 (2006 年)、損害保険料率算出機構 を基に JICA 調査団編集

図6-2 トルコの活断層

実際にトルコで近年発生した大地震（マグニチュード 7.0 以上）としては、1999 年に発生したイズミット地震（コジャエリ地震）及びデュズジェ地震等、提案した対象地域近郊で発生しており、甚大な被害、経済損失をもたらしている。図 6-3 には、1900 年以降にトルコで発生した地震履歴を示しており、多くの地震が提案した対象地域内および近くで発生している。



出典: [PGA] AFAD のデータを基に JICA 調査団内挿計算, [Earthquake] USGS

図6-3 トルコでの地震災害履歴（1900 年以降）

トルコでの主な地震による被害は、表 6-3 に示すとおりである。

表6-3 トルコでの主な地震による被害

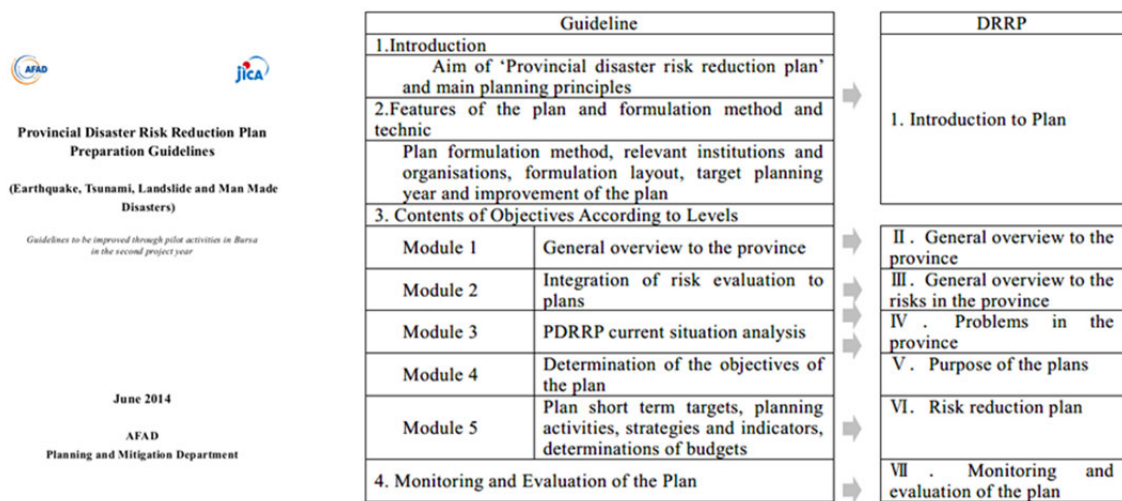
Date	Location	Magnitude	Associated disaster	Total no. of deaths	Total no. of affected	Amount of total damage ('000 US\$)	Incurred losses ('000 US\$)
04/29/1903	Malazgirt	6.3	--	3560	60000	0	0
08/09/1912	Murefte Sarkoy, Marmara Sea	7.8	Tsunami/Tidal wave	923	18195	0	0
10/04/1914	Burdur, Kilinc, Keciborlu, Isparta	7	--	4000	51700	0	0
09/13/1924	Erzurum	6.8	--	60	1140	0	0
05/01/1935	Kigi	6.1	--	540	0	0	0
04/19/1938	Kirsehir	6.6	--	149	800	0	0
12/27/1939	Erzincan (Anatolia)	7.8	Tsunami/Tidal wave	32962	0	20000	0
09/22/1939	Dikili	6.3	--	60	68	0	0
05/08/1940	Cis	6	--	16	0	0	0
09/11/1941	Van, Ercis	6	--	430	0	0	0
12/20/1942	Niksar, Erbaa	7	--	3000	0	0	0
11/15/1942		6.1	--	16	0	0	0
11/27/1943	Ladik, Samsun, Havza	7.5	--	4020	5000	40000	0
01/20/1943	Hendek	6.6	--	285	0	0	0
06/20/1943	Hundek, Adapazari	6.2	--	285	0	0	0
02/01/1944	Gerede (West Anatolia)	7.6	--	3959	0	0	0
10/06/1944	Ayvalik Edremit	6.8	--	27	0	0	0
06/25/1944	Usak	6	--	21	0	0	0
03/20/1945	Aelana, Veyhan, Adana	6	--	300	0	0	0
08/17/1949	Karlioiva (Anatolia)	6.8	--	320	355	0	0
08/13/1951	Kursunlu-Ilgaz	6.7	--	54	150	0	0
01/03/1952	Hasankale (Erzurum province)	6	--	103	250	0	0
03/18/1953	Canakkale, Balikesir, Yenice, Onon	7.3	--	1200	50000	3570	0
//1962	Pulumur	6.2	--	97	267	0	0
08/19/1966	Varto	6.9	--	2394	109500	20000	0
03/28/1970	Gediz	7.2	--	1086	83448	55600	0
05/22/1971	Bingol, Erzincan	6.8	--	878	88665	5000	0
09/06/1975	Lice	6.6	--	2385	53372	17000	0
11/24/1976	Muradiye	7.6	--	3840	216000	25000	0
10/30/1983	Khorasan, Pasinler, Narman (Erzurum province), Kars provinces	6.8	--	1346	834137	25000	0
03/13/1992	Erzican province	6.8	Slide (land, mud, snow, rock)	653	348850	750000	10800
10/01/1995	Dinar, Evciler	6.1	--	94	160240	205800	0
06/28/1998	Adana, Ceyhan, Hatay	6.3	--	145	1589600	550000	0
08/17/1999	Izmit, Kocaeli, Yalova, Golcuk, Zonguldak, Sakarya, Tekirdag, Istanbul, Bursa, Eskisehir, Bolu	7.6	--	17127	1358953	20000000	2000000
11/12/1999	Duzce, Bolu, Kaynasli	7.2	Slide (land, mud, snow, rock)	845	224948	1000000	0
02/03/2002	Bolvadin district (Afyon province)	6.5	--	42	252327	95000	0
01/27/2003	Pulumur district (Tunceli province)	6.1	--	1	2	0	0
05/01/2003	Bingol, Celtiksuyu, Sancak, Gokdere, Gozeler villages (Merkez district, Bingol province)	6.4	--	177	290520	135000	1000
03/08/2010	Basyurt village (Karakocan district, Elazig province), Demirci, Kovancilar, Okcular villages (Kovancilar district, Elazig province)	6.1	--	51	3600	0	0
10/23/2011	Van, Bitlis, Hakkari provinces	7.1	--	604	32938	1500000	90000
05/24/2014	Tekirdag, Canakkale provinces	6.9	--	0	324	0	0
07/21/2017	Bodrum	6.7	Tsunami/Tidal wave	0	360	0	0

出典: EM-DAT

6.3 地域防災計画

(1) 県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン

トルコにおける県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（Preparation Guidelines for Provincial Disaster Risk Reduction Plan）（案）は JICA 「リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト」において 2014 年に作成された。防災／減災計画は、主に災害が発生する前に実施すべき強靱化に資する対策やロードマップ等を示したものである。当ガイドライン（案）は、各県の地域特性や状況に応じた防災／減災計画を策定できることを目的に策定したものであり、概要は図 6-4 に示すとおりである。



出典: JICA リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト

図6-4 県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（案）の概要

当ガイドライン（案）では、県レベルで実施すべき減災対策として、4つの項目：1) リスク評価、2) 空間計画、3) 構造物対策、4) 非構造物対策に区分して対策事例を示している。表 6-4 には、当ガイドライン（案）における構造物対策の事例を示す。その中の対策の1つとして、「既存建物の強化（Strengthening of existing buildings）」が挙げられている。

表6-4 県レベルの防災／減災計画策定ガイドライン（案）における構造物対策の事例

3. STRUCTURAL MEASURES	
3.1 Improving urban development (considering disaster hazards and risks in regional development)	1. Urban development for highly vulnerable places 2. Urban transformation
3.2 Relocation of communities (assets) under risk	1. Implementing community-level relocation programs 2. Assets under risk, humans and settlements
3.3 Strengthening / repair / construction and reconstruction	1. Seismic assessment of public buildings and other structures 2. Strengthening of existing buildings 3. Constructing new buildings according to Earthquake Regulation, promoting building code in the construction sector

3.4 Measures against hazards (preventative structures)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sustaining walls 2. Rock stabilizations 3. Avalanche prevention structures 4. Stream improvements 5. Measures against ground failure and/or liquefaction 6. Other physical prevention structures for various disaster types. 7. Strengthening, maintenance, repair etc. of current prevention structures.
3.5 Making infrastructures disaster – resilient	<ol style="list-style-type: none"> 1. Managing infrastructure systems 2. Electrical power systems 3. Water network and system 4. Communication network 5. Multipurpose underground canals 6. Gas network and system 7. Sewerage system 8. Rainwater collection systems, etc.
3.6 Landslide Countermeasures	<ol style="list-style-type: none"> 1. Restricting settlements in landslide prone areas. 2. Setting excavation, terracing and construction rules. 3. Determining slope improvement and preservation methods 4. Installing monitoring and early warning systems
3.7 Hazard Measures for Hazardous Materials	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementing disaster countermeasures at hazardous material facilities. 2. Implementing disaster measure legislation at hazardous material facilities. 3. Implementing disaster countermeasures at the periphery of hazardous material facilities 4. Hazardous material facility managers determining disaster countermeasures

出典: JICA リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト

(2) 防災／減災計画の策定状況

AFAD へのヒアリング調査によると、現在、AFAD は、カフラマンマラシュ県での計画策定を進めており最終段階にあるが、未だ策定が完了した県は存在しない。即ち、提案した対象地域における防災／減災計画は未だ策定されていないのが現状である。

第7章 環境社会配慮

7.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業は、トルコ国における学校建築物の耐震化促進のための情報収集・確認調査であり、フィージビリティ調査、あるいはプレフィージビリティ調査ではない。MoNE は、日本国 ODA ローン要請に先駆け、5つの自治体において学校建築物の耐震化・建替え対象となる400校を提案することになるため、現時点では具体的な事業対象地（県）や学校は不明であるが、全ての事業は、既存学校敷地内における建築物の改修あるいは建替え工事となる。

また MoNE は、本事業の JICA アプレイザルの前には、耐震化・建替え工法を提案する。これには以下のような工法が想定される。具体的な工法は、3.3 節で説明されている。

- 耐震化工法
- 先端工法：アウターフレーム工法
- 従来型工法：RC 耐震壁の増設、RC 柱・梁の巻き立て等
- 建替工事：RC 造、鉄骨造、プレハブ造等

なお、JICA 調査団は MoNE を支援するため、人口、地震災害、JICA の過去の支援状況を考慮した優先順位に従って、バリケシル県、ブルサ県、イスタンブール県、イズミル県、コジャエリ県、及びテキルダール県の6つの対象県を提案している。

7.2 ベースとなる環境及び社会の状況

第1章において説明しているように、本調査ではカウンターパートである MoNE の協力と時間的制約があり、対象地域の自治体や関連機関を訪問できていない。ただし、ブルサ県とイズミル県において、MoNE より耐震化の対象として推薦のあったいくつかの学校を訪問している。

現在のところ、耐震化すべき学校の対象地域はブルサ県、バリケシル県、イズミル県、コジャエリ県、テキルダール県、イスタンブール県が想定されている。本節では、これら地域の環境・社会の概況を示す。なお、社会経済概況は、6.1 節において説明されている。

(1) バリケシル県

1) 地理的特徴

面積 14,299km²を有しアナトリア北西部に位置するバルケシル県は、東部のブルサ県とクタヒヤ県、南部のマニサ県とイズミル県、西部のチャナッカレ県に隣接している。県の大部分はマルマラ地方にあり、他はエーゲ海地方にある。290.5 km の海岸線を有し、そのうち 115.5 km はエーゲ海にあり、175 km はマルマラ海にある。県の主な平野は、Gönen 平野、Manyas 平野、バリケシル平野および Körfez 平野で、また平坦な地域だけでなく山岳地帯もあり、県の最高峰は標高 2,089 メートルのアクダーヒルである。

2) 気候

バルケシル県の気候は、地中海性気候と黒海気候の間の移行帯に位置しており、両方の気候の特徴を見ることができる。地中海性気候の影響下にある場合、夏は暑く乾燥しており、冬は穏やかで雨が降りやすい。また、黒海気候の影響を受ける冬の間は寒く雨が降りやすい。エーゲ海沿岸地域は、一般的に暑く乾燥した夏の影響を受け、冬は穏やかで雨の多い地中海性気候である。マルマラ海岸地域は、黒海気候の影響で夏は比較的涼しく冬はより寒い。

3) 水系

県の主要な河川は、ススルルク、イエネン、コカ、ハヴラン、シマフ、アトノス、ユズムチュ、キルクリークなどで、また主要な湖は、マニヤス湖とタバク湖である。

4) 植生、森林・保護区

森林は県の土地の 31% を占め、これは県土の 45% に相当する。一般的に、森林にはカラマツ、マツ、ブナ、シデ、オーク、ヤナギ、タマリスク、プラタナス、オリーブの木がある。主な樹種の中で、オークは 30% の割合で最も広く普及しているが、一般に劣化した森林を形成している。2 番目に広く分布しているカラマツは、特に Dursunbey Alaçam 山脈で見られる。

県内には、Kazdağı 自然公園と Bird Paradise 自然公園の 2 つの国立公園がある。その他の保護区として、Kazdağı Fir 自然保護区森林 (174.8 ha)、Ayvalık 諸島自然公園 (869Ha)、Dardere 自然公園 (10.5 ha)、Değirmen Boğazı 自然公園 (24.9 ha) 及び Sarımsaklı 自然公園 (1.1 ha) がある。

(2) ブルサ県

1) 地理的特徴

ブルサ県はトルコ国の北西部、マルマラ海の南東に位置しており、東側の Bilecik と Adapazarı、北側の İzmit と Yalova、イスタンブール、マルマラ海、南側の Eskişehir、Kütahya、西側のバリケシルに囲まれている。ブルサ県の総面積は 11,027 平方キロメートルで、北のマルマラ海までの海岸の長さは 135 キロメートルである。

ブルサの土地は、35%が山岳高原、48%が高原、17%が海拔 155 メートルの平野で、火山性の構造を示している。ブルサには、Karacabey、Orhangazi、Izник、Inegol、Bursa、Yenisehir などの平野があり、ブルサ平野は沖積層で構成されており、県の最高峰は標高 2,543 m のウルダ山である。

2) 気候

ブルサ県は、一般に温暖な気候であるが、気候帯によって異なり、北のマルマラ海の温暖な気候に対して、南は Uludag 地域の厳しい気候に直面している。最も暑い月は 9 月までで、最も寒い月は 2 月から 3 月までである。52 年の観測期間において、年間降水量の平均は 706mm で、相対湿度は約 69% である。

3) 水系

県の主要な河川は、Nilufer、Goksu、Koca、Kara、及び Aksu 川である。Nilufer 川は最も重要な川であり、集水域は 680 km² で、Karacabey 海峡周辺の Marmara 海に流れ込んでいる。また、主要な湖は、Uluabat 湖 (1,134 m²) と Izник 湖 (298 m²) である。

- Uluabat 湖: マルマラ海の南にある浅い (最大深さ 6m) 富栄養化した淡水湖である。湖の形状は東西方向におよそ三角形を成し、長さは 24km、幅は 12 km で、湖の面積は年と季節によって異なり、湖の平均的な深さは 2.5 m である。
- Izник 湖: 地殻変動により形成された、80 メートルの最大深さを有する天然の淡水湖である。

4) 森林・保護区

ブルサ県には、1 つの国立公園、2 つの自然公園、1 つの野生生物開発区域があり、それらの面積は県総面積の 8.6% である。

- Uludağ 国立公園: 国立公園の最高地点は 2,543 m、総面積は 12,762 ha で、そのうち 71% が森林、28% が牧草地と岩場、0.4% が空地、0.1% が水域、0.5% が宅地となっている。
- Sadağı Canyon 自然公園の総面積は 436 ヘクタールである。
- Suuçtu 自然公園: 自然公園の総面積は 10 ヘクタールである。
- Karacabey Karadağ Ovakorusu 野生生物開発区域: 野生生物開発区域の総面積は 28,611 ヘクタールである。

(3) イスタンブール県

1) 地理的特徴

イスタンブール県は、北が黒海、東がコカエリ山脈、南がマルマラ海、西がエルジーン平野に囲まれている。トルコで最も重要な都市であるイスタンブールは、ヨーロッパとアジアの 2

つの大陸にある唯一の都市で、黒海とマルマラ海を結ぶ長さ約 35 km のボスポラス海峡は、アジア大陸とヨーロッパ大陸を隔て、イスタンブールの街を 2 つに分割している。

イスタンブールの地理的構造は、一般に標高が低く丘陵の特徴を持っている。アジア側はヨーロッパ側よりも高いが、丘陵でもそれほど高くなく、高さ 537 m のアイドス山が、アジア側の最高点である。

2) 気候

県の気候は、地中海性気候と黒海気候の両方の特徴を持っている。前者は、夏に暑く乾燥し、冬は暖かく雨が降る。後者は、夏に暑く冬は暖かいが、年間を通じて雨が降りやすい。人口が密集している県の南部は、地中海性気候に近い特性を持っているが、気候は北部に向かうに従い、黒海気候に変化していく。平均気温は、1月の約 6°C から 7月には 23°C まで上昇する。イスタンブールは、南北方向に降雨量の変動が大きい県で、南部の年間降水量は約 650 mm だが、イスタンブールの中央部では 1,000 mm を超える。

3) 水系

イスタンブールには、マルマラ海流域と黒海流域の 2 つの主要な流域があり、これらは多くの小さな河川（クリーク）流域で構成されている。大きな河川はないが、水系は湖や池に流れ込む、または海に流れ込む多くの河川で構成されている。一部には、夏には不規則な流量の小河川が完全に枯れ、春の大雨の後に洪水を引き起こす河川もある。

また、イスタンブールのヨーロッパ側には 3 つの小さな湖があり、テルコス湖 (25km²) は、海から分離された淡水湖で、街への水の供給源となっている。一方、マルマラ海の沿岸にある Küçükçekmece 湖 (11km²) と Büyükçekmece 湖 (16km²) は、海水との接触により塩分を含んでいる。

4) 森林・保護区

イスタンブール県には国立公園はないが、26 の自然公園、自然保護区、3 つの野生生物繁殖地区、2 つの野生生物改良地区、湿地、2 つの狩猟区、考古学地区、143 のレクリエーションエリアがある。野生生物繁殖地区は、キジ、ヤマウズラ、シカ、ノロジカ、シカの繁殖を目的としている。また最も重要な湿地は、ヨーロッパ側の Büyükçekmece 湖、Küçükçekmece 湖、Terkos 湖、Büyükkokmuşgöl 湖、および Küçükkokmuşgöl 湖、アジア側の Kamil Abduş 湖である。一方、イスタンブール県の森林面積は 238,710 ha であり、県土の 44% を占め、森林の 58% はヨーロッパ側にあり、42% はアジア側にある。

(4) イズミル県

1) 地理的特徴

イズミル県は、北はマドラ山脈に囲まれ、南はクシャダス湾、西はエーゲ海、東はマニサ県隣接している。イズミルは、エーゲ海沿岸の典型的な港町として、トルコで 3 番目に大きな

都市である。また、陥没した海岸線は自然に多くの美しい湾とビーチを形成し、多くの漁場やヨットの停泊場所となっている。これらの特性により、イズミルは自然観光と港の町として有名である。

2) 気候

イズミルの気候は、夏は暑く乾燥しており、冬は穏やかで雨が多い。7月と8月が最も暑い月で、1月から2月が最も寒く、降雪はほとんどない。夏には、昼と夜の陸と海の冷暖房の違いから「imbat getir」と呼ばれる地域特有の風が吹くことがある。

3) 水系

イズミル県内では、エーゲ海地方の重要な河川の1つであるゲディス川が、Küçük Menderes川とBakırcay川とともに主要河川となっている。Küçük Menderes川はイズミルを起源とし、エーゲ海に注ぐ川で、流域全体が県の境界内にある。

4) 植生、森林・保護区

イズミル県の40%は森林に覆われており、その面積は470,910 haで、トルコ国の平均28.6%を上回っている。森林地域の植生は、アカマツが45.9%、カラマツが4.1%、ピーナツとパインが1.7%、10.8%のオークと37.7%のその他の木や低木で構成されている。

県内には国立公園はないが、イズミル地域管理局が管理する8つの自然公園：カラゲル自然公園、ジチェクリ自然公園、ヤマンラル山自然公園、メリマナ自然公園、エフェオウル自然公園、タナイ自然公園、エメクシジビーチ自然公園、ギュミュルデュール自然公園がある。

(5) コジャエリ県

1) 地理的特徴

コジャエリ県は、イスタンブール県、ヤロバ県、ブルサ県、サカリヤ県に隣接し、面積は3,505 km²である。コジャエリ県は、海面から最も高い山であるカルテペの標高1,601 mまでのさまざまな地形を有している。県の南部に位置するサマンリ山脈は、長さ約130 km、幅約30 kmである。県の一般的な地理的な特徴は、平坦でわずかに丘陵性の土地であり、農業、工業、住宅地として利用されている。

2) 気候

コジャエリ県の気候は、地中海性気候と黒海気候の間を移行している。コジャエリ県の黒海沿岸とイズミット湾の海岸の気候には違いがあり、イズミット湾岸地域は黒海沿岸の時々うだるような暑さよりも穏やかである。中心部では、夏は暑く雨が少なく、冬は時々雨、雪、寒さがある。

3) 水系

コジャエリ県には、マルマラ海と黒海の海岸があり、県の土地を起源とする水系の一部は黒海あるいはマルマラ海に到達する。また県内には、サパンカ湖の一部を含む湿地がある。

4) 植生、森林・保護区

一般的に、県の山の上部は針葉樹で覆われ、下部は広葉樹で覆われている。また、海に近い場所では、地中海性気候の植物が見られる。一方コジャエリ県には、Ballıkayalar 自然公園、Beşkayalar 自然公園、Eriklitepe 自然公園、Kuzuyayla 自然公園、Suadiye 自然公園、Uzuntarla 自然公園、Gazilerdağı 自然公園、Uzunkum 自然公園がある。さらに、カンディラセイレック 野生生物開発地域、イズミット湾湿地、サパンカ湖湿地の一部は県境界内にある。

(6) テキルダー県

1) 地理的特徴

テキルダー県はトルコ北西部に位置し、東はイスタンブール、北はカークラレリ、西はエディルネ、南西はチャナッカレ、南はマルマラ海に囲まれている。テキルダー県の面積は 6,313km² で、北東から黒海まで 2.5 km の海岸線を有している。

2) 気候

テキルダー県の気候はやや湿度が高く、半湿潤気候タイプに属している。テキルダーの海岸線は、地中海性気候の影響を受け、夏は通常乾燥して暑く冬も暖かい。また、エルジーン盆地を含む内陸地域は、大陸性よりの気候で半乾燥気候の特徴により、夏は乾燥し冬は寒くなる。

3) 水系

テキルダー県の主要河川は、Ergene 川、Çorlu 川、Hayrabolu 川、Beşiktepe 川、Beşiktepe 川、Gazioğlu 川、Kayı 川、Koca 川、Seymen 川である。

4) 森林・保護区

県北部の森林はほぼ針葉樹であり、ブナ起源のオーク種が優勢です。県の南部では、オーク、シデ、シナノキ、カエデなどの落葉樹とアカマツ、カラマツ、ピーナツツの木からなる針葉樹種がある。また、県内には2つの自然公園、Çamlıkoy 自然公園と Kartaltepe 自然公園がある。

(7) 社会環境

1) 2019 年推計人口

表 7-1 は、トルコ統計局が 2017 年の登録人口に基づき、対象県における 2019 年の人口を推計したものである。テキルダーは、対象県の中では人口は最少であるが、人口増加率が最も高く、2017 年からの増加率が 6.78%で、続いてコジャエリが 5.76%、ブルサが 3.42%となってい

る。なお、人口が増加している地域のテキルダーとコジャエリは、イスタンブールに隣接する県である。

表7-1 対象県の2019年推計人口

県	年	2017	2019*	Growth (17'-19')
Bursa		2,936,803	3,037,269	3.42%
Balıkesir		1,204,824	1,222,872	1.50%
İzmir		4,279,677	4,381,976	2.39%
Kocaeli		1,883,270	1,991,665	5.76%
Tekirdağ		1,005,463	1,073,592	6.78%
İstanbul		15,029,231	15,468,919	2.93%

注：*2019年人口は、2017年の登録人口に基づきトルコ統計局が推計。

出典：トルコ統計局

2) 一人当たり GDP

表 7-2 は、対象県における最近 2015 年—2017 年の一人当たり GDP（現在価格）の年間変化を示している。2016 年から 2017 年にかけて、全ての県で年間約 20%の成長が見られた。対象県の中では、イスタンブールの TL 65,041 に続いて、イスタンブールの東側に隣接するコジャエリは、1 人当たりの GDP が TL 64,659 であり 2 番目であった。また、2016 年から 2017 年にかけて、コジャエリは 21.39%で、一人当たり GDP が最も成長した県であった。

表7-2 対象県の一人当たり GDP (2015年-2017年)

県	年	2015	2016	増加率(15'-16')	2017	増加率(16'-17')
Bursa		33,501	36,780	9.79%	43,707	18.83%
Balıkesir		24,172	27,425	13.46%	32,127	17.14%
İzmir		34,261	37,817	10.38%	45,034	19.08%
Kocaeli		48,806	53,267	9.14%	64,659	21.39%
Tekirdağ		36,414	40,083	10.08%	47,479	18.45%
İstanbul		49,773	54,933	10.37%	65,041	18.40%

注：単位、トルコリラ

出典：トルコ統計局

3) 土地利用

表 7-3 が示すように、イスタンブールは最も開発された県であり、イスタンブールの東側に隣接するコジャエリがそれに続いている。一方、イスタンブールの西側に隣接するテキルダーの土地利用では農地が大半で、全体の約 77%を占めている。なお、他の 3 つの県は、類似した土地利用構成であった。

表7-3 対象県の土地利用構成（2012年）

土地利用 県	開発地区	農地	森林・半自然 地域	湿地	水域	計
Bursa	3.38%	44.06%	47.84%	0.52%	4.19%	100.00%
Balikesir	2.39%	47.26%	48.87%	0.17%	1.31%	100.00%
İzmir	5.33%	40.29%	53.46%	0.56%	0.36%	100.00%
Kocaeli	8.45%	45.84%	45.14%	0.06%	0.52%	100.00%
Tekirdağ	4.87%	77.08%	17.58%	0.02%	0.44%	100.00%
İstanbul	20.91%	29.44%	47.16%	0.05%	2.44%	100.00%

出典：森林水省

4) シリア難民

トルコ国はシリア難民を受け入れており、県が一時的に保護している。対象県における2020年1月時点でのその数は、表7-4が示す通りである。全国的にはシリアと国境を接する県が多く、多くの難民を受け入れているが、対象県の中でもイスタンブールは、全国の13.42%の難民を受け入れており、最大の受け入れ県となっている。また、ブルサが4.94%、イズミルが4.12%で続いており、全国では7番目と8番目に多く難民を受け入れている。

一方、欧州委員会の「The Facility for Refugees in Turkey Monitoring Report: November 2019」によれば、2018-2019学年度に643,058人のシリア難民の子供が、教育施設（公立学校及び一時教育センター）に入学している。その数は、国内のシリア難民の5歳から17歳までの子供の61.4%に相当する。そのため、対象県における学校への聞き取りによれば、シリア難民の子供を受け入れている学校があった。

表7-4 対象県のシリア難民数（2020年1月）

県	年	2020	(%)
Bursa		176,743	4.94%
Balikesir		4,710	0.13%
İzmir		147,503	4.12%
Kocaeli		55,519	1.55%
Tekirdağ		12,850	0.36%
İstanbul		480,077	13.42%
Whole country		3,576,659	100.00%

出典：トルコ統計局

5) 文化財

トルコ国の学校建築物には、文化財に指定されているものがある。ただし、本事業の耐震化工事の対象としないため影響はない。

7.3 トルコ国の環境社会配慮制度・組織

(1) 環境社会配慮制度

1) 環境法規制

トルコ国における環境影響評価（Environmental Impact Assessment、以下「EIA」）制度における基本法は、環境法（2006年改正）である。同法に基づき、EIA規則と環境に関する許可・ライセンス規則が定められている。また、EIA承認手続きに関する業務は、MoEUが所管している。

環境法はその第7条において、環境への影響を与える可能性がある事業に対して、EIAを実施することを義務付けている。EIA規則では、国内で実施されるすべてのプロジェクトについて、EIAの対象となる事業とEIAの実施方法について規定している。また、EIA対象となる事業リストはEIA規則のAnnex I、案件ごとにEIA対象となるか判断される事業はEIA規則のAnnex IIにおいて示されている。

- 改正環境法 5491号、2006年4月26日改正（1983年公布の環境法の改正）
- EIA規則 29186号、2014年11月改正（1983年公布のEIA規則の改正）
- 環境に関する許可・ライセンス規則 29115号、2014年9月改正（2010年公布の規則の改正）

これらの環境関連法規に加え、本事業に関連する法規として以下のものがあげられる。

廃棄物管理：

- Regulation on Control of Solid Wastes, Official Gazette No. 29314, 02.04.2015
- Regulation of the Control of Excavation Soil and Construction and Demolition Waste, Official Gazette No. 25406, 18.03.2004
- Regulation on Hazardous Waste Control, Official Gazette No: 25755, 14.03.2005 (amended by the regulation issued in the OG dated 30.10.2010; No: 27744)

大気質：

- Regulation on the Assessment and Management of Air Quality, Official Gazette No. 26898, 06.06.2008

水質：

- Water Pollution Control Regulation, Official Gazette No. 25687, 31.12.2004 (amended by the regulation issued in the OG dated 30.03.2010; No: 27537)

- Surface Water Quality Management Regulation, Forestry and Water Affairs Ministry, Official Gazette No. 28483, 30.11.2012

騒音：

- Regulation on the Assessment and Management of Environmental Noise, Official Gazette No. 26809, 07.03.2008

Soil Pollution:

- Regulation on Soil Pollution Control and Point Source Polluted Areas Official Gazette No. 27605, 08.06.2010

労働環境：

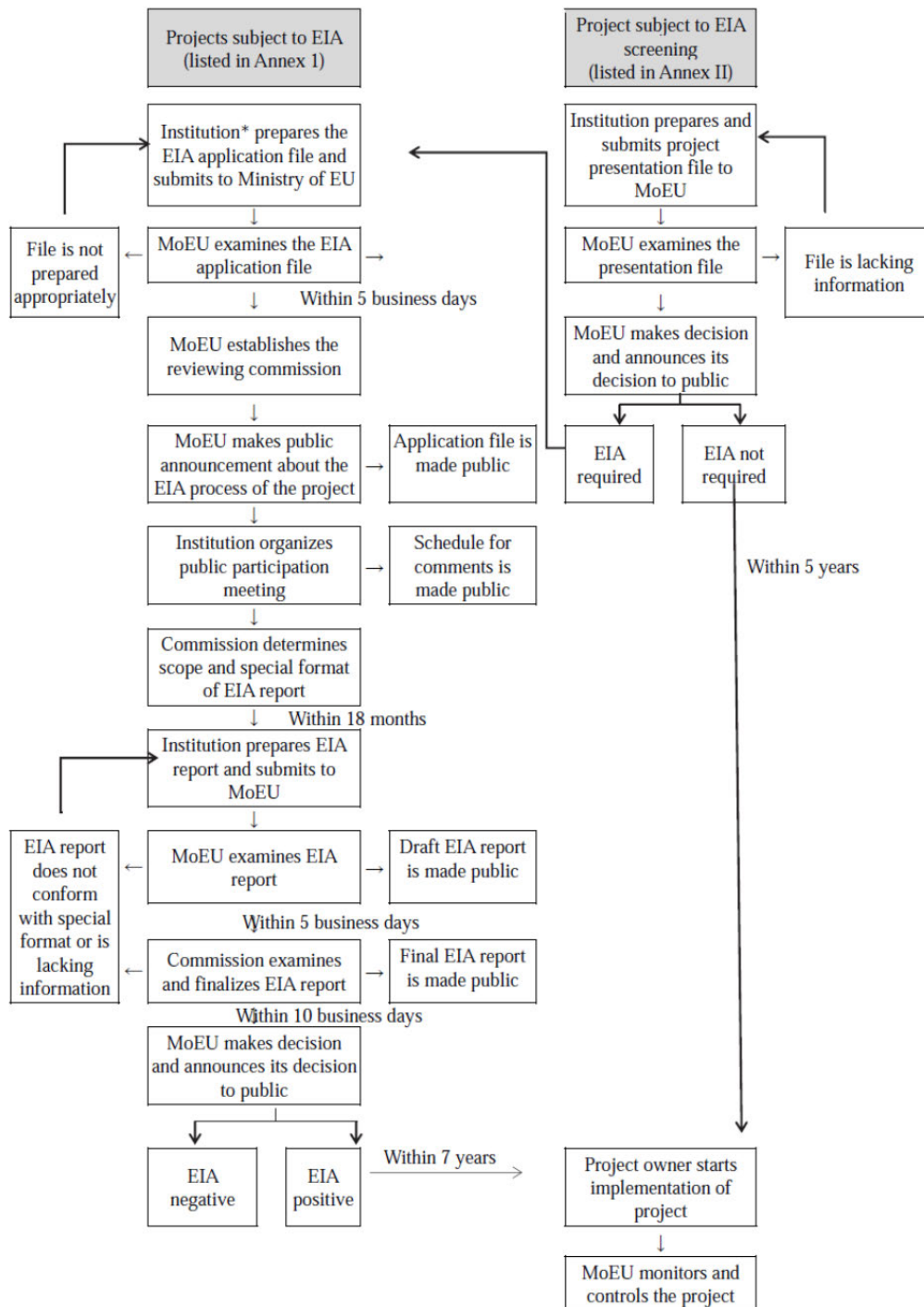
- Labour Law No. 4857, 22.05.2003 (Official Gazette 10.06.2003)
- Occupational Health and Safety Law No. 6331, 20.06.2012 (Official Gazette No. 28339, 30.06.2012)
- Construction Supervision Law No. 4708
- Regulation on Health and Safety Measures Concerning the Work with Asbestos, Official Gazette No. 28539, 25.01.2013

文化・自然資産保全：

- Law on the Conservation of Cultural and Natural Property Law No. 2863, July 1983 (amended by the Law No. 5226, 2004)

2) 環境影響評価手続き

トルコ国における EIA 手続きは EIA 規則に定められており、その概略は図 7-1 に示す通りである。



出典：EIA 規則、JCIA 廃棄物セクター情報収集・確認調査（2015年）

図7-1 トルコ国における EIA 手続きの概略

3) EIA スクリーニング

EIA 規則の Annex-1 は、EIA の対象となる事業を示している。また、Annex-1 に示されていなくても、EIA 対象となるか判断される事業は、EIA 規則の Annex II において示さ

れている。これらは、環境への影響を与える可能性がある事業のセクター、及びその事業規模に応じて定められている。

(2) 環境社会配慮組織

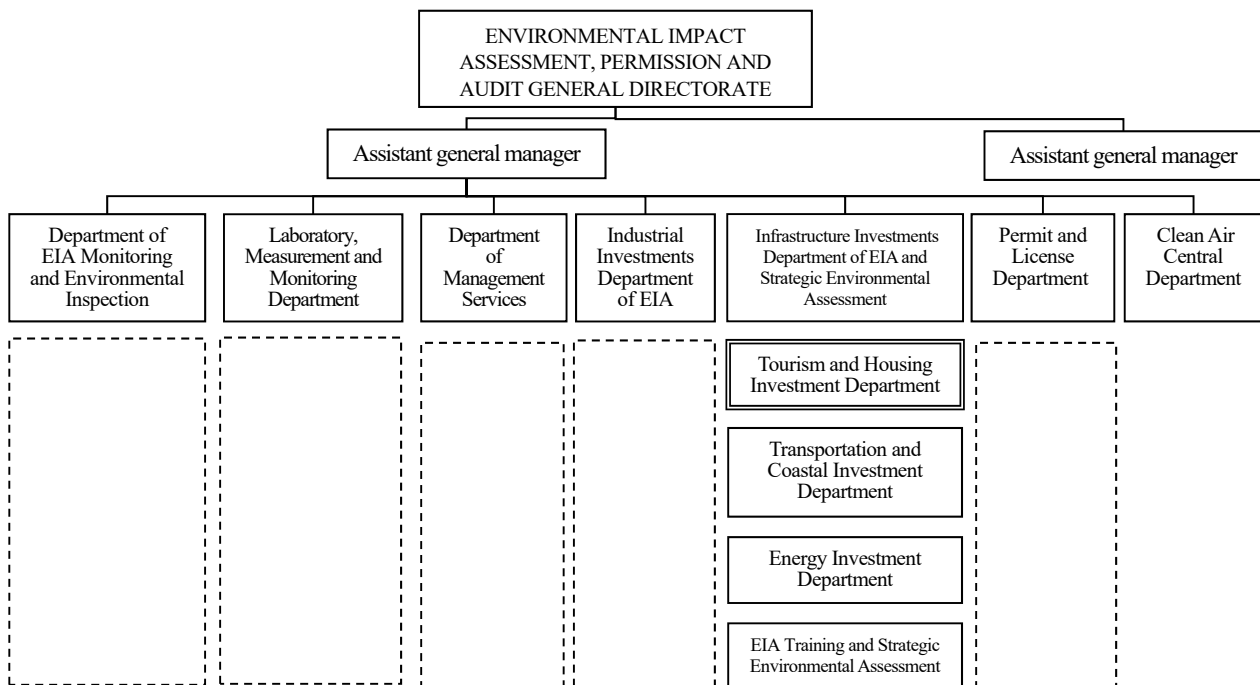
1) 環境都市計画省 (MoEU)

トルコ国では、MoEU が、環境行政を担っており、その主な業務は、環境保護、汚染防止と削減である。同省は、環境・開発・建設に関わる制度の立案と実施、及び実施内容のモニタリング・管理を管轄しており、その技術的項目について、基準や標準の策定とその導入、及び普及を担っている。また、EIA 承認手続きに関する業務も担っている。

なお MoEU の責務は、「自然環境を保護し、持続可能な都市と集落を形成するための計画、変革、安全な建設、不動産と住宅部門の管理、および規制と監督により都市の個性を復活させるための低層構造の視点に基づく環境サービス」である。

2) 観光と住宅投資局

建築物に関わる EIA の承認手続きに関する業務は、図 7-2 に示す MoEU の Environmental Impact Assessment, Permission and Audit General Directorate 下の Tourism and Housing Investment Department が担っている。なお、同局によれば、敷地 50,000 平方メートルを超える学校施設は、以前 EIA の対象となっていたが、現在は EIA の対象となっていないとのことである。



出典：MoEU より抜粋・編集

図7-2 MoEU における EIA 担当部署

3) 環境都市整備局

各県には、環境都市整備局（DoEU: Directorate of Environment and Urbanization）があり、県内において境都市計画省の役割を果たしている。同局は、持続可能な環境に適合した質の高い生活が可能な都市と集落を形成するため、規制、監督、参加型、および解決指向のアプローチにより、計画、建設、変革、及び環境管理に関連する業務と運営を実施する。

4) 県環境保護管理局

自治体である県には環境保護管理局があり、自治体の境界内において、関連法規制の枠組み内で、地域の天然資源と公衆衛生の保護、事業の実施と持続可能性の確保、環境汚染を引き起こす要素を特定し必要な措置を講じる、等の業務を行っている。

環境保護管理局は、廃棄物管理課と環境管理課の2つの部署により構成されており、廃棄物管理課では、固形廃棄物（家庭ごみ、非有害産業廃棄物、特別廃棄物など）の評価、その輸送および廃棄に関連する業務を担い、そのための施設を設置・運営している。また、医療廃棄物の収集、輸送、廃棄も行っている。

一方、環境管理課では、環境汚染を引き起こす要素を特定し、関連機関および組織と協力のもと、汚染を検査・調査し苦情に対応している。特に、環境汚染の影響が大きく、環境と公衆衛生に悪影響を与える汚染セクター及びその環境影響を特定し、環境インベントリと環境状況報告書を作成し、定期的に更新している。また、発掘土や建設・解体廃棄物の再評価、保管、廃棄に関する業務を行い、このための施設を設立して運営しており、掘削土や建設・解体廃棄物を運ぶ車両の輸送許可の準備とその監督も行っている。

7.4 その他の耐震化事業における環境社会配慮

(1) Istanbul Seismic Mitigation and Emergency Preparedness (ISMEP)

トルコ国では、世界銀行が防災セクターを支援しており、世界銀行はイスタンブール市と共に2006年からISMEPを実施している。ISMEPでは、①公共施設の建替え・耐震化、②防災・耐震化に係る制度整備、及び③防災教育・意識向上にかかる能力強化等の支援を実施している。ISMEPの主要な耐震化対象は、学校や病院を含む公共施設である。

ISMEPでは、世界銀行のガイドライン O.P 4.01 に基づき、環境管理計画を作成している。その計画の構成は以下の通りである。

- 1. Introduction,
- 2. Background,
- 3. Environmental Management Plan,
- 3.1 Definition

- 3.2 Potential Environmental Impacts
- 3.3 Environmental Legislation
- 3.4 Environmental Mitigation Plan
- 3.5 Mitigating Measures For Operation Phase
- 4. Cultural Heritage Issues
 - 4.1 National Institutional & Legal Framework
 - 4.2 Local Procedures
 - 4.3 World Bank Cultural Heritage Policy
 - 4.4 International Framework
 - 4.5. Comparison
- 5. Institutional Strengthening,
- 6. Local Consultations,
- 7. Findings & Recommendations, and
- 8. Annexes

また、施工業者の調達においては、建設作業で環境への影響を最小限に抑えることを目的とし、技術仕様の一部として環境管理の実施を求めている。その中で、施工業者がトルコ国の環境規制を遵守し、また世界銀行のガイドラインに従うこと、環境影響項目に対して緩和策の講じることを求めている。

(2) Disaster Risk Management in Schools Project

MoNE は、Disaster Risk Management in Schools Project（当初の名前は National Disaster and Risk Management Project : NDRMP）を世界銀行の支援により開始したところである。その主要な事業項目は、以下の事業背景が示すように、優先学校の耐震化あるいは建替えである。

事業背景：国家災害リスク管理プロジェクトの環境社会管理計画より抜粋。

国家災害リスク管理プロジェクト（NDRMP）は、国家教育省（MoNE）の建設不動産局（CRED）によって実施される。現在「回復のための教育インフラストラクチャプロジェクト（EIRP）（P162004）」の管理を担当している CRED の下に設立されたプロジェクト実施ユニット（PIU）も、提案されたプロジェクトの全体的な実施、管理、調整を担当する。

全体的な目的は、高リスクの地震地帯にある学校の生徒、教師、スタッフの安全性を高めることである。NDRMP は、32 万人以上の生徒と教職員を擁する、年間約 400 の学校の耐震化あるいは建替えを可能にしている。

また、提案されたプロジェクトは、次の 3 つのコンポーネント、(i) 学校の耐震性の改善、(ii) より安全な学校のための制度的・技術的能力の強化、(iii) プロジェクト管理、により実施される。

本事業は ISMEP と同様に、環境社会管理計画を作成している。その計画の構成は以下の通りである。

- 1. Introduction,
- 2. Compliance with World Bank Safeguards Polices,

- 3. Guidelines for Preparation of the Environmental and Social Management Plans (ESMP),
- 4. Site Alternatives,
- 5. Environmental and Social Monitoring and Grievance Redress Mechanism,
- 6. Institutional Implementation and Responsibilities,
- 7. Schedule,
- 8. Public Consultation, and
- Annexes

(3) 都市変容事業

災害リスクおよび危険建築物があるエリアを、適切な生活環境に整備することを目的として、2012年に都市変容法（UT法）が制定された。同UT法の下では、再開発対象となる危険エリア、取壊し対象となる危険建築物、および住民移転・再開発地となるリザーブエリアが認定され、再開発または建築物の建替え・耐震化工事が実施されている。

都市変容事業は、UT法に基づきMoEUにより実施されているが、同法の中には、環境社会配慮に関わるフレームワークは記載されていない。また、MoEUのUT事業部へのヒアリングにおいても、環境社会配慮に関わるフレームワークについての回答は得られなかった。

7.5 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

本事業は、国家教育省が調査団より提案されたパッケージ案に基づき、事業対象地及び耐震化改修・改築すべき学校を選定・提案して実施するものである。対象となる学校は既存施設であり、耐震化改修・改築事業はその敷地内で実施され、施設規模や配置案、現在の立地条件は変わらないため、具体的な代替案は検討しなかった。ただし、対象事業実施の妥当性を確認するため、プロジェクトを実施しないゼロオプションを比較対象として、代替案の検討を行った。

表7-5に比較結果を示す。検討の結果、本事業を実施しない場合、学校施設は耐震化されないままであり、事業費用はかからず、公害発生リスクもない。ただし、学校施設の耐震性能は脆弱なままであり、地震発生時には建築物や施設が破損・倒壊する可能性がある。

そのため、学生や教職員の安全確保が困難で、損傷・倒壊した施設から多くの瓦礫が発生し、その運搬と処理、修復・建替えに時間と費用がかかる。また、その間は学校施設本来の機能を果たすことができない。

一方、本事業を実施する場合、耐震化工事中に公害発生リスクはあるが、それは一時的であり累積的ではなく、また、その影響範囲も工事現場周辺に限られ、重大なものではない。そのため、影響軽減措置は容易で、且つ影響の発生を想定して計画的に進めることができる。

また、学校施設の建物が耐震化され、震災時には学生や教教員の生命と安全を守るだけでなく、安全な施設運用・利用が可能となり、特に緊急事態における避難所としても活用できる。このように、学校建物の耐震化により、学校関連者の安全確保、及び速やかな学校活動の再開に貢献できる。よって、本事業の実施は妥当であると判断される。

表7-5 代替案の比較検討

項目	事業実施案	事業を実施しない案（ゼロオプション）
概要	学校施設が耐震化され、災害時の安全が確保されるとともに、一時避難拠点、災害教育拠点としての役割を果たすことができる。	学校施設の建物は耐震化されず、構造的に脆弱な現状のまま運用される。
費用・経済性	B 学校の耐震化のための建物補強工事、あるいは建て替えのための費用が発生する。ただし、改修工法には、アウターフレーム工法等の新技术と従来の追加工法、建替え工法には、RC構造、鉄骨構造、またはプレハブ構造などが想定されるが、各工法の有効性とそのコストを考慮して決定される。災害時には、建物の損傷が少なく、修復費用を軽減できる。	C 耐震化工事の費用は発生しないが、災害時には建物が大きく破損あるいは倒壊する可能性がある。そのために多くの瓦礫が発生し、その運搬と廃棄物処理が必要となり、さらに施設の修復・建替えと併せて、時間と費用がかかる。
公害リスク	B 学校建物の耐震改修あるいは改築工事期間、主に工事用車両の走行や建設機械の稼働により、大気・水質・騒音・振動への影響、建て替えの場合は、加えて解体された建築物の廃棄の影響が想定されるが、その期間は工事時に限られ、範囲も現施設の敷地内に留まるため、影響は大きくなく限定的で、重大な影響を与える可能性はない。	C 地震発生時には学校建築物や施設が破損・倒壊する可能性があり、多くの瓦礫が発生し、その運搬と廃棄物処理が必要になる。
自然環境への影響	B 事業対象地は既存施設敷地内であり、その周辺は住宅地あるいは農地であり、貴重な動植物は存在しないため、自然環境への影響はない。	A 特になし。
社会環境への影響	A 学校建物の耐震化により震災時には建物の損傷・倒壊が少なく、生徒や教員の生命を守ることができる。また、耐震化された建物は、緊急事態における一時避難所として活用でき、震災後も直ちに学校活動を再開できる。さらに、学校での災害教育を促進することにより、防災意識の向上に貢献することができる。一方、一時的ではあるが工事期間中、工事作業による騒音、振動、粉塵などにより、授業を妨げる可能性がある。	C 地震発生時には学校建築物や施設が破損・倒壊する可能性があり、施設復旧や授業再開までに時間がかかる。
評価	推奨案 本事業の実施により、特に耐震化工事中に公害発生リスクはあるが、一時的であり累積的ではなく、また、その影響範囲も工事現場周辺に限られ、重大なものではない。そのため、影響軽減措置は容易で、且つ発生を想定して計画的に進めることができる。 また、学校施設の建物が耐震化され、震災時には学生や教教員の生命と安全を守るだけでなく、安全な施設運用・利用が可能となり、特に緊急事態における避難所として活用できる。このように、学校建物の耐震化により、学校関連者の安全確保、及び速やかな学校活動の再開に貢献できる。	推奨されない 学校施設は耐震化されないままであり、事業費用はかからず、公害発生リスクもない。ただし、学校施設の耐震性能は脆弱なままであり、地震発生時には建築物や施設が破損・倒壊する可能性がある。そのため、学生や教職員の安全確保が困難で、損傷・倒壊した施設から多くの瓦礫が発生し、その運搬と処理、修復・建替えに時間と費用がかかる。また、その間は学校施設本来の機能を果たすことができない。

注：A：負の影響は無い、あるいは正の影響があり、相対的に望ましい、B：Aよりも影響はあるが、限定的で重大ではない、C：負の影響がある、あるいは正の影響が無く、相対的に望ましくない

出典：JICA 調査団

7.6 環境社会配慮調査

(1) 事業のスクリーニング

トルコ国の環境影響評価（EIA）制度において、環境影響評価（EIA）の実施が求められる事業リストである Environment Impact Assessment (EIA) Regulation の Annex I 及び Annex II には、本事業の学校教施設「耐震化補強工事」、「耐震化建替え（解体工事を含む）」は含まれていない。よって本事業はトルコ国において EIA の対象ではなく、本事業の実施にあたり EIA の手続きは不要である。

一方、本調査では事業対象候補となる学校施設のパッケージ案を提案しており、具体的な事業対象施設は、事業実施段階において決定される。よって、事業対象となる具体的な施設はまだ決定されていないが、本事業は既存建築物の改修補強、あるいは改築・建替えであり、影響の範囲（期間・地域）は限定的で、環境や社会への望ましくない影響を最小限に留めることができる。

これらのことから、第 8 章の提案事業は、JICA 環境社会配慮ガイドライン上、「JICA の融資承諾後に、金融仲介者等が具体的なサブプロジェクトの選定や審査を実質的に行い、JICA の融資承諾（或いはプロジェクト審査）前にサブプロジェクトが特定できない場合であり、かつ、そのようなサブプロジェクトが環境への影響を持つことが想定される」ケースに相当するため、カテゴリ FI が妥当である。

(2) スコーピング

提案された学校施設の耐震化工法に基づき、表 7-6 のようにスコーピングを行った。

表7-6 スコーピング

	No.	影響項目	評価		想定される影響・評価理由
			工事前 工事中	供用時	
地 域	1	大気汚染	B-	D	工事中：工事用車両の走行や建設機械の稼働による粉塵、排気ガスの発生、あるいは建築物解体作業による粉塵の発生から、周辺地域において一時的に大気質を悪化させる可能性がある。 運営時：学校施設の改修後、大気を悪化させる施設の稼働はない。
	2	水質汚濁	B-	D	工事中：大規模な地形変革や土工を行わないため、土壌流出による水質汚濁への影響は見込まれないが、建物の解体・建替工事の場合、濁水が発生する可能性がある。 運営時：学校施設の改修後、水質を悪化させる施設の稼働はない。
	3	騒音・振動	B-	D	工事中：工事用車両の走行や建設機械の稼働、あるいは建築物解体作業により、周辺地域において一時的に騒音や振動レベルを上げる可能性がある。 運営時：学校施設の改修後、騒音・振動を発生させる施設の稼働はない。

	No.	影響項目	評価		想定される影響・評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	4	土壌汚染	D	D	工事中：耐震化補強・建替え工事は、既存施設が対象であるため、建設残土などは発生せず、土壌汚染への影響は想定されない。 運営時：学校施設の改修後、土壌汚染を発生させる施設の稼働はない。
	5	廃棄物	B-	D	工事中：建物の解体・建替工事の場合、解体された建物の廃棄が必要であり、建設工事や建設事務所・宿舎から廃棄物が発生する。 運営時：学校施設の改修後、廃棄物を発生させる施設の稼働はない。
	6	地盤沈下	D	D	耐震化補強・建替え工事は、大量の地下水汲み上げ等を必要としないため、地盤沈下への影響は想定されない。
	7	悪臭	D	D	工事中：耐震化補強・建替え工事は、重大な悪臭を発生させることはない。 運営時：学校施設の改修後、悪臭を発生させる施設の稼働はない。
	8	底質	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、特に河川の底質への影響は想定されない。
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に保護区はないため、保護区域への影響は発生しない。
	10	生態系	D	D	事業対象施設周辺は住宅地あるいは農地であり、貴重な動植物は存在しないため、生態系への影響は見込まれない。
	11	水象	D	D	耐震化補強・建替え工事は、大量の地下水汲み上げ等を必要としないため、水象への影響は想定されない。
	12	地形・地質	D	D	耐震化補強・建替え工事では、大規模な地形変革や土工を行わないため、地形・地質への影響は見込まれない。
社会環境	13	非自発的住民移転	D	D	事業対象地は既存学校施設であり、敷地内に居住者や私的財産はないため、事業実施による土地取得・非自発的住民移転は発生しない。
	14	貧困層・社会的弱者	D	D	事業対象地は既存学校施設であり、敷地内に貧困住民は居住していないため、影響は無い。
	15	先住民・少数民族	D	D	事業対象地は既存学校施設であり、敷地内に先住民は居住していないため、影響は無い。
	16	経済活動、生活・生計	B+	D	工事時：労働者として一時的に地元雇用（特に単純労働や解体作業）が期待される。また、地元サービス業は、労働者のため、宿泊・飲食サービスを提供でき、近隣商店・飲食店への裨益が期待される。 運営時：学校施設の改修後、地域経済に影響を及ぼす施設の稼働はない。
	17	土地利用、地域資源利用	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、現在の土地利用を改変しない。
	18	水利用・水利権・入会権	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、特に水利用への影響は想定されない。
	19	公共・生活施設・サービス	B-	A+	工事中：学校施設の耐震化工事、工事現場における工事用車両や建設機材の稼働により、学校施設の運営、教職員や学生の一時的な移動、学校の授業中断などへの影響が想定される。 供用時：災害時において、耐震化された学校施設が学生や教職員の生命を守ることができる。また一時的な避難所として機能し、安全確保に貢献できる。
	20	社会関係資本・社会組織	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、特に社会関係資本・社会組織への影響は想定されない。
	21	裨益等の不均衡	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、裨益等の不均衡への影響は見込まれない。
	22	利害の対立	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、利害の対立への影響は見込まれない。

	No.	影響項目	評価		想定される影響・評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	23	遺跡・文化財	D	D	文化財指定の歴史的建築物である学校は、本事業の対象校としないため、文化財への影響は無い。
	24	景観	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、現在の周辺景観を改変しない。
	25	ジェンダー	D	D	本事業は既存学校施設の耐震化のための改修・改築であるため、特にジェンダーへの影響は想定されない。
	26	子供の権利	B-	A+	工事中：工事により授業への影響が想定される。特に建て替えの場合は、授業を継続するためには、教室の代替施設を確保し、一時的な移動が必要となる。 供用時：災害時において、耐震化された学校施設が学生や教職員の生命を守ることができる。また一時的な避難所として機能し、安全確保に貢献できる。
	27	災害（リスク）、HIV/AIDS 等疫病	B-	D	工事中：工事には、外部から大量の労働者が流入することは見込まれないが、労働者の管理・教育不足である場合、HIV/AIDS 感染のリスクが懸念される。 供用時：感染症を発生させるような施設・機材の稼働はなく、特に影響は想定されない。
	28	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	工事中：工事現場における工事用車両や建設機材の稼働により、労働者の健康を損なう、あるいは事故が生じる可能性がある。また、工事現場周辺では、交通事故が発生する可能性がある。 供用時：労働者の健康や安全を阻害するような施設・機材の稼働はなく、特に影響は想定されない。
その他	29	事故	B-	D	工事中：工事現場における工事用車両や建設機材の稼働は、労働者や周辺住民の健康を損なう、あるいは労働者や周辺住民を巻き込んだ事故が生じる可能性がある。また、交通量の多い道路近くの工事現場では、交通事故が発生する恐れもある。 運営時：学校施設の改修後、事故を発生させるような施設の稼働はない。
	30	気候変動	D	D	工事中：工事中、工事用車両や建設機材から排気ガスが発生するが、範囲が限定され一時的であるため、気候変動や国境を越えた影響は想定されない。

凡例：

A+/-：重要な正又は負の影響が想定される項目。

B+/-：多少の正又は負の影響が想定される項目。

C：影響度合いが不明なため追加的な検証が必要な項目。

D：影響が無いか極めて軽微と判断される項目。

出典：JICA 調査団

(3) 環境社会配慮調査の TOR

スコーピング結果に基づき、環境社会配慮調査の TOR を表 7-7 のようにまとめた。事業対象校、対象自治体が定まっておらず、また入手可能な情報にも限りがあるため、主に既存情報の文献調査、及び類似事業や工事関係者へのヒアリングを調査方法とした。

表7-7 環境社会配慮調査の TOR

	No.	影響項目	段階/ 評価	調査項目	調査方法
軸心	1	大気汚染	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 工事現場における排気ガス・粉塵発生状況 耐震化工法・建築物解体方法 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察
	2	水質汚濁	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 工事現場における排水処理状況 耐震化工法・建築物解体方法 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察

No.	影響項目	段階/ 評価	調査項目	調査方法	
3	騒音・振動	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 工事現場における騒音・振動発生状況 耐震化工法・建築物解体方法 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察 	
	5	廃棄物	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場・解体現場における廃棄物処理方法 耐震化工法・建築物解体方法 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察
社会環境	16	経済活動、生活・生計	工事中 B+	<ul style="list-style-type: none"> 地元労働者の雇用可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング
	19	公共・生活施設・サービス	工事中 B- 供用時 A+	<ul style="list-style-type: none"> 耐震化対象校の状況 耐震化後の活用計画 	<ul style="list-style-type: none"> 現地踏査 学校関係者へのヒアリング
	26	子供の権利	工事中 B- 供用時 A+	<ul style="list-style-type: none"> 子供の権利に関わる規則 授業実施状況 耐震化工法・建築物解体方法 	<ul style="list-style-type: none"> 子供の権利に関わる法規の文献調査 学校関係者へのヒアリング 類似事業関係者へのヒアリング
	27	災害（リスク）、HIV/AIDS等疫病	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場・解体現場における衛生管理方法 感染症発生状況 	<ul style="list-style-type: none"> 感染症情報収集 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察
	28	労働環境（労働安全を含む）	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 労働安全衛生規則 工事現場での事故・疾病発生状況 	<ul style="list-style-type: none"> 労働環境に関わる法規の文献調査 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察
	29	事故	工事中 B-	<ul style="list-style-type: none"> 工事現場での安全確保規則 工事現場での事故発生状況 	<ul style="list-style-type: none"> 類似事業関係者へのヒアリング 類似工事現場の視察 労働環境に関わる法規の文献調査

出典：JICA 調査団

(4) 環境社会配慮調査結果

環境社会配慮調査の TOR に基づく環境社会配慮調査の結果を表 7-8 に示す。

表7-8 環境社会配慮調査結果

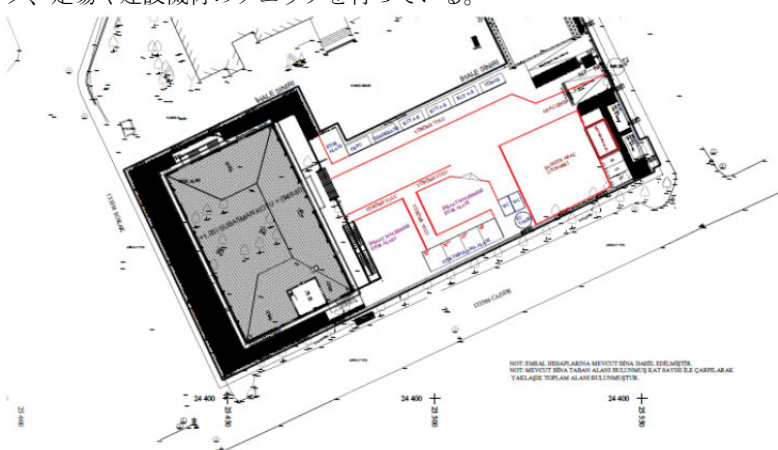
No.	影響項目	調査結果
Pollution 1	大気汚染	<p>調査結果：</p> <p>学校建設の施工管理経験のあるローカルコンサルタントへのヒアリング結果では、トルコ国では、学校建設の工事規模が大きいため、大気汚染の問題は深刻ではないとのことであった。また、イスタンブールにおける公共施設の耐震化事業である IPCU-ISMEP の環境社会配慮担当へのヒアリング結果では、都市化されたイスタンブールでは、やはり学校建設工事による大気汚染の問題は深刻ではないとのことであった。なお、ISMEP では工事現場において、車両通行や建設機材の稼働等から生じる粉塵や排気ガスによる大気の状態をモニタリングしている。</p> <p>一方、掘削・建設・修理・改修および解体作業中の粉塵排出に関しては、Regulation of the Control of Excavation Soil and Construction and Demolition Waste において、大気質の保護に関する規則（Regulation on the Assessment and Management of Air Quality）で指定された大気質基準を満たすことが求められる。そのため、粉塵の放出を最小限に抑え、視覚を確保し必要な安全条件を満たすために、改修・解体される建物の外部は、耐裂性ネットあるいは同様の材料で保護する。</p> <p>影響予測：</p> <p>影響は重大ではないが、工事中は工事用車両の走行や建設機械の稼働による粉塵、排気ガスの発生、あるいは建築物解体作業による粉塵の発生から、工事現場及び周辺地域において、一時的に若干大気質を悪化させる可能性がある。</p>

No.	影響項目	調査結果																							
2	水質汚濁	<p>調査結果： 学校建設の施工管理経験のあるローカルコンサルタントへのヒアリング結果では、トルコ国では、学校建設の工事規模が大きくないため、水質汚濁の問題は深刻ではないとのことであった。工事現場からの排水は、自治体の排水溝へ排水し、車両や建設機材から漏れた油などはフィルター等で吸着させる。また、IPCU-ISMEP の環境社会配慮担当へのヒアリング結果では、やはり学校建設工事による水質汚濁の問題は深刻ではないとのことであった。なお、ISMEP では工事現場において、排水の状況をモニタリングしている。</p> <p>一方、掘削・建設・修理・改修および解体作業中の水質汚濁に関しては、Regulation of the Control of Excavation Soil and Construction and Demolition Waste においては、特に規定されていないが、Surface Water Quality Management Regulation の水質環境基準を満たすことが求められる。</p> <p>影響予測： 影響は重大ではないが、工事中、工事中は工事用車両の洗浄水や降雨時の建設現場からの表土流出、作業事務所からの排水、建設現場のトイレのし尿等が発生する。これらの排水処理は、通常の方策で対応できると考えられるが、そうでない場合、周辺河川の水質を汚濁する可能性がある。</p>																							
3	騒音・振動	<p>調査結果： 学校建設の施工管理経験のあるローカルコンサルタントへのヒアリング結果では、トルコ国では、学校建設の工事規模が大きくないため、騒音・振動の問題は深刻ではないとのことであった。また、イスタンブールにおける公共施設の耐震化事業である IPCU-ISMEP の環境社会配慮担当へのヒアリング結果では、都市化されたイスタンブールでは、日常的に騒音・振動が生じているため、やはり学校建設工事などでは騒音・振動の問題は深刻ではないとのことであった。なお、ISMEP では騒音をモニタリングしている。</p> <p>一方、トルコ国における建設工事現場等において発生する騒音規制基準、及び教育施設における屋内騒音基準は以下の通りである。</p> <p style="text-align: center;">表7-9 建設工事現場等において発生する騒音規制基準</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Type of activity (construction, demolition and repair)</th> <th>Ldaytime (dBA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Building</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Way</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>Other noise resources</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：Regulation on assessment and management of environmental noise (Official Gazette No. 27601, 4 June 2010)</p> <p style="text-align: center;">表7-10 屋内騒音基準（教育施設）</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Area of Use Educational Facilities Areas</th> <th>Closed Window Leq (dBA)</th> <th>Open Window Leq (dBA)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classrooms in schools, special education facilities, kindergartens, laboratories and so on</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Gym</td> <td>55</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Dining hall</td> <td>45</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Bedrooms in kindergartens</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：Regulation on assessment and management of environmental noise (Official Gazette No. 27601, 4 June 2010)</p>	Type of activity (construction, demolition and repair)	Ldaytime (dBA)	Building	70	Way	75	Other noise resources	70	Area of Use Educational Facilities Areas	Closed Window Leq (dBA)	Open Window Leq (dBA)	Classrooms in schools, special education facilities, kindergartens, laboratories and so on	35	45	Gym	55	65	Dining hall	45	55	Bedrooms in kindergartens	30	40
Type of activity (construction, demolition and repair)	Ldaytime (dBA)																								
Building	70																								
Way	75																								
Other noise resources	70																								
Area of Use Educational Facilities Areas	Closed Window Leq (dBA)	Open Window Leq (dBA)																							
Classrooms in schools, special education facilities, kindergartens, laboratories and so on	35	45																							
Gym	55	65																							
Dining hall	45	55																							
Bedrooms in kindergartens	30	40																							

No.	影響項目	調査結果
3	騒音・振動	<p>影響予測： 重大な影響ではないが、工事中、工事用車両の走行や建設機械の稼働、あるいは建設作業や建築物解体作業により、一時的に騒音や振動が発生する。また、学校の耐震化工事は、トルコの夏休み中に実施されなければ、授業を継続するために、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があり授業を継続できる場合、日中の作業により、授業への騒音・振動が断続的に生じる。建設工事現場等における騒音規制基準や教育施設における騒音基準が守られない場合、その影響のリスクが高まる。</p>
5	廃棄物	<p>調査結果： 学校建設の施工管理経験のあるローカルコンサルタントへのヒアリング結果では、解体された構造物の廃棄物は、廃棄するもの、リサイクルするもの、有害廃棄物に分けられ一時的に保管される。例えば、鉄筋コンクリート構造物（柱や梁など）は切断・細断され、中の鉄筋を仕分けしリサイクルされる。これらの廃棄物は、認可を受けた業者が、自治体が指定する処理場あるいはリサイクル施設に運ぶ。また、施工・監理業者は、廃棄物運搬フォームに廃棄物の種類や量、運搬先、リサイクル材等を記入し、所管官庁へ提出して廃棄物の処理報告を行う。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="528 808 900 1128">  <p data-bbox="528 1128 692 1155">分離された鉄筋</p> </div> <div data-bbox="924 853 1378 1128">  <p data-bbox="924 1128 1131 1155">指定業者による運搬</p> </div> </div> <p>一方、建設・解体廃棄物に関連する法規では次のように規定されている。 Regulation on Control of Solid Wastes No. 29314 では、建築及び解体廃棄物は、有害廃棄物を含め別添の EK-4：廃棄物リストで示されている。（有害廃棄物は、主にコールタールおよびタール製品、オイル、アスベストを含む絶縁材料や建材、水銀を含む建設・解体廃棄物、PCB を含む建設・解体廃棄物（PCB を含む接着材、樹脂床材、PCB コーティング材、PCB を含むコンデンサなど）である。なお、これらの廃棄物を運搬する車両には、ライセンスが必要である。 また、廃棄物を出す者は廃棄物管理計画を作成し、量を最小限に留め、適切な梱包やラベルリングにより一時的に種別に保管し、それらの記録を継続的に取り、保管することが求められる。 そして、自治体の義務と責任は、廃棄物処理施設を設立・運営し、関連施設の環境ライセンスを取得する、意識向上の実施と貢献、廃棄物管理関わる担当者のおよび定期的なトレーニングの実施、健康管理、職業上のリスクの防止、そしてトレーニングと情報の提供、必要なツールと機器の提供、安全衛生対策の実施などを含むあらゆる種類の対策の実施である。</p> <p>また、Regulation of the Control of Excavation Soil and Construction and Demolition Waste No. 25406 では、解体された構造物のリサイクル可能な材料は、最初に分離されリサイクルされる。ドアや窓、キャビネット、床と壁のカバー材、床材と断熱材などの建設資材と有害廃棄物が構造物から分離され、個別に解体および収集される。廃棄物を積載したコンテナは、自治体当局または当局から廃棄物収集および輸送を認可された会社によって回収され、リサイクル施設あるいは保管施設に輸送される。解体作業の間は、騒音や粉塵拡散を防止する対策を講じる。また、従業員の健康と安全を保護するために、アスベストを含む材料が使用されている建物の解体、修理、改修中は、労働社会保障省によって作成されたアスベストに関わる労働における健康と安全対策に関する規則の原則が遵守される。</p>

	No.	影響項目	調査結果
	5	廃棄物	<p>建設・修理・改修および解体作業中の騒音に関しては、騒音規制規則の原則を適用するものとする。粉塵については、大気質の評価と管理に関する規則に指定された大気質基準は、建設・修理・改修および解体作業中の粉塵排出に関して満たされるものとする。また、粉塵の放出を最小限に抑え、視覚を確保し必要な安全条件を満たすために、改修・解体される建物の外部は、耐裂性ネットあるいは同様の材料で保護する。</p> <p>影響予測： 建物の建替えの場合、既存建築物の解体により解体された資材のリサイクルと廃棄が必要となる。解体廃棄物には有害廃棄物が含まれる可能性もある。また、建設工事からは建設廃棄物、建設事務所・宿舍からは一般廃棄物が発生する。解体破棄物や建設廃棄物、有害廃棄物は、トルコ国の規則に従って現場で分別し、一時的に別々に保管する。そして、認可を受けた業者により収集され、処分場へ運搬される。また、一般廃棄物は、自治体あるいは許可された業者により収集され処分される。ただし、現場で適切な仕分け、保管、処置がなされない、あるいは規則通りに運搬・処分されない場合は、廃棄物汚染が生じる可能性がある。</p>
	16	経済活動、生活・生計	<p>調査結果： 施工管理コンサルタントへのヒアリングの結果では、コントラクターが地元の労働者を雇用する可能性はあるとのことであった。</p> <p>影響予測： 工事中、施工業者は、労働者として地元住民を雇用（特に単純労働や解体作業）する可能性がある。そのため、地元住民の雇用機会の一時的な増加が期待される。</p>
Social Environment	19	公共・生活施設・サービス	<p>調査結果： 耐震化工事を行った学校への聞き取り結果によれば、耐震化工事は、長期の場合は約10ヶ月から1年間、あるいは6月中旬から9月中旬までの3カ月の夏休みの間に行われた。長期工事が行われた学校の場合、工事はブロック毎に分けて行われ、耐震化工事中は、敷地内の他の既存施設をダブルシフトで運用して授業を行った。そのため、生徒を他校に移動させる必要はなく、工事期間中も教育は校舎内で継続された。</p> <p>さらに、夜間シフトを設けて工事を集中的に行う、あるいは主要な工事は夏休みに合わせて実施するなど、授業への影響を最小限に留めることができた。なお、補強工事の実施に反対する意見はなかった。</p> <p>一方、耐震化工事の対象候補の学校への聞き取りでは、以下のような意見が聞かれた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐震補強が必要な場合には、キャパシティに余裕のある近隣の学校で生徒を受け入れてもらい、受け入れ先の学校で、授業をシングルシフトからダブルシフトに変更して対応する。 MoNE から耐震補強や建替えの指示があれば、その指示に従い、工事に備えて県事務所と連携して生徒の移動を計画する。 移転先の学校を決めるのは県事務所である。 6月中旬から9月中旬までの3カ月の夏休みの間に耐震補強工事が実施できれば望ましい。 居ながら施工が可能なアウトフレーム工法を採用すれば、生徒の移動の懸念は解消され、理想的であり有効な耐震補強工法だと認識している。 3カ月の夏休み期間にリノベーション等の工事を建物内部で行い、その後、建物の外側からアウトフレームで耐震補強することも考えられる。 <p>また、近隣の学校にキャパシティに余裕がない場合は、以下のような意見が聞かれた。</p> <ul style="list-style-type: none"> 生徒の近隣校への移動が難しいことから、夏休みの3か月間で耐震補強工事を実施するしかない。 あるいは、夏休みの3か月間で耐震補強工事が完了しない場合、アウトフレーム工法では工事が建物外部で行われ、居ながら施工が可能ということであれば、生徒の近隣校への移動の必要がなく有効な手法である。

No.	影響項目	調査結果
19	公共・生活施設・サービス	<p>なお、耐震化工事に際しては、生徒の安全確保を第一と考えているとのことであった。</p> <p>影響予測： 学校の耐震化工事は、トルコの学校夏休み中に実施されなければ、授業を継続するため、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があれば望ましいが、近隣の学校へ移動し、ダブルシフトで授業をするため、双方の学校にとって影響が生じる。なお、工事が建物外部で行われ、居ながら施工が可能なアウターフレーム工法であれば、生徒の近隣校への移動の必要がなく影響を低減できる。</p> <p>一方で、学校建物の耐震化により災害時には建物の損傷・倒壊が少なく、生徒や教員の生命を守ることが可能である。また、耐震化された建物は、緊急事態における一時避難所として活用でき、震災後も直ちに学校活動を再開できる。さらに、学校での災害教育を促進することにより、防災意識の向上に貢献することができる。</p>
26	子供の権利	<p>調査結果： 憲法では、全ての国民に教育を受ける権利があり、初等教育は男女の区別なく全国民の義務教育であり、公共学校では無料である。また、全ての子供は守られるものとなっている。また、トルコ国は「子どもの権利条約」にも批准している。1990年9月14日に署名し、1994年9月12日の法律第4058号で承認している。</p> <p>影響予測： 学校の耐震化工事は、トルコの学校夏休み中に実施されなければ、授業を継続するため、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があれば望ましいが、近隣の学校へ移動し、ダブルシフトで授業をするため、双方の学生にとって影響が生じる。なお、工事が建物外部で行われ、居ながら施工が可能なアウターフレーム工法であれば、生徒の近隣校への移動の必要がなく影響を低減できる。</p> <p>一方で、学校建物の耐震化により災害時には建物の損傷・倒壊が少なく、生徒や教員の生命を守ることが可能である。また、耐震化された建物は、緊急事態における一時避難所として活用でき、震災後も直ちに学校活動を再開できる。このように、学校の耐震化により、子供の生命を守り、教育を受ける権利を守ることに貢献することができる。</p>
27	災害（リスク）、HIV/AIDS等疫病	<p>調査結果： 学校建設の施工管理経験のあるローカルコンサルタント、及び IPCU-ISMEP の環境社会配慮担当へのヒアリング結果では、特に感染症や疾病に関わる問題は指摘されなかった。</p> <p>一方、労働環境に関連する労働法、労働安全衛生法では次のように規定されている。労働法では、雇用者は、従業員に労働安全衛生に関する必要なトレーニングを提供する。また労働安全衛生法では、雇用者による医師・労働安全管理担当者の配置、事故・疾病の記録と報告、労働者の健康状態の検査、労働者の訓練、労働者へのコンサルテーション等が規定されている。</p> <p>影響予測： 工事中、建設現場の衛生環境、特に排水や廃棄物処理が適切に維持されない場合、水や昆虫を媒介とする感染症が発生する可能性がある。また、労働者に適切な指導がされなかった場合、HIV/AIDS等を含む性感染のリスクがある。</p>

No.	影響項目	調査結果
28	労働環境（労働安全を含む）	<p>調査結果： 施工管理コンサルタントへのヒアリングの結果では、工事現場においては、労働者の事故あるいは労働者への賃金支払いの不備などが起こることがある。起こりやすい労働安全問題は、不適切な足場設置、安全装備の未装着、不適切な廃棄物やリサイクル材の仕分け・保管・処理などである。そのため、建設現場における建設現場検査フォーム、規則違反報告書や改善結果報告書による不備・事故の確認と改善を行っている。また、交通事故や労働事故が生じないように、交通管理計画や建設現場配置計画を作成し、これを実行している。加えて、施工業者の安全担当と共に、施工業者の省庁から依頼された公認の第三者機関が労働事故や労働環境のモニタリング、足場や建設機材のチェックを行っている。</p>  <p>出典：現地施工管理コンサルタント</p> <p style="text-align: center;">図7-3 建設現場配置計画例</p> <p>一方、労働環境に関連する労働法、労働安全衛生法では次のように規定されている。労働法では、雇用主と雇用契約の下で働く従業員の労働条件、及び労働関連の権利・義務定められている。その中では、雇用主と従業員の労働安全衛生義務として、雇用主は全ての必要な手段と装具を提供・維持し、従業員には、労働安全衛生の分野で講じられたこれらの措置を遵守する義務がある。また、雇用主は従業員に労働リスクとそれに対して講じなければならない措置、ならびに従業員の法的権利と義務を通知し、これに関連して、従業員に労働安全衛生に関する必要なトレーニングを提供する。</p> <p>また労働安全衛生法では、職場での労働と安全を確保し、既存の健康と安全状態を改善するために、雇用主と労働者の責務、権限、責任、権利と義務が定められている。その中では、雇用者による医師・労働安全管理担当者の配置、事故・疾病の記録と報告、労働者の健康状態の検査、労働者の訓練、労働者へのコンサルテーション等が規定されている。</p> <p>影響予測： 工事中、工事用車両の走行や建設機械の稼働、あるいは特に高所での建設作業や建築物解体作業により、労働災害が生じる可能性がある。また、労働環境に関連する労働法、労働安全衛生法、あるいは環境管理計画が守られず施工業者の責務が果たされない場合、労働災害発生リスクが高まる。</p>
29	事故	<p>調査結果： 建設現場における労働者の事故に関しては、上記の通りである。特に、交通管理計画や建設現場配置図は、工事現場内だけでなく周辺住民の交通事故防止にも重要である。</p> <p>影響予測： 上記のように工事中、労働者の事故が発生する可能性がある。また、通常の車両交通に加え、工事用車両の走行により交通量が増加し、交通事故が発生する可能性も高まる。</p>

出典：JICA 調査団

(5) 影響評価

環境社会配慮調査の結果に基づき、本事業における環境社会影響を表 7-11 のように評価した。その結果、本事業による重大な負の影響は想定されない。

本事業は既存建築物の改修補強、あるいは改築・建替えであり、影響の範囲（期間・地域）は工事期間及び現敷地内であり限定的で、環境や社会への望ましくない影響を最小限に留めることができる。また、影響の緩和も通常の方策で対応できると考えられる。

表7-11 影響評価

	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	共用時	工事前 工事中	共用時	
Pollution	1	大気汚染	B-	D	B-	N/A	工事中：工事用車両の走行や建設機械の稼働による粉塵、排気ガスの発生、あるいは建築物解体作業による粉塵の発生から、工事現場及び周辺地域において、一時的に若干大気質を悪化させる可能性がある。
	2	水質汚濁	B-	D	B-	N/A	工事中：工事中は工事用車両の洗浄水や降雨時の建設現場からの表土流出、作業事務所からの排水、建設現場のトイレのし尿等が発生する。これらの排水処理は、通常の方策で対応できると考えられるが、そうでない場合、周辺河川の水質を汚濁する可能性がある。
	3	騒音・振動	B-	D	B-	N/A	工事中：工事用車両の走行や建設機械の稼働、あるいは建設作業や建築物解体作業により、一時的に騒音や振動が発生する。また、学校の耐震化工事は、トルコの夏休み中に実施されなければ、授業を継続するために、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があり授業を継続できる場合、日中の作業により、授業への騒音・振動が断続的に生じる。建設工事現場等における騒音規制基準や教育施設における騒音基準が守られない場合、その影響のリスクが高まる。
	4	土壌汚染	D	D	N/A	N/A	
	5	廃棄物	B-	D	B-	N/A	工事中：建物の建替えの場合、既存建築物の解体により解体された資材のリサイクルと廃棄が必要となる。解体廃棄物には有害廃棄物が含まれる可能性もある。また、建設工事からは建設廃棄物、建設事務所・宿舍からは一般廃棄物が発生する。 解体破棄物や建設廃棄物、有害廃棄物は、トルコ国の規則に従って現場で分別し、一時的に別々に保管する。そして、認可を受けた業者により収集され、処分場へ運搬される。また、一般廃棄物は、自治体あるいは許可された業者により収集され処分される。ただし、現場で適切な仕分け、保管、処置がなされない、あるいは規則通りに運搬・処分されない場合は、廃棄物汚染が生じる可能性がある。
	6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
	7	悪臭	D	D	N/A	N/A	
	8	底質	D	D	N/A	N/A	
Natural Environment	9	保護区	D	D	N/A	N/A	
	10	生態系	D	D	N/A	N/A	
	11	水象	D	D	N/A	N/A	
	12	地形・地質	D	D	N/A	N/A	

	No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	共用時	工事前 工事中	共用時	
Social Environment	13	非自発的住民移転	D	D	N/A	N/A	
	14	貧困層・社会的弱者	D	D	N/A	N/A	
	15	先住民族・少数民族	D	D	N/A	N/A	
	16	経済活動、生活・生計	B+	D	B+	N/A	工事中：工事中、施工業者は、労働者として地元住民を雇用（特に単純労働や解体作業）する可能性がある。そのため、地元住民の雇用機会の一時的な増加が期待される。
	17	土地利用、地域資源利用	D	D	N/A	N/A	
	18	水利用・水利権・入会権	D	D	N/A	N/A	
	19	公共・生活施設・サービス	B-	A+	B-	A+	工事中：学校の耐震化工事は、トルコの夏休み中に実施されなければ、授業を継続するため、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があれば望ましいが、近隣の学校へ移動し、ダブルシフトで授業をするため、双方の学校にとって影響が生じる。 一方で、工事が建物外部で行われ、居ながら施工が可能なアウターフレーム工法であれば、生徒の近隣校への移動の必要がなく影響を低減できる。 供用時：一方で、学校建物の耐震化により災害時には建物の損傷・倒壊が少なく、生徒や教員の生命を守ることが可能である。また、耐震化された建物は、緊急事態における一時避難所として活用でき、震災後も直ちに学校活動を再開できる。さらに、学校での災害教育を促進することにより、防災意識の向上に貢献することができる。
	20	社会関係資本・社会組織	D	D	N/A	N/A	
	21	裨益等の不均衡	D	D	N/A	N/A	
	22	利害の対立	D	D	N/A	N/A	
	23	遺跡・文化財	D	D	N/A	N/A	
	24	景観	D	D	N/A	N/A	
	25	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	
26	子供の権利	B-	A+	B-	A+	工事時：学校の耐震化工事は、トルコの夏休み中に実施されなければ、授業を継続するため、別途教室を確保して生徒の移動する必要がある。学校施設内で十分な空き部屋があれば望ましいが、近隣の学校へ移動し、ダブルシフトで授業をするため、双方の学生と学業に影響が生じる。 一方で、工事が建物外部で行われ、居ながら施工が可能なアウターフレーム工法であれば、生徒の近隣校への移動の必要がなく影響を低減できる。 供用時：一方で、学校建物の耐震化により災害時には建物の損傷・倒壊が少なく、生徒や教員の生命を守ることが可能である。また、耐震化された建物は、緊急事態における一時避難所として活用でき、震災後も直ちに学校活動を再開できる。このように、学校の耐震化により、子供の生命を守り、教育を受ける権利を守ることに貢献することができる。	
27	災害（リスク）、HIV/AIDS等疫病	B-	D	B-	N/A	工事中：建設現場の衛生環境、特に排水や廃棄物処理が適切に維持されない場合、水や昆虫を媒介とする感染症が発生する可能性がある。また、労働者に適切な指導がされなかった場合、HIV/AIDS等を含む性感染のリスクがある。	

No.	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	共用時	工事前 工事中	共用時	
28	労働環境（労働安全を含む）	B-	D	B-	N/A	工事中：工事用車両の走行や建設機械の稼働、あるいは特に高所での建設作業や建築物解体作業により、労働災害が生じる可能性がある。また、労働環境に関連する労働法、労働安全衛生法、あるいは環境管理計画が守られず施工業者の責務が果たされない場合、労働災害発生リスクが高まる。
29	事故	B-	D	B-	N/A	工事中：上記のように工事中、労働者の事故が発生する可能性がある。また、通常の車両交通に加え、工事用車両の走行により交通量が増加し、交通事故が発生する可能性も高まる。
30	気候変動	D	D	N/A	N/A	

出典：JICA 調査団

(6) 緩和策及び緩和策実施のための費用

環境社会影響評価により、負の影響があると判断された環境項目の緩和策を、表 7-12 のように検討した。主に工事期間における公害への緩和策が求められる。緩和策は最終的に、コンサルタントと MoNE の CRED が必要とする契約条件として、建設工事のための環境管理対策として実行するため、コントラクターとの契約標準の環境管理計画に組み込まれる。

また、緩和策実施のための費用の確保には、労働環境を含む工事現場におけるものは主に施工業者、事業対象学校に関わるものは MoEU と DoNE、廃棄物処理には施工業者とともに自治体も含まれる。ただし、これらは設計などの事業詳細計画、あるいはコンサルタントと現地施工業者の調達プロセスの中で確定される。

表7-12 緩和策

No.	影響項目	負の影響	緩和策案	実施組織	責任組織
工事中					
1	大気汚染	粉塵による大気質の悪化	<ul style="list-style-type: none"> 工事や解体作業による粉塵防止のため、敷地、道路、解体物への散水を定期的に行う。（特に乾季） 建設機材・車両を定期的な高圧洗浄する。 運搬機材・車両の荷台はシートでカバーする。 建設現場では、ゴミや建設・解体廃棄物を焼却しない 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体
		排気ガスによる大気質の悪化	<ul style="list-style-type: none"> 排気ガスを最小限に抑えるため、可能な限り新しい機材・車両使用し、定期的にメンテナンスする。 建設現場周辺において工事関連車両が渋滞しないよう、交通管理計画を立案する。 建設現場周辺には、外周壁を設置する 過度のアイドリングや空ぶかしをしないよう、車両や機械の運転手を指導する。 		
2	水質汚濁	工事現場からの表土流出による水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 降雨時の建設現場からの表土流出を防ぐフェンスを設置し、周辺排水路や河川の水質汚濁を防止する。 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体
		工事現場からの排水による表流水の水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場にトイレを設置し、し尿を適切に処理する。 建設機材・車両の洗浄水、作業事務所からの排水は、周辺の河川の水質環境基準を満たすよう処理し、排水溝に排水する。 		

No.	影響項目	負の影響	緩和策案	実施組織	責任組織
工事中					
3	騒音・振動	工事現場からの騒音・振動による授業阻害、周辺住民への迷惑	<ul style="list-style-type: none"> 可能な限り新しい機材・車両使用し、定期的にメンテナンスする。 建設現場周辺への騒音を防止するため、作業時間を効果的にスケジュールする。 建設現場周辺において工事関連車両が渋滞しないよう、交通管理計画を立案する。 建設現場周辺には、外周壁を設置する 過度のアイドリングや空ぶかしをしないよう、車両や機械の運転手を指導する。 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体
5	廃棄物	一般廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 作業事務所からの一般廃棄物は、敷地内で分別・保管し、自治体の許可を受けた業者により収集・運搬、及び処分場へ搬入される。 	コンサルタント、施工業者、自治体	PIU (CRED/MoNE)、自治体
		解体・建設廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 解体・建設廃棄物は、一般廃棄物、固形廃棄物、液体廃棄物、化学廃棄物ごとに建設現場で選別し、個別に保管する。 解体廃棄物は、可能な限りリサイクルするため、リサイクル可能なものを最初に分離、個別に解体し保管する。 自治体の許可を受けた業者が収集し、リサイクル施設で処理する。 建設廃棄物は、許可を受けた業者に委託し、適切に収集・処分される。 	コンサルタント、施工業者、認可収集業者	
		有害廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> 有害廃棄物は、建設現場において漏れ防止容器に入れ、隔離された安全な場所に一時的に保管する。 有害廃棄物は、許可を受けた業者が収集、指定された経路で運搬し、認可された施設で処分される 		
		油類	<ul style="list-style-type: none"> 燃料や油圧油、潤滑油などが落ちたり、こぼれたりした場合は、洗浄して回収する。 車両および機材の洗浄は、設備を装備した指定された場所で行う。 		
20	公共・生活施設・サービス	授業への影響・中断	<ul style="list-style-type: none"> 授業を継続するため、工事を学校の長期休暇期間に行う、あるいは生徒の他校受け入れを調整する 工事のための生徒の一時的な移動を最小限に抑えるため、「居ながら施工」を取り入れる。 	DoNE、コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)
26	災害(リスク)、HIV/AIDS等疫病	感染症の拡大	<ul style="list-style-type: none"> 作業事務所周辺の衛生環境を維持し、水や昆虫を媒介とする感染症の発生を回避する。 作業員に性感染症の予防を指導する。 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体
28	子供の権利	授業への影響・中断	<ul style="list-style-type: none"> 授業を継続するため、工事を学校の長期休暇期間に行う、あるいは生徒の他校受け入れを調整する 工事のための生徒の一時的な移動を最小限に抑えるため、「居ながら施工」を取り入れる。 	DoNE、コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)
29	労働環境	労働者の安全、衛生、健康	<ul style="list-style-type: none"> コントラクターは、建設工事における労働災害を防ぐため、建設作業及び労働者の安全・健康に関する法令・規則を順守する。 コンサルタントは、コントラクターによる建設作業を定期的にモニタリング・管理し、必要に応じ作業環境の改善を指導する。 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体

No.	影響項目	負の影響	緩和策案	実施組織	責任組織
工事中					
30	事故	学校内・周辺の交通事故	<ul style="list-style-type: none"> 建設現場周辺において工事関連車両が渋滞せず、歩行者を妨げないようそれぞれの安全な経路を確保するよう、交通管理計画を立案し、労働者を指導する。 通学・通勤の交通量の多い時間帯における建設車両の集中を避け、また車両の運転手に安全運転を指導する。 建設現場周辺には、工事空間と一般空間を隔てるため、外周壁やフェンスを設置する 必要に応じ、交通サイン、ミラー、照明、案内標識、警告標識、交通分離帯等の交通安全施設を設置する。 	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体

出典：JICA 調査団

(7) モニタリング計画

1) モニタリング計画 (案)

環境緩和策にもとづき、モニタリング計画案を表 7-13 のように検討した。主要なモニタリング項目は、工事期間中の公害と事故である。これらのモニタリングは、トルコ国の法制度、事業を実施する関連自治体の監理に基づき行われる。また、これらのモニタリング項目は、設計などの事業詳細計画、あるいはコンサルタントとコントラクターの調達プロセスの中で見直され最終化される。

事業実施機関である MoNE の CRED における PIU は、環境社会配慮の専門家を含むコンサルタントを雇上し、コンサルタントと協働してモニタリングを実施する。また、コンサルタントは月報としてモニタリング報告書を作成し、これを PIU 及び CRED に提出する。

表7-13 モニタリング計画 (案)

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	監督機関	費用
工事中						
大気汚染	TSP, PM10, CO, NOx, SOx	各工事現場	月 1 回	施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体	施工費に含む。
水質汚濁	水質環境基準	排水溝・河川への排水場所	月 1 回	施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体	施工費に含む。
騒音・振動	騒音、Leq (dBA)	工事現場周辺、学校内、教室	週 1 回	施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体	施工費に含む。
廃棄物	一般廃棄物 建設廃棄物 有害廃棄物	工事現場	回収毎	施工業者、認定回収業者、自治体	PIU (CRED/MoNE)、自治体、DoEU	施工費に含む。
公共・生活施設・サービス、子供の権利	授業中断状況	学校内	月 1 回	コンサルタント、DoNE	PIU (CRED/MoNE), DoNE	
	騒音、Leq (dBA)		週 1 回	施工業者		
感染症、労働環境、事故	感染症、労働災害、交通事故	工事現場、工事現場周辺	毎日	施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体	施工費に含む。
苦情処理	苦情処理状況	工事現場、工事現場周辺	週 1 回	コンサルタント、施工業者	PIU (CRED/MoNE)、自治体	施工費に含む。

出典：JICA 調査団

2) モニタリングフォーム (案)

モニタリング計画案に基づき、モニタリングフォーム案を次のように作成した。なお、このモニタリングフォーム案は、最終化されたモニタリング計画、及びコンサルタントと MoNE の CRED が要求する契約に基づいた標準仕様の環境社会管理方針に応じてレビューされる。

モニタリング1：大気質

頻度：月1回

No.	1		2		3	
年月日						
場所						
時間						
項目	計測値	基準値	計測値	基準値	計測値	基準値
PM10 (mg/m ³)						
NO ₂ (ppm)						
SO ₂ (ppm)						
Dust/Visibility						

モニタリング2：水質

頻度：週1回

No.	1		2		3	
年月日						
場所						
時間						
項目	計測値	基準値	計測値	基準値	計測値	基準値
一般項目						
水温 (°C)						
pH						
電気伝導度 (μ S/cm)						
色度						
(A) 酸素						
アンモニア性窒素(mg NH ₄ ⁺ -N/L)						
溶存酸素 (mg O ₂ /L)						
酸素飽和度(%)						
COD (mg/L)						
BOD (mg/L)						
(B) 栄養塩						
亜硝酸性窒素 (mg NO ₂ ⁻ -N/L)						
硝酸性窒素 (mg NO ₃ ⁻ -N/L)						
ケルダール窒素 (mg/L)						
全リン(mg P/L)						
(C) 残留物質 (金属類)						
水銀 (μ g Hg/L)						
カドミウム (μ g Cd/L)						
鉛 (μ g Pb/L)						
銅 (μ g Cu/L)						

ニッケル ($\mu\text{g Ni/L}$)						
亜鉛 ($\mu\text{g Zn/L}$)						
(D) 微生物 (MPN / 100 ml)						
糞便性大腸菌 (EMS/100 mL)						
全大腸菌 (EMS/100 mL)						

モニタリング 3 : 騒音

頻度 : 週 1 回

No.	年月日	場所	日中	夜間	計測値 Leq dB(A)	基準値 Leq dB(A)	特記事項
1							
2							
3							

モニタリング 4 : 廃棄物

頻度 : 回収毎

No.	年月日	場所	廃棄物種類	内容	重量	保存状況	回収者	特記事項
1			一般廃棄物					
			建設・解体破棄物					
			リサイクル材					
			有害廃棄物					
2								
3								

モニタリング 5 : 授業中断状況

頻度 : 毎日

No.	年月日	場所	回数	期間	原因	措置	改善	特記事項
1								
2								
3								

モニタリング 6 : 感染症、労働災害、交通事故

頻度 : 毎日

No.	年月日	場所	種別	状況説明	原因	措置	改善	特記事項
1			感染症					
			労働災害					
			交通事故					
2								
3								

モニタリング 7 : 苦情処理

頻度 : 週 1 回

No.	年月日	場所	苦情数	苦情内容	措置	改善	特記事項
1							
2							
3							

出典 : JICA 調査団

第8章 今後の支援の方向性

8.1 今後の支援の必要性

調査を通じて確認された以下の状況から、日本政府による今後の支援の必要があると考えられる。

(1) 震災の状況

トルコはアナトリア半島に位置し震災の被害を受けることが多い。特にトルコ西部のエーゲ海近くには活断層が集中しており、このエリアは高い震災リスクにさらされている。実際、1999年に発生したイズミット地震やドゥズセ地震のような近年の大きな地震は、甚大な被害と経済的損失をもたらした。

(2) 公共施設の状況

トルコ政府は建造物の耐震化を促進している。環境都市省では都市変容法に基づき都市の耐震化を促進し、国民教育省及び保健省では学校と病院の耐震化を進めている。

トルコの耐震基準は1998年に現代的なものに改定され、耐震設計のための地震力が大幅に増加された。そのため、1998年より前に建設された建物はより脆弱だと考えられている。直近では2018年に包括的な耐震基準の改定が行われた。

MoNEではすでに4,500校の耐震診断を実施している。診断結果によれば、約5%（250校）が特段の工事を必要とせず、20%（900校）が建替えの対象となり、75%（3,350校）が耐震補強を必要としている。MoNEは今後10年以内に、耐震化を必要とする18,000の学校建物の耐震性能を改善することを目指している。

(3) 実施中の事業

2019年8月8日に世界銀行とトルコ政府はDisaster Risk Management in Schools Projectのための300百万ドルの借款契約を締結した。事業の目的は、地震リスクの高い地域における対象校の生徒、教師及びスタッフの安全を強化することであり、350棟の校舎が耐震化される予定である。

(4) 将来実現可能な事業

第 2 章で紹介されている病院、市庁舎及び中低所得者向け集合住宅の状況を考慮すると、これらの公共施設は日本の耐震化支援に適切ではないと思われる。

一方、学校の耐震化に対するニーズは非常に大きく、また日本で採用されている学校の防災拠点化をトルコに紹介する余地があると考えられる。次に紹介するのはトルコにおいて将来実現可能な学校に関する事業である。

8.2 円借款事業

(1) 目的

円借款事業として提案する事業は、耐震化により脆弱な学校の構造強度を増加し、国民教育省の目標である 10 年間で 18,000 棟の校舎の耐震性能向上を支援することを目指す。本事業は、国民教育省により制定された *Minimum Design Standards Guidelines applicable to Construction of Education Facilities* に従い、ユニバーサルデザイン、エネルギー効率化及びジェンダーを考慮し旧式の施設の改築を含んでいる。

地震発生時に生徒の安全性を確保するには、学校校舎の耐震性向上のみならず、学校における緊急対応管理能力を向上させることが不可欠である。

本事業は、脆弱な学校の耐震化により、第 3 回国連防災世界会議において日本政府の主導により採択された「仙台防災枠組 2015-2030」の優先行動 3「強靱化に向けた災害リスク削減への投資の実現」に貢献するものである。

また本事業は、「仙台防災イニシアティブ」で示された日本の耐震技術・工法の活用の方針に一致する。

SDGs の観点からは、脆弱な学校の耐震化はゴール 9「強靱なインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、技術革新の拡大を図る」やゴール 11「都市と人間の居住地を包摂的、安全、強靱かつ持続可能にする」にも貢献するものである。また、施設の改築はジェンダーを配慮したスペース及び安全なトイレを含み、これらはゴール 5「ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と女児のエンパワーメントを図る」に貢献する。加えて、エネルギー効率を考慮した改築は、電気、ガス、水道の節約及び二酸化炭素排出量の削減に寄与し、間接的にゴール 7「すべての人に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する」及びゴール 13「気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る」に貢献する。

表8-1 開発目標への貢献

Component	Contribution
Reconstruction and retrofit of vulnerable school buildings	Sendai Framework Priority: Action 3 “Investing in DRR for resilience” of the framework”
	Sendai Cooperation Initiative for DRR: Japan’s knowledge and technology
	SDGs: Goal 9 “Build resilient infrastructure, promote sustainable industrialization and foster innovation”
	SDGs: Goal 11 “Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable”
Renovation (Gender friendly space)	SDGs: Goal 5 “Achieve gender equality and empower all women and girls”
Renovation (Energy Efficiency)	SDGs: Goal 7 “Ensure access to affordable, reliable sustainable and modern energy”
	SDGs: Goal 13 “Take urgent action to combat climate change and its impacts”

出典：JICA 調査団

(2) 事業内容

1) 耐震化を行う対象校の最終化

本事業は、建設工事中に生徒を他の学校に移動させることに関する MoNE 県事務所の計画能力を考慮し、耐震化を実施する対象校の見直し及び最終化を行う。

2) 関係者への情報伝達

耐震化対象校が最終化された後に、教師、保護者及び生徒等の学校関係者に対して、耐震化の手順、生徒の移動及び建設スケジュール等の必要な情報を、情報共有会議を通じて伝達する。

3) 耐震診断及び耐震設計の見直し

耐震補強に関しては、トルコのコンサルタント会社によって作成され、CRED に保管されている、既存の耐震診断レポート及び耐震設計レポートを活用することが想定されている。必要に応じて、最新の耐震基準に従いレポートの見直しを行う。

建替えに関しては、国民教育省の標準設計を敷地に合わせて調整することが想定されている。

耐震性能の向上に加えて、Minimum Design Standards Guidelines applicable to Construction of Education Facilities に従い、機能性の向上についても考慮する。

4) 建設工事の調達

建設工事の調達のために、設計図書及び仕様書を含む入札図書を作成する。

5) 建設工事

入札により選定された施工業者が耐震化工事を実施し、国民教育省がコンサルタントを通じて施工監理を行う。

6) 1)から5)の業務を通じた CRED の能力強化

上記 1)から 5)の業務を通じて、コンサルタントからの技術移転により CRED のエンジニアリング能力を強化する。

7) 緊急対応管理能力の強化

下記の活動を通じて、MoNE の緊急対応管理能力を向上させ、事業対象校の災害対応能力を強化する。

1) 学校建物の非構造部材の耐震性向上（事前対策の実施による被害の軽減）

- (i) 非構造部材の耐震性向上に係る参照マニュアルを策定する
- (ii) 上記参照マニュアルを用いて建替えされる対象建物の設計に反映する
- (iii) 効果的な避難訓練の実施のため、安全な避難経路を特定する

2) 学校建物の応急危険度判定（効果的な対応への事前準備の強化）

- (i) CRED の緊急対応組織及び手順を最適化する
- (ii) 既存の応急危険度判定マニュアルを改善する
- (iii) 改善した緊急対応手順及び応急危険度判定マニュアルに従い、耐震補強を実施する対象校を活用して、CRED の職員に訓練を実施する

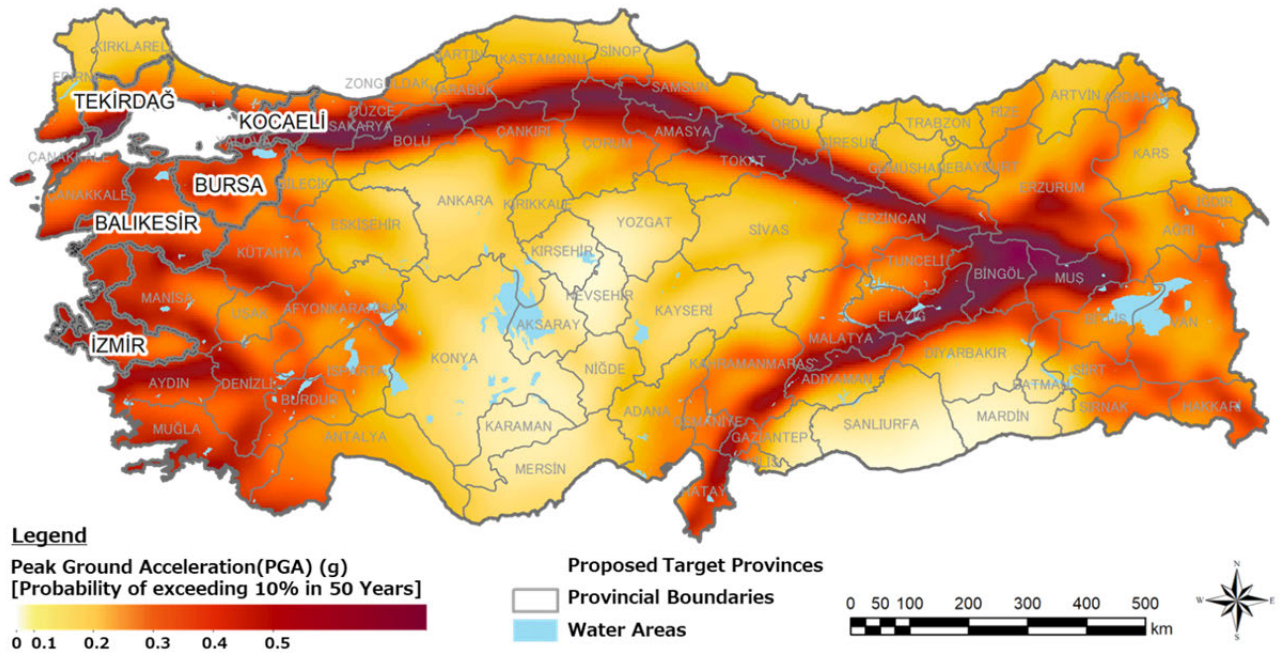
(3) 対象県

本調査の間に対象県及び対象校の特定をすることはできなかった。なぜなら、いったん国民教育省が耐震化対象校のリストを公表すると、その学校の教師及び生徒はそこから安全な学校に移動することが求められるためである。

JICA 調査団は、以下の選定条件に基づいて、バリケシル、ブルサ、イスタンブール、イズミル、コジャエリ及びテキルダールを対象県として提案した。イスタンブールは、県の標準値が3番目の選定条件に合致しないが、中心部のハザードレベルが高いという点から提案された県に含まれることとなった。

- 関係性及び持続性：JICA による防災教育に関する技術協力の対象県
- 効率：人口が百万人を超える県
- 効果とインパクト：50 年間に対する超過確率が 10%を超える表面最大加速度が 0.3 を超える県

しかしながら、イスタンブールでは ISMEP により学校の耐震化が問題なく実施されており、また国際機関から資金を調達することも可能であることから、国民教育省から JICA 調査団にイスタンブールを対象県から外すことが提案された。また、対象県を 5 県に限定せずに他の県も対象にできるような余地を残すことが提案された。



出典：AFAD modified by the Survey Team

図8-1 国民教育省のコメントを考慮したの提案対象県

(4) 対象校選定プロセス

1) 事業対象となり得る学校

2.4 で述べたとおり、国民教育省は地震リスクの高い地域の 4,500 棟の学校の耐震診断を実施し、250 棟 (5%) の校舎は安全、900 棟 (20%) の校舎は建替え、3,350 棟 (75%) の校舎は耐震補強が必要との結果が出ている。本事業で対象となり得る学校は耐震化が必要と診断された 4,250 校から選定される。

2) 世界銀行事業の優先順位条件

国民教育省と世界銀行は、Disaster Risk Management in Schools Project の対象 350 校の優先順位条件案を以下の表のとおり作成した。日本の ODA による円借款事業の優先順位条件は世界銀行の条件と大きく異なるべきではないと考えられる。しかし、世界銀行もまだ対象県及び対象校を選定するに至っていない。

表8-2 世界銀行事業の優先順位条件

PRIORITIZATION CRITERIA				
NO	PARAMETERS	SEISMIC PERFORMANCE IDENTIFICATION	SEISMIC PERFORMANCE MAXIMIZATION/ RETROFITTING	RECONSTRUCTION
1. HAZARD LEVEL				
1.1. Seismic Hazard Level				
1.1.1	MYI (PGA) \geq 0,60g		28	N/A
1.1.2	MYI (PGA)= 0,40g - 0,59g		21	N/A
1.1.3	MYI (PGA)= 0,21g - 0,39g		14	N/A
1.1.4	MYI (PGA) \leq 0,20g		7	N/A
1.2. Non-seismic Hazard Level				
1.2.1.	Significant		2	N/A
1.2.2	Moderate		1	N/A
1.2.3	Low		0.5	N/A
2. TECHNICAL SPECIFICATIONS OF THE SCHOOL				
2.1. Year of Construction				
2.1.1	Prior to 1975		3	N/A
2.1.2	1976 - 1984		5	N/A
2.1.3	1985 - 1997		4	N/A
2.1.4	1998 - 2006		2	N/A
2.1.5	2007 and onwards		1	N/A
2.2. Number of Stories / Construction Typology				
2.2.1	Single story and reinforced concrete		5	N/A
2.2.2	Single story and masonry		5	N/A
2.2.3	2 stories and reinforced concrete		6	N/A
2.2.4	2 stories and masonry		7	N/A
2.2.5	3 stories and reinforced concrete		7	N/A
2.2.6	4 stories and reinforced concrete		8	N/A
2.2.7	3+ stories and masonry		10	N/A
2.2.8	5+ stories and reinforced concrete		10	N/A
2.3. Total Construction Area				
2.3.1	1000 m ² and below		1	N/A
2.3.2	1001 m ² - 2999 m ²		2	N/A
2.3.3	3000 m ² - 4999 m ²		3	N/A
2.3.4	5000 m ² - 6999 m ²		4	N/A
2.3.5	7000 m ² and above		5	N/A
2.4. Concrete Strength				
2.4.1	< 8 MPa	N/A	10	N/A
2.4.2	9 MPa - 14 MPa	N/A	8	N/A
2.4.3	15 MPa - 19 MPa	N/A	5	N/A
2.4.4	> 20 Mpa	N/A	3	N/A
2.5. Relative Story Displacement / Dimax Control				
2.5.1	Dimax / Story height (h) \leq 1	N/A	3	N/A
2.5.2	Dimax / Story height (h) >1	N/A	5	N/A
3. OCCUPATION TYPE of THE SCHOOL and NUMBER OF STUDENTS				
3.1. Occupation Type/Duration				
3.1.1	Single shift		5	10
3.1.2	Double shift		7	15
3.1.3	Boarding school		10	20

PRIORITIZATION CRITERIA				
NO	PARAMETERS	SEISMIC PERFORMANCE IDENTIFICATION	SEISMIC PERFORMANCE MAXIMIZATION/ RETROFITTING	RECONSTRUCTION
3.2. Number of Students				
3.2.1	250 students and below		2	8
3.2.2	250 - 500 students		4	16
3.2.3	500 - 750 students		6	24
3.2.4	750 - 1000 students		8	31
3.2.5	1000 students and above		10	40
3.3. Number of Students per Classroom				
3.3.1	>40		5	20
3.3.2	35 - 39		4	16
3.3.3	30 - 34		3	12
3.3.4	25 - 29		2	8
3.3.5	<24		1	4
4. EMERGENCY MANAGEMENT, POPULATION DENSITY, TITLE DEEDS and ADMINISTRATIVE CONSIDERATIONS				
4.1	Significance of the given school in local emergency management plans?		Yes=3 No=0	Yes=5 No=0
4.2	Is the school located in a district with high population density?		Yes=3 No=0	Yes=5 No=0
4.3	Is the school classified as cultural heritage, is there a need for cultural heritage preservation board approval?		Yes=2 No=0	Yes=0 No=5
4.4	Is the school located in a district/province of high increase rates as per the population of school-aged children?		Yes=2 No=0	Yes=5 No=0
TOTAL SCORE				

出典：Project Appraisal Document, the World Bank

3) 対象校の選定手順

プロジェクト形成段階

- a) JICA プロジェクトの対象となる県ごとに補強・建替えが必要な学校を MoNE が特定する。対象県の候補(案)は、バリケシル、ブルサ、イズミル、コジャエリ、テキルダールを想定しているが、最終的には MoNE が決定する。また、特定された学校は公表しない。
- b) JICA プロジェクトの対象校は、以下の条件を満たすものとする。
 - 地震ハザードの高い地域にある学校：PGA > 0.3g
 - 耐震診断レポートのある学校
 - レンガ造以外の構造

プロジェクト実施段階

- c) MoNE が県事務所と協議の上、工事期間中の教員・生徒の移動等の都合も考慮し、各対象県の建設パッケージごとの補強・建替え対象校を決定する。
- d) MoNE が補強・建替えの対象校を公表し、各建設パッケージの請負業者を選定する。

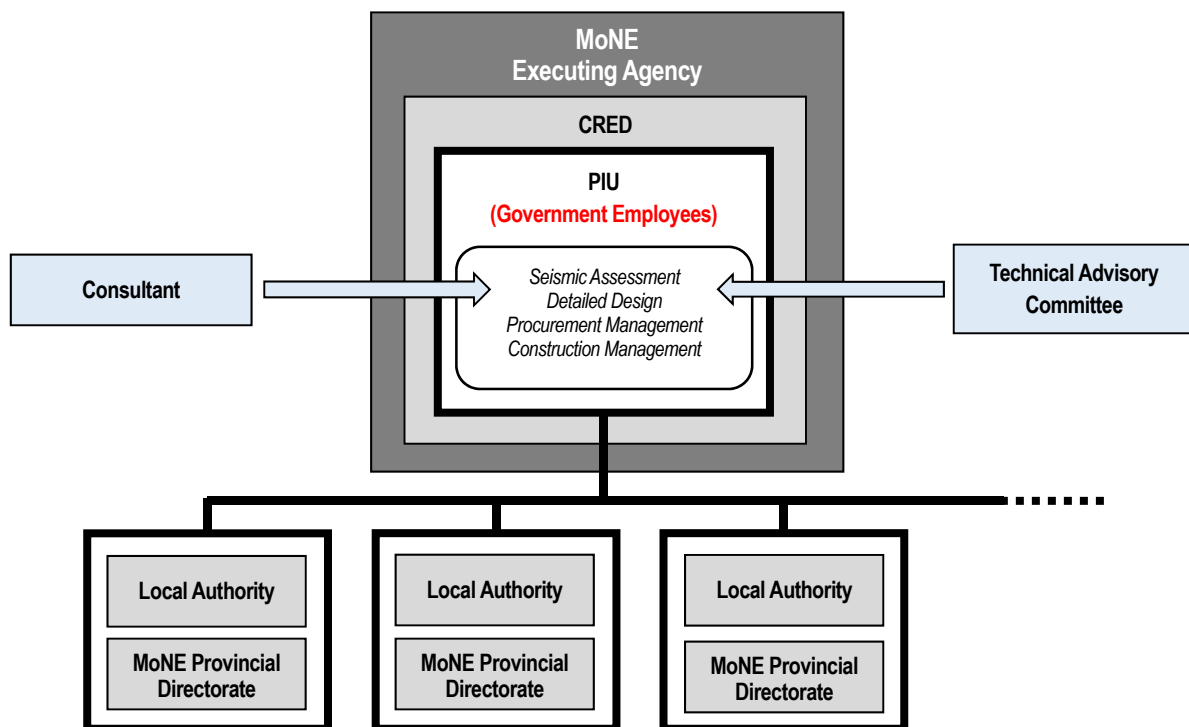
(5) 実施機関

国民教育省がトルコ政府を代表して、事業の調整、管理、モニタリングを行う実施機関の役割を担い、事業がその目的に則りスケジュールどおり実施されるための責任機関となる。また、国民教育省は日本の借款とトルコ政府予算からの事業資金の管理の責任も担う。

プロジェクト実施ユニット（PIU）はCRED内に設置され、中央レベルにおける事業に関わる全ての面について責任を負い、地方自治体及びMoNE県事務所と調整し必要な措置を取る。PIUのメンバーはCREDの職員で構成される。PIUは以下の国際機関による事業のために既に設立されており、JICAによる事業についても同PIUが担当する。

- Disaster Risk Management in Schools Project（世界銀行）
- School Construction Project under EU FRiT（世界銀行）
- School Construction Project under EU FRiT（ドイツ復興金融公庫）

外部機関として技術諮問委員会が設立され、その時々に応じて、耐震診断、詳細な耐震補強設計、入札及び施工監理等の技術的な問題について、PIUに対して助言を行う。技術諮問委員会の委員長はCRED局長とし、メンバーは大学の教授等で構成される。



出典：JICA 調査団

図8-2 組織図案

(6) コンサルティングサービス

1) プロジェクトマネジメントサービス (PMS)

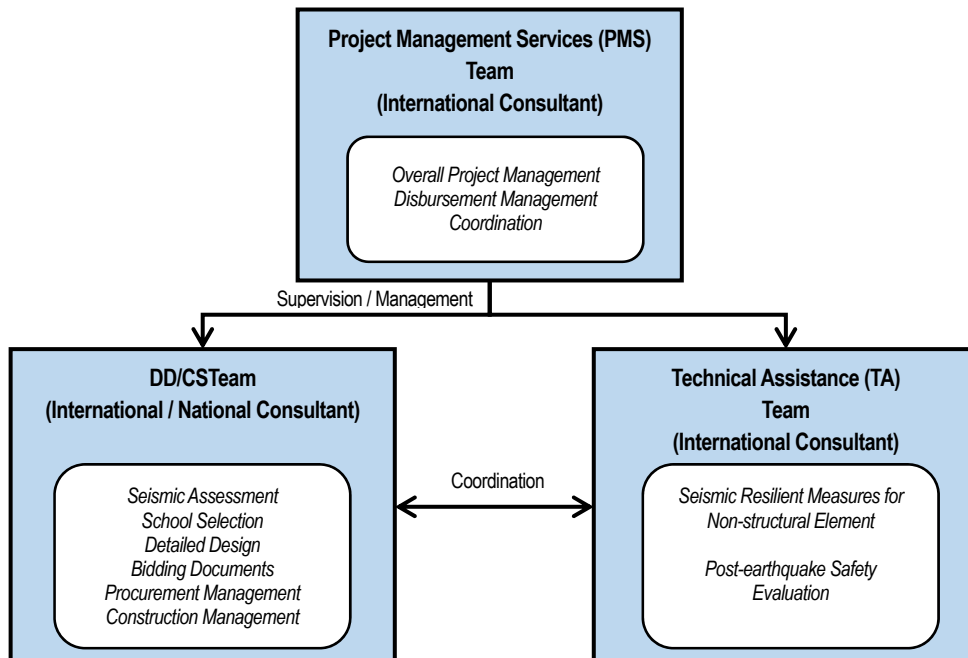
効率的かつ経済的な方法で事業を完了するよう、コンサルタントが事業に関するすべての活動を管理しモニタリングする。海外のコンサルタント会社が PMS を担当する主管となることが想定される。PMS のサービス内容は以下のとおり。

- 事業の全体管理（品質、コスト及びスケジュール）
- ローンの支払いの管理
- 他関係機関との調整

2) 詳細設計及び施工監理 (DD/CS)

海外及びトルコ国内のコンサルタント会社が詳細設計及び施工監理に必要な以下のサービスを提供することが想定される。

- 耐震診断の検証
- 耐震化対象校の選定
- 詳細設計（耐震補強、建替え）
- 入札図書を作成
- 調達・契約管理
- 施工監理



出典：JICA 調査団

図8-3 コンサルタント組織図案

3) 技術協力

海外及びトルコ国内のコンサルタント会社が、非構造部材の耐震性向上及び学校建物の応急危険度判定を通じて、国民教育省の緊急対応能力の強化に関する技術協力を実施する。

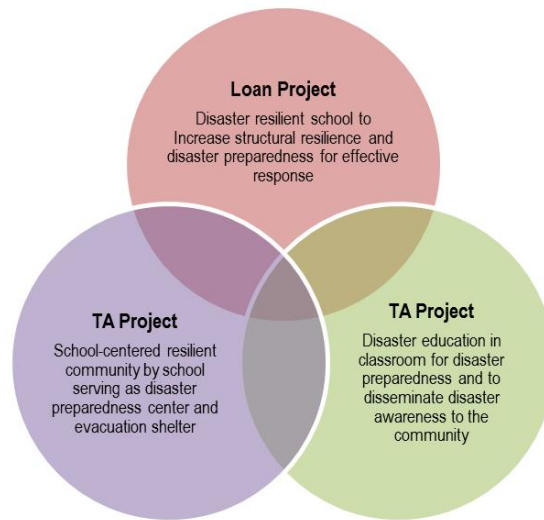
8.3 技術協力プロジェクト

ここで提案する技術協力プロジェクトは、学校耐震化の円借款事業を補完するものであり、円借款事業と合わせて実施することで高い相乗効果が期待できる。(1) 学校の防災拠点化(一時避難所利用など)及び(2) 防災教育の二つの分野から構成される。

円借款事業の目的は学校建物の耐震化及び事前準備として学校内の緊急対応能力を向上させることにある。上記の技術協力、学校の防災拠点化は、学校の利用範囲を拡大し、学校教育や生徒の安全確保のみならず、災害時に学校施設を近隣のコミュニティが利用できるようにするものである。特に円借款事業を通じて耐震性能が向上した学校施設を、地域の一時避難所として活用してもらうことを目指す。耐震性の低い建物は避難所利用には適さないため、円借款事業による学校施設の耐震化は、地域コミュニティの強靱化に寄与する可能性を秘めている。学校の防災拠点化を合わせて実施することで、その可能性が現実のものとなる。

もう一つの技術協力分野、防災教育も耐震化の円借款事業及び学校拠点化の技術協力を補完し強化するものである。教員を対象とした防災教育に関する既存のトレーニングプログラムに、学校を一時避難所として運営する際のノウハウを追加する、また地震脆弱性の高い建物を耐震化することの意義を学ぶことを通じて、事前防災投資の重要性を理解する内容を追加することが考えられる。

以上の通り、この二つの技術協力プロジェクトは、円借款事業と同時に実施することで極めて高い相乗効果が得られるものである。円借款事業及び二つの技術協力プロジェクトを通じて、トルコにおける安心・安全なコミュニティの形成に寄与するものである。



出典: JICA 調査団

図8-4 3つのプロジェクトの一体性と相乗効果

(1) 学校の防災拠点化

1) 背景と目的

公共の学校は、その施設と運営能力を強化することにより、教育用途だけでなく、防災と事前準備のためのコミュニティセンターとして、また緊急時の一時避難所として、広く地域コミュニティの強靭化に寄与することが出来る。

この技術協力プロジェクトの目的は、学校が一時避難所として、また防災と事前準備のためのコミュニティセンターとして機能できるように、学校の施設や運営体制を準備し、運用プロセスを確立して、最適化して行くための MoNE・AFAD・地方政府の能力を強化することにある。同時に、関係機関における関連基準やガイドラインの策定及び改善能力を強化する。本プロジェクトでは MoNE が中心となって他の政府機関と調整し、地域における学校の防災拠点化の概念を導入するためのメカニズムを確立する。

2) 業務範囲

本プロジェクトの業務範囲は以下の通り。a) 学校の一時避難所への指定、b) 避難計画の策定、c) 一時避難所に必要な設備・備品の計画と設置、d) 必要な災害備蓄品目の調達、e) 学校の DRR 計画（定期的な実践を目的とした、緊急時の運営訓練/避難訓練の計画を含む）。

JICA では過去に AFAD にカウンターパートとして技術協力プロジェクト「リスク評価に基づく効果的な災害リスク管理のための能力開発プロジェクト（2013-2017）」を実施し、災害リスク管理に係るガイドラインを策定した実績がある。本提案のプロジェクトでは、上述のプロジェクトの成果と AFAD が策定したトルコの緊急対応計画 (TAMP) を活用することができる。

a) 学校の一時避難所への指定

一般的に、地震その他の自然災害により住宅が被災した場合には、人々が安全に家に戻るまで、あるいは仮設住宅に入居することができるようになるまで、公共スペースや建物が一時避難所として使用される。一時避難所は災害発生後の生活維持のための欠かせない条件であり、安全と健康を守るために必要不可欠なものである。

AFAD が策定したトルコ国緊急対応計画（TAMP）では、MoNE の支援も受けつつ被災者のための避難所の設置を AFAD が行うことを規定している。従って、本プロジェクトはトルコにおける現状の政策と施策に貢献し、学校の耐震化に係る円借款事業を通じて耐震性能が改善される学校が一時避難所として使用可能する。

ここでは初めに、学校を一時避難所に指定する。一般的には、学校の体育館が一時避難所として使用される。学校の規模や体育館の規模など、一時避難所として使用すべき学校を決定する際のクライテリア、及び学校耐震化の円借款プロジェクトの対象校から収集した情報を考慮して、10 校程度の学校をパイロット校として選択するなど、MoNE の県事務所が AFAD の県事務所と連携して一時避難所を指定する。

b) 避難計画の策定

避難計画を策定し、パイロット校（10 校）への避難者数の推計、一時避難所として機能させるための備設・備品を計画、備蓄に必要な各品目の量の計算などを実施する。

c) 一時避難所に必要な設備・備品の計画と設置

パイロット校において、一時避難所に必要な設備・備品の計画及び設置を行う。仮設トイレ、井戸、給水タンク、携帯発電機、太陽光発電セル、無線通信機器などが、一時避難所のインフラとして重要となる（図 5-1 参照）。

学校を長期に渡って避難所として利用する場合には、避難所管理と運営、医療、調理、救援物資の供給、コミュニケーションのためのスペースを計画しておく必要がある。合わせて、女性のプライバシーに配慮した更衣室、高齢者および身体障害者のためのユニバーサルデザインなどの検討する必要がある。また学校が再開された際には、教育のための区域と避難所区域を明確に区別することが重要となる。

d) 必要な災害備蓄品目の調達

救援物資の到着前には、食糧、水、毛布、寒さに耐えるための防寒機器が必需品となるため、一時避難所として使用する学校では、災害時の物資を安全に保管で

きる場所を確保する必要がある。ここでは一時避難所に必要な備蓄を検討・調達する。

[Food]	[Daily necessities]	[Rescue equipment]
Hardtack	Feeding bottle	Water filter
Pregelatinized rice	Blanket	Assembled Water Tank
Modified milk powder	Carpet	Battery Floodlight
Mineral water	Plastic container	Cord reel
Canned rice porridge	Paper cup	Generator
Canned bread	Disposable diaper	Rice cooker
	Portable radio	Tent
[Medical equipment]	Med kit	Temporary toilet
Disaster medical kit	Sanitary goods	STRETCHER
	Underwear	Cot
[Fuel]	Blue plastic sheet	Trolley
Gasoline	Wet Towel (Wet Tissue)	Carpenter's tool
Kerosene		Rescue kit
		Partition panel

出典：JICA 調査団

図8-5 災害備蓄品目の例

e) 学校の DRR 計画（緊急時の運営訓練/避難訓練の計画を含む）

実際の地震に際して学校を一時避難所として効果的に使用するには、実践的かつ定期的な訓練が必要となる。

まずは、学校が一時避難所であることを地域コミュニティが認識する必要がある。更に避難所の運営に関する定期的な訓練を実施し、学校の各組織間で運営マニュアルを共有することが重要となる。計画策定後には、MoNE がトレーニングを実施した教員をファシリテータとして訓練を実施する。

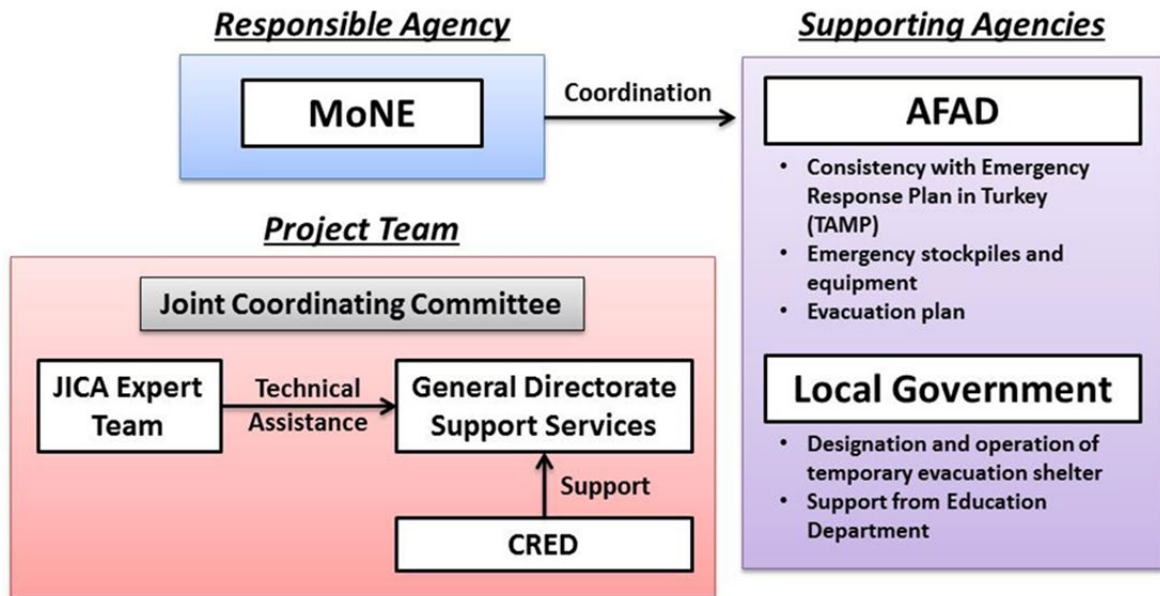
計画の策定には以下が含まれる。

- コミュニティの避難計画の策定と避難訓練の実施
- 一時避難所設営のための運用計画の策定と訓練の実施
- 設備・備品及び備蓄の使用方法に関するマニュアルの作成、及びマニュアルの使用に則したトレーニングの実施

3) 実施体制

MoNE がカウンターパート機関として、プロジェクトの進捗をモニタリングし、プロジェクト目標の達成に向けてプロジェクトの遂行に責任を負う。AFAD と地方政府が、協力機関として MoNE を支援する。AFAD に期待される役割は、国及び地方レベルでトルコの緊急対応計画との一貫性を確認・維持することであり、地方政府の役割は、主として学校を一時避難所に指定し、運営することにある。また、MoNE 県事務所を通じてプロジェクト活動に協力することが期待される。

MoNE 内でプロジェクトチームを形成し、General Directorate Support Service が主体的な実施組織となり、CRED 及び JICA 専門家チームが支援する。プロジェクトの実施に際しては合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee) を設置し、プロジェクトの進捗確認やプロジェクトの課題等の議論の場とする。



出典：JICA 調査団

図8-6 実施体制 (案)

(2) 安心・安全なコミュニティ構築に向けた防災教育

学校は、生徒のみならず近隣コミュニティに防災の重要性を伝える役割を担うことが期待される。学校は、いずれ大人となる子供たちに防災教育を実践する場であり、同時に子供が家族や隣人に防災の重要性を伝える「触媒」として行動することが期待される。このモデルは、日本のコミュニティにおける防災の基本的な仕組みとして機能しており、2011年の東日本大震災をはじめ日本の過去の災害において、大きな効果を発揮したことが実証されている。

JICA では現在、トルコにおける防災教育の教員研修プログラムの改善を目的に、国別研修を通じて MoNE を支援している。JICA の協力を基に、MoNE ではオンライン研修と対面研修を通じて、災害リスク削減と管理に係る教育及び他の教員の研修を担う Master Teacher と呼ばれる主任教員の育成を開始した。これまで約 20,000 人の教員がオンライン研修に参加し、500～600 人の教員が対面研修に参加して Master Teacher の認定を受けている。更に、Master Teacher を通じて、135,000 人の教員が防災教育に関する研修を受けた。

また、選ばれた Master Teacher が、日本での研修プログラムに参加している。防災教育は、日本が世界的にも先進的な取り組みを行っている分野であり、日本は防災教育が人命を救い、災害の影響を最小化することに寄与できることを実証してきた国でもある。

トルコにおける Master Teacher 向けの研修プログラムは、更に2つの分野で改善できる。一つは、災害リスク削減の重要性を理解するための実践的なトレーニングや実地訓練を含めることである。もう一つは、学校の一時避難所としての機能をそうていし、避難所運営のためのトレーニングを含めることである。

一点目については、トルコにおける防災教育及び Master Teacher 育成トレーニングの継続性を担保する上でも、Master Teacher が災害リスク軽減の重要性、及び防災意識向上のための防災教育の役割を理解することが鍵となる。日本での研修プログラムに参加した Master Teacher が経験したように、災害を迫体験できる場所を訪問する、災害リスク軽減の実例を見るなど、実体験を得ることが重要となる。トルコには、災害の記憶を留める場所が数多くあり、また、訓練を受ける教員が災害の状況を体験することができるような防災博物館や体験施設も存在する。加えて、円借款事業で耐震改修または建替えられた学校を、災害リスク削減の好事例として生きた教材にすることも考えられる。

二点目に関しては、MoNE や Master Teacher によるトレーニングを受けている教員が、学校における災害リスク削減や災害リスク管理に関して主体的な役割を担うと考えられる。すなわち、平時の防災教育や避難訓練への貢献のみならず、学校が一時避難所として活用される際には、避難所の運営に関しても重要な役割を担うことが期待される。また、学校の安全計画や DRR 計画を策定し、訓練を実施する役割を担える人材でもある。理想的には、Master Teacher の育成プログラムに、このような知識の習得を含めることが望まれる。

円借款事業により耐震補強または建替えられ、前述の技術協力プロジェクトを通じて一時避難所に指定された学校で、Master Teacher の育成プログラムを実施することにより、各プロジェクトの効果が大幅に向上することが期待できる。①耐震化と事前準備の向上による減災と効果的な事後対応の実現（円借款事業）、②学校の防災拠点化によるコミュニティの強靱化（技術協力）、③学校とコミュニティの防災意識を高め、より安全な地域社会の確立（技術協力）、この3つのプロジェクトは密接につながっており、大きな相乗効果が期待できる。

8.4 本邦技術の適用可能性

本節では、従来の技術に比べて優位性が高く、トルコの公共建築物の耐震化に役立つことが期待されるものの、トルコではまだ一般的に使用されていない先進技術に焦点を当てる。ここでは特にトルコですでに検証済みの技術、または検証中の技術、あるいは正式な技術検証や認証なしですぐに適用可能な技術を中心に記述する。

(1) アウターフレーム工法

アウターフレーム法は、建物内部で大規模な補強工事を行うことなく、建物外部からフレームを追加することにより、建物構造を補強する工法である。この特性により、アウターフレーム工法では補強工事中も建物の使用を継続できる「居ながら施工」が可能となる。

「MaSTER FRAME」は、前田建設工業、東洋建設、サンコーテクノが開発した、RC造の外付けフレームと「ディスクアンカー」を用いるアウターフレーム工法である。「ディスクアンカー」は、せん断耐力を大幅に増加させることができる円盤状の部品を備えたあと施工アンカーであり、目下、トルコの技術評価認証を申請しているところである。

トルコにおける「MaSTER FRAME」は、トルコの Garanti Koza 社と日本の前田建設工業が共同出資する GKMC Construction and Consulting Inc.にライセンスが付与されている。「MaSTER FRAME」の設計と建設のライセンスとノウハウは、GKMC Construction and Consulting Inc.を通じて、トルコ現地の設計会社及び建設会社に提供される。

<p>1 Outline of Retrofit</p> <p>What is "MaSTER FRAME® Retrofit"?</p>  <p>RC Outer Frame Retrofit By attaching RC Frame from outside of existing building, the Building can be strengthened.</p> <p>"MaSTER Disk-Ankraj®" has a remarkable shear strength.</p>   <p>MaSTER Disk-Ankraj®</p>	<p>Type of structures optimal for MaSTER FRAME</p> <ul style="list-style-type: none"> ● RC structure ● Moment frame, i.e. not a wall structure ● Less than 6 stories ● Minimum limit of concrete strength is 8 MPa (12MPa is currently recommended)
<p>2 Characteristics of Retrofit</p> <p>Characteristics of Plan and Design</p>  <p>Ordinary Bracing Direct attachment</p>  <p>Extended attachment</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Without bracing, command a fine view ● Outlook of retrofit frame looks integrated with existing building ● Rust-proof and maintenance-free due to RC frame ● With high strength MaSTER Disk-Ankraj®, chipping is omitted, and number of anchorages is reduced ● In case of balcony or exterior corridor, additional frame type with connecting RC slab 	<p>2 Characteristics of Retrofit</p> <p>Characteristics of Construction</p>  <p>MaSTER Disk-Ankraj® Application</p>  <p>MaSTER Disk-Ankraj® Application</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Construction can be proceeded while the occupancy of building is continued (no interruption) ● No need for chipping of existing RC surface, less hazardous for vibration, less noise and dust ● No need to enter inside the room ● If pre-casted concrete method can be adopted, construction period can be shorten

出典：Maeda Corporation / GKMC

図8-7 MaSTER FRAME 工法の概要

「MaSTER FRAME」は、学校建物を含む多くの日本の公共建築物で採用された実績を有する。「MaSTER FRAME」は、窓を覆わないため、視界を遮ることがなく、自然光と自然換気を維持することができ、教室環境を悪化させることがないのが特徴と言える。

また「ディスクアンカー」の特性により、「MaSTER FRAME」は工事中の騒音が小さく、粉じんの発生も少ない。工事期間中であっても、生徒に不快感を与えることなく、授業を継続できる。「ディスクアンカー」の高いせん断耐力のお陰で必要となるアンカーの数が少なく

済み、また建物内で工事を行う必要がないため、「MaSTER FRAME」を使用した場合には、従来型の補強工法よりも建設期間が短くなるのが一般的である。

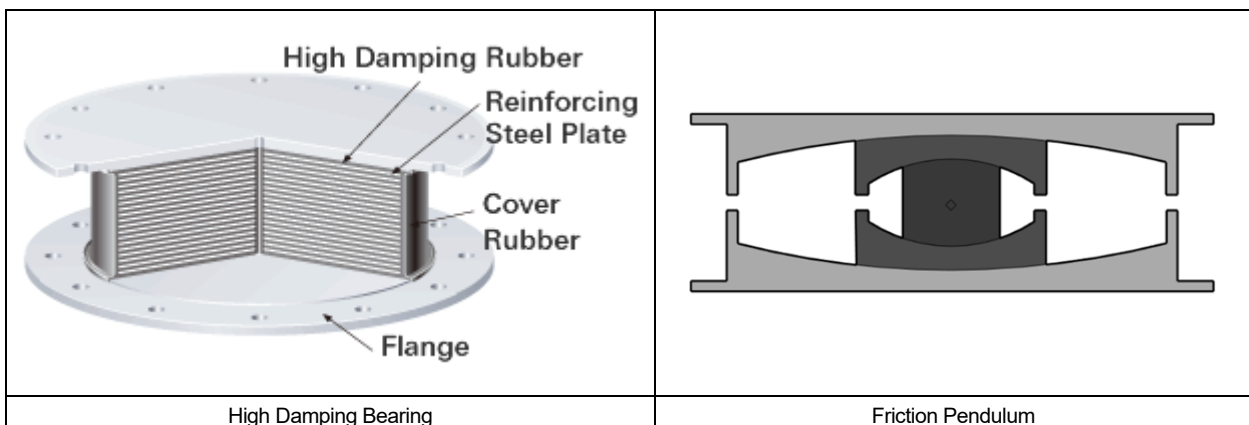
(2) 免震装置

1) 本邦企業のトルコへの進出状況

免震装置の本邦製造業者であるブリヂストンは、2016年からトルコ建設セクターの市場調査を開始し、2017年には現地関連会社の Brisa Bridgestone Sabanci Tyre Manufacturing and Trading Inc.を通じて免震装置の販売を開始した。2019年5月の時点で、以下の2つの事業に免震装置を提供している。

- コジャエリ県データセンター : 完了
- Tupras Izmir 石油精製所 : 不景気のため保留中

ブリヂストンは耐震補強に適している高減衰ゴム系積層ゴムを採用した免震装置をトルコで販売しているが、価格面においては他の免震装置よりも高価である。一方、トルコでは摩擦振り子型免震装置がより一般的で、トルコで採用されている免震装置の60%を占める。



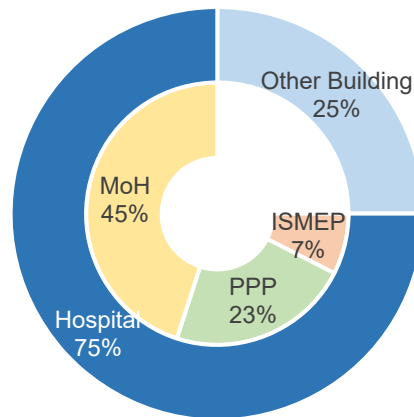
出典：Bridgestone Corporation、JICA 調査団

図8-8 免震装置

2) 免震装置の状況

免震装置の市場は小さいにも関わらず、多くの免震装置の製造業者が存在する。

現地ブリヂストン関連会社によると、トルコの免震装置の内75%は100床以上の病院で採用されており、その内の45%は保健省の事業、23%はPPP事業、7%はISMEPの事業とのことである。



出典：Brisa Bridgestone Sabanci Tyre Manufacturing and Trading Inc.

図8-9 トルコにおける免震装置の割合

保健省の事業では摩擦振り子型免震装置が採用されることが多く、またトルコの施工業者もその価格優位性から摩擦振り子型免震装置を採用する傾向がある。ブリヂストンの高減衰ゴム系積層ゴムの価格は、他のトルコの企業が提供している免震装置の価格より1.3～1.4倍高価である。ブリヂストンの免震装置の納入期間は、日本から輸入することから5ヶ月以上かかるのところ、摩擦振り子型免震装置は3ヶ月程度で納入される。

国際協力銀行（JBIC）は、Istanbul Ikitelli Integrated Health Campus PPP project への融資のために、本邦企業である双日株式会社が一部株式を保有する Istanbul PPP Saglik Yatirim A.S.と借款協定を締結した。融資額は他の本邦銀行との協調融資で163,000百万円にのぼる。2,628床を有する本病院はトルコの大規模複合病院のひとつであり、免震装置が採用されている。しかし、ブリヂストンの高減衰ゴム系積層ゴムは価格面から採用されず、アメリカ企業の Earthquake Protection Systems（EPS）の免震装置が採用されている。

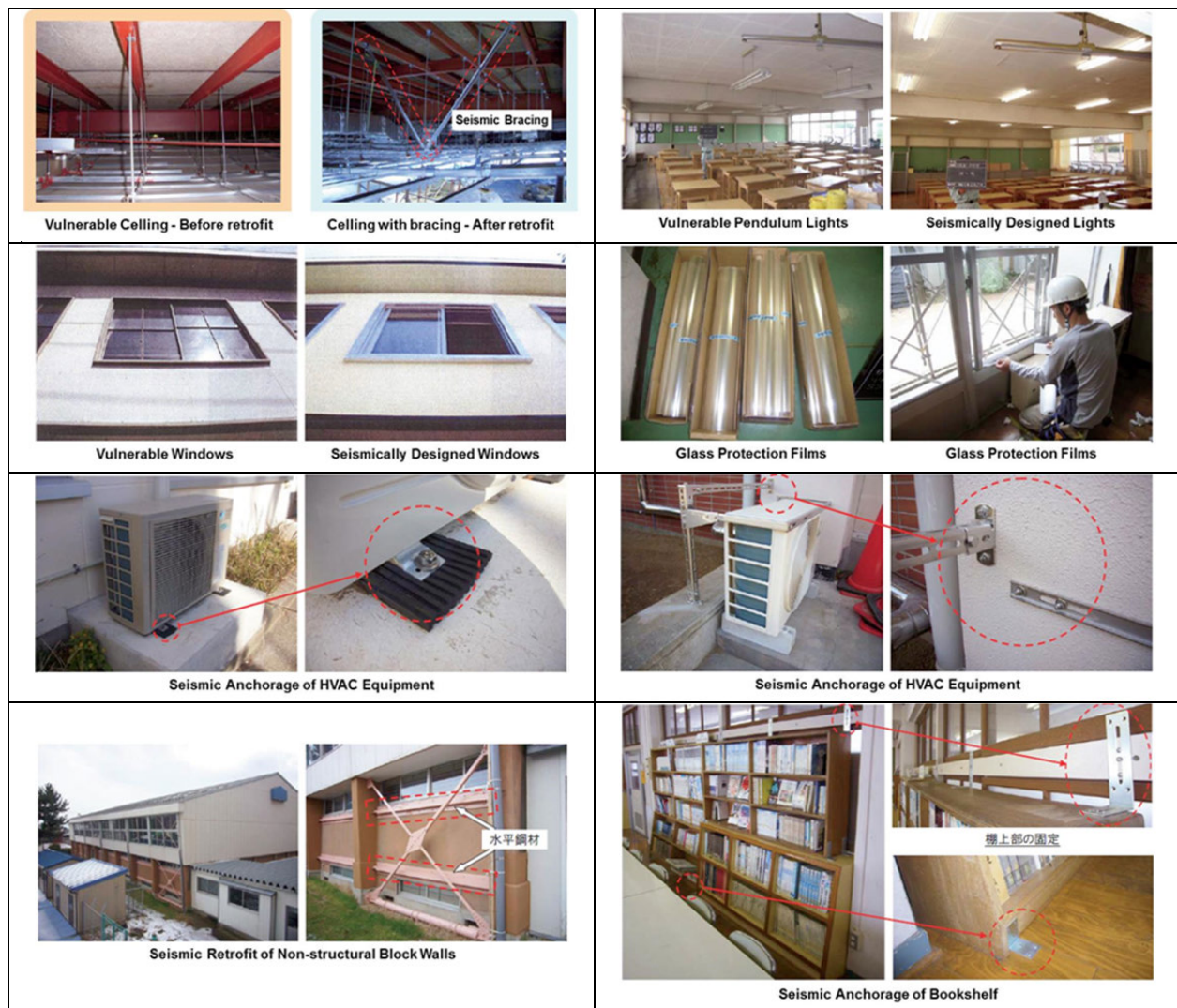
3) 耐震化事業での採用可能性

一般的にトルコ企業は学校のような小さな建物に免震装置を採用することを考えていないが、ブリヂストン現地関連会社では、そのような建物に高減衰ゴム系積層ゴムを提供することが可能である。高減衰ゴム系積層ゴムは、ブルサやイズミルにある歴史的価値のある古い学校、博物館や政府施設を保存するための耐震補強に適している。一方、その価格競争性から一般の建物への採用には難しいところがある。耐震補強のために免震装置を採用する場合、既存の建物を持ち上げる必要があるが、現在トルコでは3社の施工業者がこれを行うことができる技術を持ち合わせている。

(3) 非構造部材の耐震化

地震時における建物の安全性と継続使用を担保するためには、建物の非構造部材や設備に耐震対策を施す必要がある。日本では、学校建物の脆弱な非構造部材が地震時に著しく損傷し、地震直後の建物使用がままならなかった過去の経験に基づいて、「学校施設の非構造部材の耐震構造のガイドライン（文部科学省）」（表 8-4 参照）を策定した。本ガイドラインと日本の経験・知識は、トルコにおいても有用であり、適用可能である。

表8-3 非構造部材の耐震化事例



出典：学校施設の非構造部材の耐震対策事例集（文部科学省）



(4) 地震早期警報

地震早期警報（あるいは緊急地震速報）の概念は、地震波の伝播特性に基づいている。地震波はいくつかの異なるタイプの波で構成されるが、その中で、第一波（P波）が最初に到達し、続いて地震の揺れの主成分となる第二波（S波）が到達する。地震早期警報システムは、初

期の P 波を検出し、本格的な地震の揺れ（S 波）が到達する前に、地震の規模と震源位置を推定し、警報を発する。通常、震源からの距離に応じて、P 波と S 波の間に数秒から数十秒の時間があり、この間に人は適切な姿勢や行動を取って地震に備え、また地震の揺れの影響を受ける可能性のある機器を停止することができる。

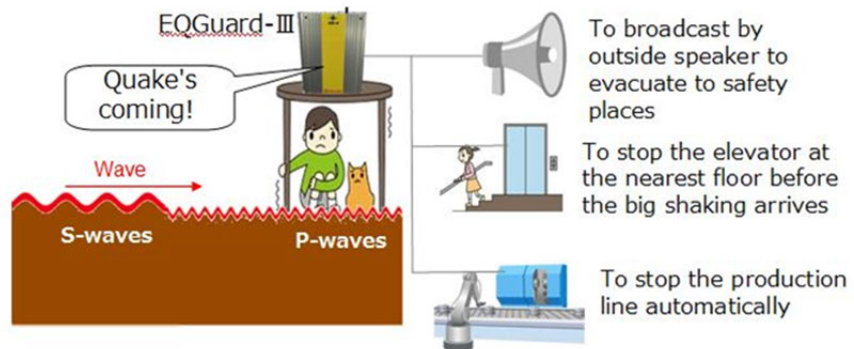
株式会社チャレンジが開発した EQGuard-III（EQG-III）は、緊急地震速報システムとして機能する小型の装置であり、単体でセンサーとアラームを搭載していることを特徴とする。装置が P 波を検出すると、装置内にインストールされた専用ソフトウェアが予想される震度を推定し、事前に設定された震度レベルに従って警報音を発する。この装置はサーバーに接続して一台だけで機能させることもでき、またローカルネットワークを構築することで簡単に地域の早期警告システムを構築することもできる（表 8-5 参照）。EQGuard のアラームを使用した学校での避難訓練は非常に効果的であり、トルコを含む多くの国が現在 EQGuard の導入に取り組んでいる。EQGuard はテストボタンを押すだけで避難訓練を実行できるため、非常に簡単で便利な装置である。

表8-4 EQG-III の概要

<p>Outline of Equipment Built-in accelerometer detects P wave and issues earthquake alarm before the arrival of strong shaking by S wave. EQG-III has specialized software to distinguish between the earthquake and the living noise generated near EQG-III, which prevents it from issuing erroneous alarms.</p> <p>Multi-Language Announcement EQG-III issues the alarm with 11 language selection options: Japanese, English, Chinese, Korean, Indonesian, Persian, Turkish, Spanish, Portuguese, Russian and Arabic.</p> <p>Control Signal Output EQG-III can send the signals to control the connected equipment such as broadcasting facility, elevator, production facility, etc., in accordance with the estimated seismic intensity level of the earthquake.</p>	
	 <p>Demonstration of EQG-III at JICA Turkey Office</p>



Evacuation drill using EQGuard



Concept and Function of EQG-III

出典：株式会社チャレンジの情報を基に JICA 調査団が作成

Appendix A: 収集資料リスト

List of Collected Information

No.	Title	Language	Year	Size	Number of pages	Original or Hard/Soft copy	File format	Source	Contents
1	Turkish Seismic Code 2007	Turkish	2007	A4	159	Soft copy	pdf	Ministry of public works and settlement (Changed to MoEU) (official gazette web site)	Seismic Code
2	Turkish Seismic Code 2007	English	2007	A4	161	Soft copy	pdf	StatiCAD analysis and design software website	Seismic Code (Translation)
3	Turkish Seismic Code 2018	Turkish	2018	A4	416	Soft copy	pdf	AFAD	Seismic Code
4	TS 500 REQUIREMENTS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES	English	2000	A4	82	Soft copy	pdf	Anonymous translator	Translation of Turkish Standart
5	2019 detailed analysis of construction unit prices	Turkish	2019	A4	1209	Soft copy	pdf	MoEU (from website)	Construction unit prices
6	2019 construction and intallation unit prices	Turkish	2019	A4	753	Soft copy	pdf	MoEU (from website)	Construction unit prices
7	Notification on 2019 Construction Approximate Unit Costs to be used in the arch. and eng. services	Turkish	2019	A4	4	Soft copy	pdf	MoEU (official gazette web site)	Construction unit prices
8	Earthquake Hazard Map	Turkish	2019	Map	1	Soft copy	tiff	AFAD	Earthquake Hazard Map
9	Parameter of Earthquake Hazard Map	Turkish	2019	Excel Sheet	-	Soft copy	xlsx	AFAD	Parameter of Earthquake Hazard Map
10	Emergency Response Plan in Turkey (TAMP)	Turkish	2013	A4	44	Soft copy	pdf	AFAD	Emergency Response Plan
11	Urban Transformation Law	Turkish	2012 (Updated in 2019)	A4	17	Soft copy	pdf	MoEU (from website)	Urban Transformation Law
12	Principles for determination of risky buildings	Turkish	2019	A4	55	Soft copy	pdf	MoEU	Principles for determination of risky buildings
13	Number of identified risky structures in Turkey	English	2019	Excel Sheet	-	Soft copy	xlsx	MoEU	Number of identified risky structures in Turkey
14	Number of risky areas and reserve areas	English	2019	Word	1	Soft copy	docx	MoEU	Number of risky areas and reserve areas
15	Innovative Approaches in Turkey's Urban Transformation Based on Disaster Risk Reduction	English	2019	Powerpoint	22	Soft copy	pptx	MoEU	Presentation material for Asian Conference on Disaster Reduction 2019
16	ISMEP Publications	Turkish	Various Years	A4	23 books	Soft copy	pdf	IPKB	Various information on earthquake
17	Terms of Reference, Turkey Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness (ISMEP) Project Cosultancy Services for Retrofitting Design of Selected Public Buildings in Istanbul	English	-	A4	14	Soft copy	pdf	IPKB	Terms of Reference for seismic design (Ulker) on ISMEP project
18	Terms of Reference, Turkey Istanbul Seismic Risk Mitigation and Emergency Preparedness (ISMEP) Project Cosultancy Services for Construction Supervision of Strengthening of Public Buildings in Istanbul	English	-	A4	12	Soft copy	pdf	IPKB	Terms of Reference for seismic design (Ulker) on ISMEP project
19	Environment Management Plan for Schools	Turkish	2019	A4	24	Soft copy	pdf	IPKB	Environment Management Plan for Schools
20	Monthly Environmental Report for Göztepe Training and Research Hospital	Turkish /English	2019	A4	87	Soft copy	pdf	IPKB	Monthly Environmental Report
21	Environmental Management Issues to be Inserted into Contractor' s Contract – "Technical Specifications – A. Contract Documents" Section ENVIRONMENTAL ASPECTS	English	2019	A4	14	Soft copy	doc	IPKB	Environmental Management Issues
22	Statistics information	Turkish /English	2019	Excel Sheet	-	Soft copy	xls	Turkish Statistics Institute	Statistics regarding education
23	Health Statistics Yearbook 2017	English	2018	A4	286	Soft copy	pdf	MoH	Health Statistics
24	TOKI Housing Production Report	English	2019	A4	2	Hard copy	pdf (scan)	TOKI	Housing Production Report
25	PROMER Brochure for General	English	2018	A4	19	Soft copy	pdf	PROMER	Company Profile
26	PROMER Brochure for Seismic Engineering	English	-	A4	47	Soft copy	pdf	PROMER	Projects Profile of PROMER
27	TUMAS Company Profile	English	2019	A4	19	Soft copy	pdf	TUMAS	Company Profile
28	TUMAS Major Superstructure Projects	English	2019	A4	46	Soft copy	pdf	TUMAS	Projects Profile of TUMAS
29	TUMAS Retrofitting and Renovation Projects	English	2019	A4	27	Soft copy	pdf	TUMAS	Projects Profile of TUMAS

Appendix B: 詳細調査工程表

**Data Collection Survey on Promotion of Earthquake Resilient Buildings in Turkey
Detailed Survey Schedule (1st Field Survey)**

No	Date	Day	Place	Miyano	Kojika	Kato	Task
				Team Leader	Earthquake-resilient Design (Structure)	DRM Planning	
1	Apr-15	Mon	Tokyo	TK53 Narita (21:40) – Istanbul (03:40+1)			
2	Apr-16	Tue	Istanbul	9:00 Ulker 13:00 Promer 16:30 GKMC			Information Collection
3	Apr-17	Wed	Istanbul	9:00 Brisa 11:30 IPKB 14:00 ISMEP Site Visit TK2166 Istanbul (17:00) – Ankara (18:20)			Information Collection
4	Apr-18	Thu	Ankara	10:00 World Bank 15:30 MoNE			Confirmation of Principle Selection of Target Area
5	Apr-19	Fri	Ankara	9:30 MoNE 15:00 Workshop JICA MoNE Iller Bank 17:00 Promer			Information Collection Explanation and Discussion on Inception Report
6	Apr-20	Sat	Ankara	Paper work			Information Collection
7	Apr-21	Sun	Ankara	Paper work			Information Collection
8	Apr-22	Mon	Ankara	11:30 TOKI			Information Collection
9	Apr-23	Tue	Ankara	Paper work			Information Collection
10	Apr-24	Wed	Ankara	9:00 TUMAS 13:30 PROTA 16:00 MoH			Information Collection
11	Apr-25	Thu	Ankara	9:30 Iller Bank 11:00 AFAD			Information Collection
12	Apr-26	Fri	Ankara	11:30 MoNE TK2163 Ankara (18:15) – Istanbul (19:35)			Report on Survey Result
13	Apr-27	Sat	Istanbul	TK52 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)			

Data Collection Survey on Promotion of Earthquake Resilient Buildings in Turkey

Detailed Survey Schedule (2nd Field Survey)

No	Date	Day	Place	Miyano	Fukushima	Kojika	Gonai	Kato	Task
				Team Leader	Earthquake-resilient Design (Design)	Earthquake-resilient Design (Structure)	Economic and Financial Analysis	DRM Planning	
1	Jul-22	Mon	Kathmandu, Tokyo	TK027 Kathmandu (07:40) – Istanbul (12:55) TK2158 Istanbul (15:00) – Ankara (16:20)	TK53 Narita (21:40) – Istanbul (03:40+1)				
2	Jul-23	Tue	Ankara	TK2116 Istanbul (06:00) – Ankara (07:25)					
				10:00 JICA Turkey Office 14:30 MoNE: Mr. Umut GUR, DG, Construction and Real Estate Department, MoNE				Explanation on Project Proposal	
3	Jul-24	Wed	Ankara	10:00 World Bank Ms. Ayse ERKAN, Disaste Risk Management Specialist 11:30 JICA Turkey Office, Dr. Emin 15:00 KfW, Ms. Julide OGUZ				Information Collection	
4	Jul-25	Thu	Ankara	10:00 MoNE 14:30 AFAD, Dr. Murat NURLU, Earthquake Department Head 16:00 MoNE, Dr. Tuba				Information Collection	
5	Jul-26	Fri	Ankara	Revision of Project Proposal JICA Turkey Office				Revision of Project Proposal	
6	Jul-27	Sat	Ankara	Paper work				Information Collection	
7	Jul-28	Sun	Ankara	Paper work				Information Collection	
8	Jul-29	Mon	Ankara	15:00 AFAD		15:00 AFAD		15:00 AFAD	Information Collection
				Revision of Project Proposal				Revision of Project Proposal	
9	Jul-30	Tue	Ankara	JICA Turkey Office				Explanation and Submission on Revised Project Proposal Report on Survey Result	
				TK2159 Ankara (17:15) – Istanbul (18:40) TK0726 Istanbul (20:35) – Kathmandu (06:25+1)	TK2159 Ankara (17:15) – Istanbul (18:40)				
10	Jul-31	Wed	Kathmandu, Tokyo	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)					

Data Collection Survey on Promotion of Earthquake Resilient Buildings in Turkey

Detailed Survey Schedule (On-Site Survey and Supplemental Survey)

No	Date	Day	Place	Mr. Okada	Mr. Miyano	Mr. Kobayashi	Mr. Kojika	Mr. Fukushima	Task
				JICA Officer	Team Leader	Earthquake-resilient Design (Design)	Earthquake-resilient Design (Structure)	Earthquake-resilient Design (Design)	
1	Oct-2	Wed	Kathmandu, Tokyo	TK53 Narita (21:40) – Istanbul (03:40+1)	TK727 Kathmandu (07:40) – Istanbul (12:55) TK2158 Istanbul (15:00) – Ankara (16:20)	TK53 Narita (21:40) – Istanbul (03:40+1)			
2	Oct-3	Thu	Ankara	TK2116 Istanbul (06:00) – Ankara (07:25)		TK2116 Istanbul (06:00) – Ankara (07:25)			Status update Consulting Service Outline
3	Oct-4	Fri	Ankara	10:00 MoNE, Dr. Tuba 14:00 World Bank 16:00 Promer					Disaster Education Status update Consulting Service
4	Oct-5	Sat	Ankara, Tokyo	Data compiling				TK53 Narita (21:40) – Istanbul (03:40+1)	
5	Oct-6	Sun	Ankara, Bursa	TK7164 Ankara(11:50) – 12:45 Bursa (12:45)				TK2116 Istanbul (06:00) – Ankara (07:25)	
6	Oct-7	Mon	Bursa	On-Site Survey					Status update School conditions
7	Oct-8	Tue	Bursa	On-Site Survey					School conditions
8	Oct-9	Wed	Bursa	On-Site Survey					School conditions
9	Oct-10	Thu	Bursa	On-Site Survey					School conditions
			Bursa, Izmir	Bursa-Izmir (3h by Car)					
10	Oct-11	Fri	Izmir	On-Site Survey					Status update School conditions
11	Oct-12	Sat	Izmir	On-Site Survey					School conditions
12	Oct-13	Sun	Izmir, Istanbul	TK2307 Izmir (06:40) – Istanbul (07:50)					
			Istanbul		TK726 Istanbul (20:45) – Kathmandu (06:35+1)				
13	Oct-14	Mon	Kathmandu, Tokyo	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)		TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)			

Data Collection Survey on Promotion of Earthquake Resilient Buildings in Turkey

Detailed Survey Schedule (3rd Field Survey)

No	Date	Day	Place	Ms. Takebayashi	Mr. Okada	Mr. Miyano	Mr. Kobayashi	Mr. Fukushima	Mr. Kojika	Mr. Omura	Mr. Kato
				JICA Officer	JICA Officer	Team Leader	Earthquake-resilient Design (Design)	Earthquake-resilient Design (Design)	Earthquake-resilient Design (Structure)	Environment and Social Consideration	DRM Planning
	Nov-25	Mon	Ankara			TK727 Kathmandu (12:25) – Istanbul (18:20) TK2178 Istanbul (19:45) – Ankara (21:10)					
1	Nov-30	Sat	Ankara			Other Assignment	TK1832 Paris (12:50) – Ankara (18:35)	TK53 Narita (23:00) – Istanbul (05:45+1)			
2	Dec-1	Sun	Ankara			Preparation for the survey	Preparation for the survey	TK2122 Istanbul (07:00) – Ankara (08:20)	Preparation for the survey		
3	Dec-2	Mon	Ankara			10:00 JICA Turkey Office 14:00: MoNE (CRED)					
4	Dec-3	Tue	Ankara			10:30: Promer 14:00: TUMAS	10:30: Promer 14:00: TUMAS	10:30: Promer 14:00: TUMAS		10:30: Promer 14:00: TUMAS	
5	Dec-4	Wed	Ankara			11:00 MoEU (GD of EIA, Permission and Auditing) EIA Monitoring and Env. Audit Department, Mr. Baris Ecevit AKGUN Dept. Head	14:00 MoEU (UT) with experts			11:00 MoEU (GD of EIA, Permission and Auditing) EIA Monitoring and Env. Audit Department, Mr. Baris Ecevit AKGUN Dept. Head 14:00 MoEU (UT) with experts	14:00 MoEU (UT) with experts
6	Dec-5	Thu	Ankara			AM: JICA Turkey Office PM: JICA Turkey Office (Dr. Emin)					
7	Dec-6	Fri	Ankara			Preparation DFR (1st Draft)					
8	Dec-7	Sat	Ankara			Preparation DFR (1st Draft)					
9	Dec-8	Sun	Ankara			Preparation DFR (1st Draft)					
10	Dec-9	Mon	Ankara	TK53 Narita (23:00) – Istanbul (05:45+1)		11:00 World Bank	15:00 AFAD	Preparation DFR (1st Draft)	15:00 AFAD	11:00 World Bank	15:00 AFAD
11	Dec-10	Tue	Ankara	10:00 IPKB 14:00 Ulker TK2976 Istanbul (18:10) – Ankara (19:15)		TK2105 Ankara (05:50) – Istanbul (07:10) 10:00 IPKB 14:00 Ulker TK2980 Istanbul (19:45) – Ankara (20:45)					Preparation DFR (1st Draft)
12	Dec-11	Wed	Ankara	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED)	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge	10:00 MoNE (Dr. Tuba) 14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge	14:00 MoNE (CRED)	14:00 MoNE (CRED) 17:00 Challenge
13	Dec-12	Thu	Ankara	AM: JICA Turkey Office PM: MoNE (CRED) TK2175 Ankara (22:00) – Istanbul (23:30)	AM: JICA Turkey Office TK2159 Ankara (17:20) – Istanbul (18:50)	AM: JICA Turkey Office PM: MoNE (CRED)	AM: JICA Turkey Office PM: MoNE (CRED)	JICA Turkey Office TK2169 Ankara (19:45) – Istanbul (21:10)	JICA Turkey Office	JICA Turkey Office TK2169 Ankara (19:45) – Istanbul (21:10)	JICA Turkey Office
14	Dec-13	Fri	Ankara	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)		Preparation DFR (1st Draft) TK2169 Ankara (19:45) – Istanbul (21:10)	Preparation DFR (1st Draft)	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)	Preparation DFR (1st Draft) TK2169 Ankara (19:45) – Istanbul (21:10)	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)	Preparation DFR (1st Draft) TK2169 Ankara (19:45) – Istanbul (21:10)
15	Dec-14	Sat	Ankara			TK726 Istanbul (01:30) – Kathmandu (11:10)	TK1831 Ankara (09:40) – Paris (11:50) AF272 Paris (16:05) – Haneda (12:05+1)			TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)	TK0052 Istanbul (01:40) – Narita (19:10)
16	Dec-15	Sun									

Data Collection Survey on Promotion of Earthquake Resilient Buildings in Turkey

Detailed Survey Schedule (4th Field Survey)

No	Date	Day	Place	Ms. Takebayashi	Mr. Okada	Mr. Miyano	Mr. Kobayashi
				JICA Officer	JICA Officer	Team Leader	Earthquake-resilient Design (Design)
1	Jan-12	Sun	Ankara			TK53 Narita (23:00) – Istanbul (05:45+1)	
2	Jan-13	Mon	Ankara			TK2122 Istanbul (07:00) – Ankara (08:20) 16:00: JICA	
3	Jan-14	Tue	Ankara			10:00: Yuksel Project International 15:00: World Bank 16:00: JICA	
4	Jan-15	Wed	Ankara			11:00: MoNE CRED	
5	Jan-16	Thu	Ankara			10:00: MoNE CRED	
6	Jan-17	Fri	Ankara			9:00: JICA (TV Conference)	
7	Jan-18	Sat	Ankara			Preparation of Final Report	
8	Jan-19	Sun	Ankara	TK53 Narita (23:00) – Istanbul (05:45+1)	TK53 Narita (23:00) – Istanbul (05:45+1)	Preparation of Final Report	
9	Jan-20	Mon	Ankara	TK2122 Istanbul (07:00) – Ankara (08:20) 11:00 MoNE CRED	TK2122 Istanbul (07:00) – Ankara (08:20) 11:00 MoNE CRED	11:00 MoNE CRED	
10	Jan-21	Tue	Ankara	14:30 MoNE CRED			
11	Jan-22	Wed	Ankara	10:00 MoNE CRED			
12	Jan-23	Thu	Ankara	16:00 MoNE CRED			
13	Jan-24	Fri	Ankara	10:00: MoNE CRED TK2175 Ankara (22:00) – Istanbul (23:30)			
14	Jan-25	Sat	Ankara	TK0052 Istanbul (01:55) – Narita (19:40)			