

中華人民共和国
耐震建築人材育成プロジェクト
準備調査報告書

平成 22 年 1 月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部

基盤
J R
10-033

中華人民共和国
耐震建築人材育成プロジェクト
準備調査報告書

平成 22 年 1 月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部

序 文

独立行政法人国際協力機構は、中華人民共和国の要請に基づき、耐震建築対策に係る今後のわが国の協力について検討するため、「耐震建築人材育成プロジェクト準備調査」を実施することを決定し、2009年4月5日から同年4月23日まで19日間にわたり、準備調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件要請の背景を確認するとともに、中華人民共和国政府の意向を確認し、かつ現地調査の結果を踏まえ、今後の協力に関するミニッツ（M/M）に署名しました。

本報告書は、今回の調査結果の経緯及び結果を取りまとめたものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 1 月

独立行政法人国際協力機構

経済基盤開発部長 小西 淳文

目 次

序 文
地 図
写 真

第1章 準備調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 調査結果概要	2
1-6 団長所感	3
第2章 現況及び課題の分析	5
2-1 建築事情調査の方法	5
2-2 建築及び耐震設計に係る関係機関	5
2-3 中国における建築事情、耐震設計事情の概要	6
2-4 建築及び耐震設計に係る課題	21
第3章 プロジェクトの内容	24
3-1 プロジェクトの枠組み	24
3-2 プロジェクトの目標、成果、活動、投入	25
第4章 プロジェクト実施の妥当性	32
4-1 妥当性	32
4-2 有効性	33
4-3 効率性	33
4-4 インパクト	34
4-5 自立発展性	34
4-6 結 論	35
第5章 結論と提言	36
5-1 耐震設計、診断、補強に関する提言	36
5-2 設計・施工体制に関する提言	37
5-3 政策に関する提言	37
5-4 耐震基準に関する提言	38
5-5 建築事情調査の留意点と調査項目	38

付属資料

1. 収集資料リスト	41
2. 覚書（署名済み）	50
3. 討議議事録 R/D（署名済み）	93
4. 議事録	121
5. 面談者リスト	148

地図



写 真

1. 現地調査写真（現地協議の様子）



住宅・都市農村建設部の建物



建設部工程質量安全监管司
(2009年4月13日)



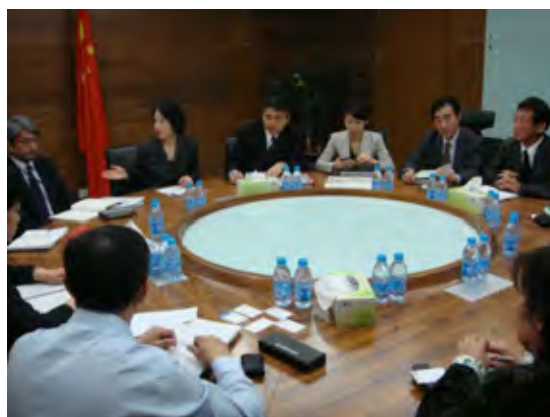
建設部計画財務及び外事司(1)
(2009年4月14日)



建設部計画財務及び外事司(2)
(2009年4月14日)



建築標準設計研究院の建物（中央）



建築標準設計研究院
(2009年4月13日)



建築設計研究院の建物



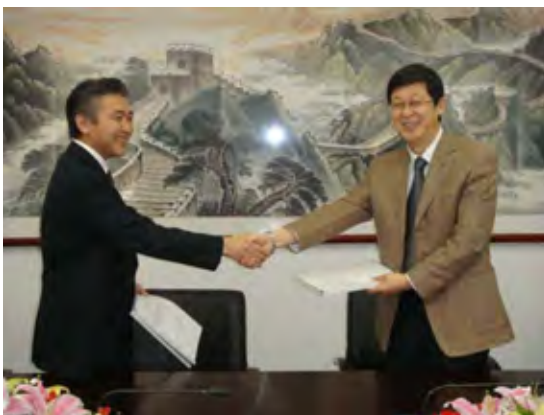
建築設計研究院(1) (2009年4月13日)



建築設計研究院(2) (2009年4月13日)



ミニッツ署名(1) (2009年4月17日)



ミニッツ署名(2)
(2009年4月17日)



先方関係者及び調査団
(2009年4月17日)

2. 建築標準設計研究院



長期専門家用の部屋（調整中）



短期専門家用の部屋（調整中）



集会室



23階建てビルの構造計算書例



構造設計図の調査

3. 北京工業大学の実験設備



震動台 (3mx3m)



免・制震機器用試験機
(鉛直 4,000t、水平 400t 加力)

4. 集合住宅の耐震補強



1980 年代に建設されたレンガ組積造集合住宅 (北京市海淀区)



耐震補強 (白色の骨組) された 1980 年代建設のレンガ組積造集合住宅 (北京市)

第1章 準備調査の概要

1-1 調査の背景

2008年5月12日、中華人民共和国（以下、「中国」と記す）四川省で発生した大地震は死者・行方不明者数8万7,000人以上、倒壊した家屋は652万間（部屋）¹にものぼり、犠牲者の多くがその家屋の下敷きとなった。本プロジェクトは、2009年7月9日に開催された日中両首脳会談にて合意された「1つの全体計画と5つの柱（1. 健康・福祉、2. 社会・文化、3. 産業・雇用、4. 防災、5. まちづくり）」のうち、「まちづくり」分野に関する復興支援プロジェクトのひとつとして位置づけられており、将来的に中国国内で発生すると想定される地震による建物の倒壊から、国民の人命及び財産を守ることが究極の目的である。

上記5つの柱のうち「まちづくり」に関し、JICAは2008年9月下旬にプロジェクト形成調査団を派遣し、中国住宅・都市農村建設部を代表する中国側関係当局と今後の協力の可能性について協議した。その結果、中国においては耐震建築に関する国家基準が既に策定されているものの、その国家基準が適切に実際の設計、施工に反映されていくための制度構築や、構造設計者の耐震設計（応用）能力の向上について高いニーズがあり、日本の技術協力が必要であると判断した。これを受け、本プロジェクトが正式に中国から要請された。

係る要請を受けて、今般、中国側関係機関とのプロジェクトの枠組みの協議のため、今次調査団は現地調査を行った。

1-2 調査の目的

技術協力プロジェクトの実施へ向けたプロジェクトの枠組みに関する協議を行い、協議内容を先方実施機関との間で議事録にて合意すること。

1-3 団員構成

総括	不破 雅実	独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 計画・調整担当 次長
計画管理	木村 恵理	独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 都市・地域開発第一課 職員
建築行政	水谷 明大	国土交通省 大臣官房付
耐震工学	斉藤 大樹	建築研究所 国際地震工学センター 上席研究員
評価分析	芹澤 明美	グローバルリンクマネージメント株式会社 研究員
建築事情	井上 明	OYO インターナショナル株式会社 シニアマネージャー

¹ 2008年6月26日中国民政部の統計による。

1-4 調査日程

日程		調査内容
4月5日～4月11日		コンサルタントによる情報収集
4月12日	日	14:00 北京着 16:00～20:00 団内協議
4月13日	月	9:00～10:00 JICA 中国事務所打合せ 11:00～12:00 住宅・都市農村建設部工程質量安全监管司（以下、「建設部」と記す）表敬 14:00～14:20 中国建築設計研究院院長表敬 14:20～17:00 中国建築標準設計研究院（以下、「標準院」と記す）とのミニッツ協議
4月14日	火	10:00～10:30 住宅・都市農村建設部計画財務及び外事司表敬 10:30～18:00 標準院とのミニッツ協議
4月15日	水	9:30～22:00 標準院とのミニッツ協議
4月16日	木	9:30～20:00 標準院とのミニッツ協議
4月17日	金	10:00 ミニッツ署名 13:00 JICA 中国事務所報告 15:00 在中国日本大使館報告
4月18日	土	14:45 北京→東京

※コンサルタント（建築事情）は4月23日まで現地調査を継続。

1-5 調査結果概要

今次調査団は先方実施機関と協議を行い、プロジェクトの枠組みを以下のとおりとすることで合意した。

- (1) 今回のプロジェクトは、上位目標として中国国内における耐震建築物の普及をめざしていくものである。特に、郷・鎮を含む地方においては、民間の建築物を中心として耐震技術の普及、対策が遅れており、新築・既存建築物を問わず、耐震性の確保に高いニーズ、課題が認められている。学校、病院については政府による対策が取られつつあるものの、住宅を含めて、特に地方部においては中低層建築物の耐震設計、耐震診断²、補強技術等の一層の向上及びその普及が課題となっている。具体的には、①中国においては耐震建築の国家基準が既に策定されているものの、その国家基準に対する技術的な理解を多くの技術者に徹底させる必要があること、②耐震設計に係る高度な専門能力を有する構造技術者が不足していること、③適切な設計を適切な施工につなげるための中間検査等の規定、監督監理会社による工事監理体制等の建築規制制度に課題を抱えている。
- (2) 本プロジェクトの最終裨益対象者は地震に脆弱な建築物に居住若しくは利用する国民である。そのため、本プロジェクトの主たる対象者は、これら建築物を手がける地方における

² ここでの耐震診断は、震災後の被害を受けた建物の判定を行う危険度判定及び古い建築基準で建築された建物の耐震診断の両方の意味を含む。

設計者、施工者、監督・監理者等の構造技術者、建築行政官、そしてこれら実務者を育成するインストラクター³等とする。そして、本プロジェクトでは、これら対象者の耐震実務に係る能力を強化すること、又、耐震基準が適切に設計に反映されるための1級構造工師定期講習、ピアチェック（同じ技術レベルの別の専門家が耐震設計の内容をチェックすること）等の制度の改善や提案を行うことを通して耐震建築物を普及させていくことを目的とする。

(3) これら目的を達成するためには、民間の建築物を手がけることとなる中国全土に存在する数十万人という耐震実務者の能力向上に取り組み、耐震建築分野の人材を継続的に育成し、普及させていく仕組みをつくることが重要である。人材の育成にあたっては、十分な技術をもつ人材の再生産が可能となるよう、中国国内研修はカスケーディング方式による段階・階層別技術訓練を行う。具体的には、コアとなるインストラクターを本邦研修により養成し、次に地方におけるインストラクターを中国国内で集中的に養成する。これらインストラクターが地方の技術者を養成し、中国全土の耐震実務者を養成していく。

1-6 団長所感

- (1) 本プロジェクトに対する中国側の姿勢は、住宅・都市農村建設部（日本では中央省庁）の国民の要請に対する責務の重さを反映しており、中国建築設計研究院にはかなり熱意はあると考えられる。
- (2) 今次調査団の協議により感じた点は、この技術協力プロジェクトに対する中央政府からの予算がほとんど追加されておらず、中国建築設計研究院の下部組織である「標準院」の予算の範囲内で実施するように枠がはめられていることである。
- (3) 中国における建築耐震技術のレベルは、中央や大都市においては相当の水準に達している。他方本技術協力プロジェクトの要請の背景となっている地方の都市農村において、中層下層の建築物については十分な耐震技術が使われていない可能性がある。この問題をめぐる事実関係を調査することが、本プロジェクトの開始時点の現状を把握することになる。しかし、今回の調査団が得られた範囲の情報には、地方の中下層建築物の設計・施工・監督監理（中国では実施設計を行った者が施工管理をする慣習がなく、監督監理会社が施工監理を含む監督を行う）の実態を把握するための情報、設計図や竣工図などは得られていない。
- (4) 本プロジェクトの実質的な任務は、中央レベルの技術を向上させることよりも、将来の地震被害の広がりを減少させるため地方の中下層建築における耐震技術を普及させることにあり、協議で明確にした。したがって、本プロジェクトにおける中心的な活動は中国国内における技術研修にあり、本邦研修はそのための核となるインストラクターを養成することに目的を置く。さらに、中国国内の研修を持続可能なものとするため、十分な技術レベルをもつ人材の再生産が可能となるように、中国国内研修はカスケーディング方式による段階・階層別技術訓練を行う計画に変更するよう提案し、大方の合意を取り付けた。コアインストラクターは主に本邦研修により養成され、次に地方におけるインストラクターを中国国内で養成する。それらのインストラクターが地方の技術者を養成するというものである。
- (5) もうひとつの点は、耐震技術を普及させるための制度の問題である。これは本プロジェク

³ ここでのインストラクターは、実際の実務者を養成するインストラクターと、インストラクターを育成するコアインストラクターの両方の意味を含む。

トの範囲で制度構築を行うことができないと考えられるため、制度改善の提案を行うことをプロジェクトの成果に含めた。耐震技術の普及と、耐震技術の現場への反映を担保する制度が両輪となり最終目標を達成するという考え方である。

- (6) 以上のことを実行するうえで、2つの問題点を記しておきたい。1つは、本プロジェクトの地方拠点のこと、2つ目は北京における「標準院」と「中国建築設計研究院人材育成センター」の協力である。後者は、対策がとられているようであるが、予算的には標準院の範囲に限定されている問題は、常に制約となる可能性がある。前者については、地方の現状の把握とともに、本プロジェクトの目標と、上位目標（社会的なニーズ）を追求するために最も重要な点となる可能性がある。地方拠点は、常設のサブセンターが置かれる計画にはなっておらず、地方の建設部の協力を得るという範囲にとどまる。これをいかに効果的なものに変えていけるかは、本プロジェクトが中国社会のニーズに応えるための中心的な課題となると考えている。

今回の調査における中国側、日本側の多大なご支援とご協力に感謝します。

第2章 現況及び課題の分析

2-1 建築事情調査の方法

プロジェクトの背景と実施の妥当性について確認するため、中国国内の建築物の耐震設計に係る一般的な事情を調査した。質問状では建築事情一般、国家基準、関連法規等に係る情報提供を依頼したものの、回答がほとんどなされなかったため、現地にて関係機関からの聞き取りによって情報を収集した。

聞き取り調査の項目は以下のとおり。

- ① 建築物の設計・施工に係る一般事情
- ② 建築物設計・施工体制（設計者、施工監理者、施工者等）
- ③ 建築物設計・施工に係る法制度（建築基準法、建築許可制度等）
- ④ 建築物設計・施工に係る行政制度（監督官庁、地方における監督行政）
- ⑤ 耐震設計に係る国家基準
- ⑥ 建築設計に関する資格認定制度（建築資格制度等）
- ⑦ 建築物の設計に係る耐震設計の活用度等
- ⑧ 耐震設計に係る教育機関の教育概要、研究機関の研究概要
- ⑨ 歴史的建造物（木造）に係る耐震診断・補強工事等

調査日程と訪問機関は下記のとおり（訪問先はいずれも北京市内）。

- | | |
|-------|----------------------|
| 4月7日 | 中国建築設計研究院（1） |
| 4月8日 | 同上（2） |
| 4月9日 | 中建一大成建築有限責任公司、北京工業大学 |
| 4月10日 | 建設部工程質量安全监管司 |
| 4月20日 | 中国建築科学研究院 |
| 4月21日 | 標準院（3） |

2-2 建築及び耐震設計に係る関係機関

聞き取り調査を行った関係機関による建築物の耐震性向上に向けての取り組み等を以下に示す。

- (1) 住宅・都市農村建設部質量安全监管司（質量は品質の意。以下、「建設部」と記す）

建設部は中国の建設行政のトップに位置している。現在、建設工程に関する基準は、道路や橋梁を含めて4,800個ある。建設部が関係している基準は1,800個あり、うち耐震に関連した基準は40個以上ある。四川地震後、重点とする建物（病院、学校）について対応が行われた。人が多数集まる施設（デパート、バスターミナル、駅）も基準をあげた。

2008年10月には、工品質に関する全国一斉検査を行い、特に四川での新築建物を重点として検査を行った。今年の8~9月にも全国の30の省を対象として、主に住宅、公共施設（学校、病院）等を対象とした建物の検査を行う予定である。検査の方法としては、まず工事の品質（コンクリート、鉄筋）をチェックし、問題があれば専門家による診断を行う。ま

た、施工図審査、高層ビル、形状が特殊なものを含めた地質調査、設計、施工業者すべてについても検査を行う。

また、今年からの第1フェーズ（3年間）として、建設部と教育部が共同して、今春の全国人民代表会議で採択された全国の小中学校の耐震化プロジェクトを実施する。

(2) 標準院

標準院は約400名の組織で耐震構造、構造技術に強い。標準院は国有企業であり、グループ企業全体の人員は約4,000名在籍している。これらグループ企業も含め、標準院は公共施設・民間建築の設計では国内で指導的立場にある。

標準院は建設部から依頼を受けて技術標準・基準の作成業務を行っている。例えば、耐震設計ガイドライン、鉄筋コンクリート（RC）造施工基準の作成を行い、RC造施工基準については標準図とともに地方の設計院に配布した。現在は、鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）造施工基準、高層ビル、一般ビルの鉄骨設計基準を作成中である。

(3) 中国建築科学研究院と北京工業大学（抗震減災研究所）

この2機関については、2-3(8)「耐震設計に係る教育機関の教育概要、研究機関の研究概要」で示す。

(4) 日系建設会社

中建-大成建築有限責任公司は中国建築総公司と大成建設の合弁（50:50）会社で、1級資質の建設企業資格を有している。年間7~9億円の売上げがあり、全体で460人の職員が在籍している。他の日系建設会社は独自に現地法人を設けている。この場合、中国資本の顧客の仕事は受注できない。

2-3 中国における建築事情、耐震設計事情の概要

中国では1976年に大きな被害を出した唐山地震（約30万人死亡といわれている）以後、耐震基準、耐震関連法規が本格的に検討・作成され始めた。現在、国内の80%以上の地域で地震烈度が設定されている。中国の郷・鎮と呼ばれる地域は都市部と農村部の間に位置し、呼称は異なるだけで類似しており、その域内に市街地と農村の両方が混在している。耐震基準は都市部と中間部の建築物には適用されているが、農村部の建築物（主に個人住宅）には適用されておらず、地震烈度も農村には適用されていない。今回、農村部が（政府の）建設部の対象に含まれるようになったことから、中長期的には農村部の建築物にも耐震基準が適用されるようになることが期待されている。

小中学校や病院は公共施設であり、政府による耐震対策がとられつつあるが、既存の耐震補強についてはごく一部の地域が対象とみられている。集合住宅は、唐山地震当時は国家の所有だったが、現在は個人所有となっており売買も行われている。

下記のとおり中国における建築事情、耐震設計事情の概要をヒアリング調査項目の順に記載する。

(1) 建築物の設計・施工に係る一般事情

首都である北京は、2008年のオリンピック開催までに多くの高層の集合住宅、事務所ビル等が集中的に建設され、都市の景観が以前と比べて一変したように思われるが（写真2-1）、プロジェクトの対象となる建築物は、地震時脆弱性が高いといわれる、主に地方の（集合住宅を含む）住宅、学校、病院等の中低層建築物である。これらの設計・施工に係る一般事情を聞き取りで得た情報の範囲内で以下に記す。なお、中国の耐震技術レベルの全体的把握と、中低層との比較検討のために高層ビル等も含めて記述する。

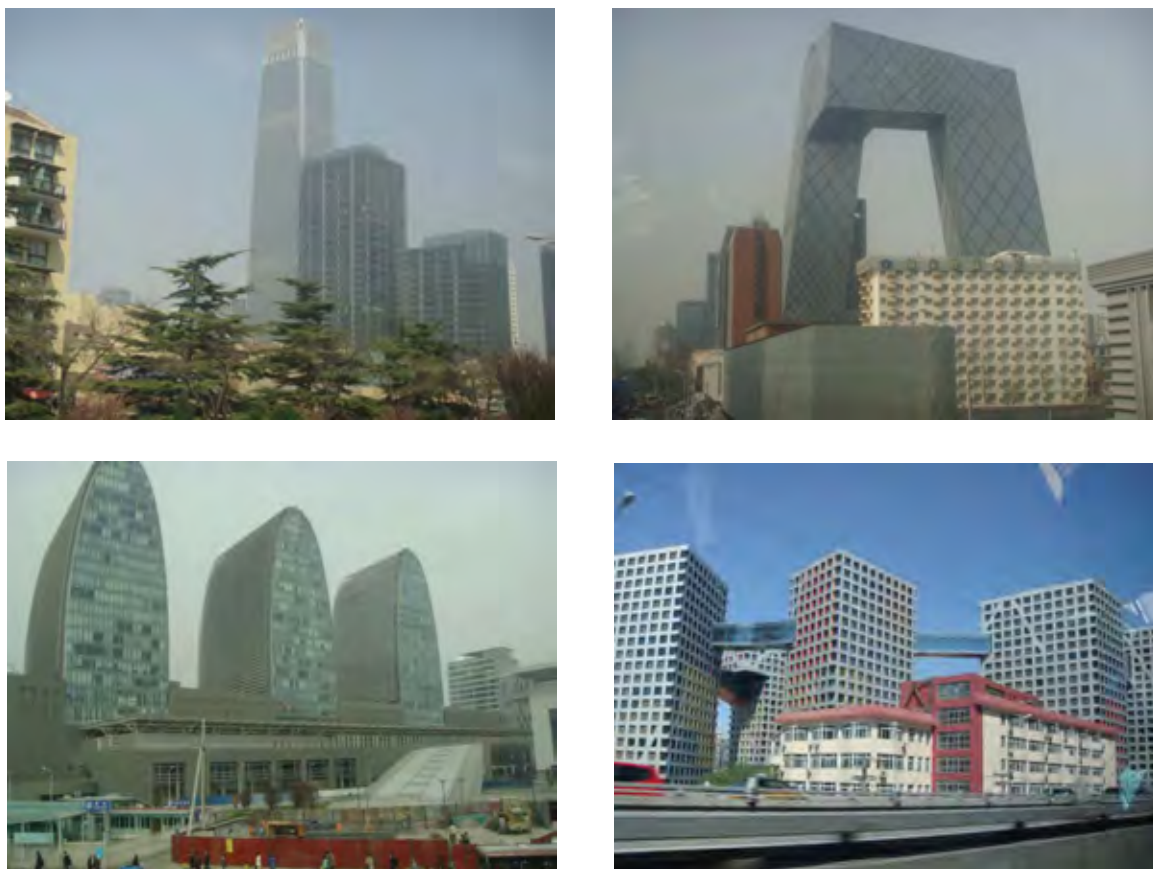


写真2-1 北京市内の高層ビル

1) 建設投資と住宅着工動向の概要

日本で用いられている、建設投資、住宅着工戸数（マンション、一戸建て）等の建築ストックの年ごとの推移に関するデータは調査では得られなかった。中国の都市部では年間20億 m^2 の床面積を施工、鋼材は年間5億tの生産で、うち30%（鉄筋26%、鋼材4%）が建築分野に使用されている。

2) 建築物の耐震性に関する発注者及び社会的関心・評価

四川地震後、建物耐震性に対する一般の関心は高くなっている。四川省の地震烈度は7であるが、デベロッパーが独自に烈度を8に上げている例もある。政府は地方の小中学校の耐震診断・補強費用として80億元の予算を計上した。さらに、全体から見るとごく一部の対象地域ではあるものの、地方政府の予算も加算されることとなっている。また、標準

院は北京の一部地区の小中学校の耐震診断を実施している。

3) 地震烈度図と耐震設計の採用

中国は国土が広く地域間の烈度の格差が大きい。地方で新たに烈度を設定する動きもある。烈度の設定には、歴史的地震、潜在的地震危険度等に加えて地方の経済力が考慮されている。烈度 6 以上の地域では耐震設計を行う必要がある。なお、雲南省では烈度の設定は低いものの、地震があったので改正の動きがある。

4) レンガ造建築物について

6 階建て以下の建築物について、全国的にはレンガ造はまだ多い。唐山地震以後、RC 柱とレンガを併用した構法が開発されている。経済レベルが高い地域では 6 階建ては RC 造が多い。また、烈度 8 以上で、かつ経済レベルが高い地域では免震構造も採用されている。レンガ造建築物については、施工基準に従って施工したかどうかによって耐震性が左右される。農村地域は 1~3 階建てが多く、5~6 階建て集合住宅があるのは都市、郷・鎮がほとんどであり、四川での被害は郷・鎮の集合住宅が多かった。農村では平屋の木造+瓦屋根の場合、倒壊は少なかった。

5) 四川地震後の耐震設計分野への影響/インパクト

中国政府では、小中学校、病院等は公共施設であり、その対策を取ることは義務と考えられている。そのため、小中学校、病院は丙類（標準建築物）から乙類（重点建築物）に変更になり、耐震措置をあげることになった。集合住宅は民間建築物であり、分類上の扱いは丙類で変わっていない。なお、甲類（特殊建築物）は核関連施設等である。

また、避難時の措置として階段の構造規定が変わった。また、8 万 m²以上の事務所ビル、スタジアム、大スパン建築は乙類であり、烈度を 1 引き上げた。

6) 構造種別（RC 造、S 造）と耐震設計

構造種別は RC 造が主流であるが、都市部を中心に RC 造に加えて最近では S 造も増えてきた。S 造はややコストが高いが、RC 造は高層ビルでは柱寸法が大きくなり空間的に不利になる。コア部 RC 造+ 外周部鉄骨造という構造形式も多い。下部 SRC 造、上部 S 造という事例もある。

7) 日本との建築技術交流

日本との建築技術交流では、主に以下の 2 つが存在する。

日中構造技術交流会：日本側は（社）日本構造技術者協会（JSCA）を事務局とし、1993 年から 2 年ごとに中国各地の大学で開催され、建築構造技術全般について交流が図られている。主要テーマは、高層建築、免震・制震構造、大空間、混合構造、耐震診断・補強、耐震基準等である（JSCA ホームページより）。

日中建築・住宅技術交流会議：（財）日本建築センター（BCJ）と中国建築設計研究院が、建築・住宅技術に関する交流の場として 1985 年から交互に開催国となって隔年で実施、2004 年から（財）ベターリビング、中国建築科学研究院を加えた 4 機関で実施している。2008 年は東京で四川地震報告、日本の耐震基準ほかが発表されている（BCJ ホームページより）。

(2) 建築物設計・施工体制（設計者、施工監理者、施工者等）

建築工事に際しては、設計を行う一般の建築設計院、工事の監督監理会社、施工会社の三

者が必要であり、法律で規定されているとのことである。これは、設計者（会社）が工事中の監理を行うことが一般的な日本のシステムと異なっている。

1) 設計者

設計会社としての設計院の種別は、甲、乙、丙の3分類ある。建築物の種類21分類について、民用、工業、ほかについてそれぞれ資格と条件が必要である。甲は3名以上の1級建築師と3名以上の1級構造エンジニアがいることが条件である。乙、丙その他の詳細は「工程設計資質2007」（建設部発行）（収集資料9）に記されている。

2) 施工監理者

監督監理会社は登録上、甲、乙、丙の3分類ある。それぞれ監理可能な建物規模の規定がある。監督監理会社の業務内容や契約形態については、今回の調査では十分把握できなかったため、次回実施される予定の建築事情調査にて詳細を調査することとする。

3) 施工者の資格、登録

建物分類は11存在する。会社（建設企業）の資質分類は特級、1級、2級、3級の4分類あり、各々要件（企業登録資本金、企業純資産、過去3年平均売上、工事实績、従業員）に応じて決められる。各資質に応じて営業できる範囲（工事契約金額、建物階数/高さ、面積）が決められている。

4) 業者数

地質調査・設計会社は約1万4,000社ある。施工会社は約6万社ある。監督監理会社は約2万社前後ある。建設業に従事している人は約3,000万人いる。

5) 品質管理と責任

施工上の瑕疵が見つければ、施工会社と監督監理会社の責任が法律で問われる。設計者は設計した建物に対して終身上の責任があるが、賠償できる金額には制限があるので、設計会社はリスクを避けるため、設計の瑕疵を保障する設計保険に入るようにしている。デベロッパーの倒産に対する住宅購入者の保護のための保険のような制度は現在ない。

6) 材料規格

収集資料(11)のコンクリート構造施工図表示・詳細図 03G101-1（標準院）によると、コンクリート強度はC20 (20N/mm²)、C25、C30、C35、C40以上の5つに分類されている。C20は立方体の試験体強度20N/mm²を示す（RC基準P4 2-2 符号説明による）。また鉄筋は、HRB335 (335N/mm²)、HRB335、HRB400、RRB400の4種類が表示されている。

コンクリートは生コンによる供給で、先進国と比べて差はあるが強度はC60 (N/mm²)クラスまでの高強度コンクリートは品質管理上問題ない。C100の実用化をめざしている。高層ビルはC30～C40クラスが多い。鉄筋は400N/m²が多い。これは北京での状況で、地方では5～6階建てはレンガとコンクリートの併用構造も多く事情は異なる。

7) 工事標準仕様書

必要な標準仕様書は整っている。国内の建設会社は、日本の建設会社ほどではないが、独自の施工技術をもつようになっている。

8) 外国の設計会社（事務所）との共同設計

以前は外国の建築家はコンセプトデザインまでの参加だったが、中国のWTO加盟後、国内で登録して詳細設計図まで書くことができるようになり、共同設計も増加している。

以前は国内の設計会社の保護のためオープンにしていなかったが、WTO加盟のメリット

もあり、これからよりオープンになると予想されている。

(3) 建築物設計・施工に係る法制度（建築基準法、建築許可制度）

1) 法令、基準

建築物の設計・施工に係る法規の構成は3段階からなっている。

- ① 法律：建築法（基準法）、防災減災法（地震、火災等）
- ② 国務院令：国務院（日本の内閣に相当）令として出される（工程質量管理条例、工程地質調査と設計管理条例、建物工程安全管理条例）
- ③ 建設部令：法規のより具体的な制度・規制に関する部令、（建設計画の許可・規制、設計・施工図の審査に関する規制、施工強化に関する規制、施工プロセスの検査に関する規制、竣工検査に関する規制）

上記3区分はいずれも法的強制力がある。建設部からの規制は最低限の内容であり、地方は地元の事情に合わせて、より厳しい内容（条例に相当）となる場合もある。

一方、国家基準であるGBは、技術者向けの技術法として、国家質量監督検験検疫総局（以下、「検総局」と記す）・建設部から出ている技術基準で、法律ではないものの、法律に準じる強制力がある。GB本文の太字箇所は絶対的に遵守すべき事項とされており、違反すると刑事責任が問われる。

2) 初步設計、施工図設計のプロセス

設計院の業務を中心にした初步設計、施工図設計等のプロセスは以下のとおり。

- ① 建設依頼書（機能、面積などを含む）
- ② 方案設計（基本計画）
- ③ 方案審査（政府の都市計画部門、企画局による審査）
- ④ 初步設計（構造設計/耐震設計、構造計算書、意匠、設備・電気設計）
初步設計に対して例えば高さ60m以上の建築物は別に構造審査がある。
- ⑤ 施工図設計〔設計院による、（鉄筋詳細図等を含み、日本の詳細設計に相当）、鉄骨設計図面は設計院が作成、鉄骨加工工場の工作図が施工図となる〕
- ⑥ 施工図設計審査（政府委託の機構が審査する。中国建築設計研究院のなかにもこの機構がある）
- ⑦ 施工図（施工会社による鉄筋加工図等の施工に必要な図面）
工事中は監督監理会社が品質をチェックするが、接合部、基礎部等重要で専門的な部位は設計者がスポットで検査する。
- ⑧ 竣工検査（防火面等は設計者が一部関与する）
- ⑨ 設計図書・資料の保存（政府のファイル担当機関が保存する）

3) 着工許可

発注者は着工許可証の取得のため、施工図設計（日本の実施設計に相当）が終わってから政府認定の機関による審査を受ける。構造、消防を含む安全性に係るすべて（設備、景観、環境等を含む）が対象であり、特に基準の太字の部分について審査される。審査期間は通常2～3週間、早くて1週間、規模が大きいと更に期間は伸びる⁴。

⁴ 日本では確認審査は従来21日だったが、2007年から構造計算適合性判定を受ける建築物は、これに14日（最長49日）が加算され、35日（最長70日）となった。

以下の3つの許可証がそろってはじめて着工許可となる。

- ・ 地方の建設局（建設委員会）からの着工許可証
- ・ 地方の計画局からの土地使用許可証及び（都市）計画に沿っていることを示す建設工程許可書

審査部門（組織）は中国建築設計研究院のなかでは、設計審査資詢処（資詢はコンサルタントの意）が扱っている。制度開始時は北京建築設計院と合わせて2ヵ所だったが、現在は10数箇所に増えている。審査部門に専門の構造技術者がいると思われるが、ヒアリングでは詳細を把握できなかった。

4) 工事中の検査等

監督監理会社の検査に加えて、設計者による配筋やコンクリートの不定期検査を行う。専用の検査書式があり、コンクリート打設前はデベロッパーと施工者を含めた4者のサインが必要であるが、そのとおりに実際に行われているかどうかは分からないところもあるとのことであった。

5) 完了検査

4者が各々報告書を提出、設計会社は安全検査を実施する。政府の担当部門に書類を提出し、消防検査、衛生検査、エレベーター検査等を行う。その後、地方の不動産管理局（建設部の下部組織）から建物の使用許可証を受領してから使用できる。

6) 設計図書の保存

施工図設計で審査を経て押印した図面（青図）は、政府の都市アーカイブ部門に保存される。1985年から制度として30年保存することになり、設計会社も保存している。なお、発注者は竣工図を保存している。中国建築設計研究院の設計した建物は設立当初の50年前から図面を保存している。学校、病院の設計図面は、公共施設であるため、発注者である政府のインフラ建設部門が保管している。

(4) 建築物設計・施工に係る行政制度（監督官庁、地方における監督行政）

1) 監督官庁

建設部が全国の行政制度のトップに位置しており、基準となる法規は建設部に交付する権利がある。着工許可制度、検査制度と行政とのかかわりは、(3) 建築物設計・施工に係る法制度（建築基準法、建築許可制度）で述べたとおりである。

2) 地方における監督行政

唐山地震以後、建設部は各省、県に工程耐震弁公室を設けて検査を行っている。弁公室は地震多発地域に設けている。

地方での建築許可制度について、施工図設計の審査機関は省の建設主管部門の承認で審査組織として認められる。地方の審査について、行政単位としての省、地、県の3つのレベルがあるが、地レベルに審査機関が多くありここで審査を受ける。

地方の建築物を設計した経験者によると、基準の理解が不十分で技術レベルが低いところがあり、審査は地方のほうが比較的厳しいとのことであった。中間検査については、北京では比較的よいものの、地方では、検査は形式的には存在するものの、実質的に機能されているかどうかは疑問に思うところもあるとのことであった。

(5) 耐震設計に係る国家基準

耐震設計に係る主な国家基準（GB）ほかを以下に示す。国家基準は右側の（ ）内に記しているように、建設部、検総局、国家質量技術監督局（以下、「監督局」と記す）から出されている。

- 建築耐震設計基準 2008 年版（GB 50011-2001） （建設部・検総局）
- 建築物耐震分類標準 2008（GB 50223-2008） （建設部・検総局）
- 地震動ゾーニング地図 2008（GB 18306-2001） （監督局）
- コンクリート構造設計基準 2002（GB 50010-2002） （建設部・検総局）
- 建築構造荷重基準 2006（GB 50009-2001） （建設部・検総局）
- 鋼構造設計基準 2003（GB 50017-2003） （建設部・検総局）
- 建築耐震検定規定 1995（GB 50023-95） （監督局・建設部）
- 建築抗震加固技術規定 1998（JGJ 116-98） （建設部）

建築耐震設計基準（2008）については、（独）建築研究所による、「2008年5月12日汶川地震（四川大地震）における建築物被害と復興に係る調査活動の記録（平成21年3月30日現在）」の第7章に基準の概要が、付録6に基準の第5章「地震作用及び耐震構造計算」第6章「多層及び高層鉄筋コンクリート建物」の和訳が紹介されている。



写真 2-2 建築耐震設計基準（左）、建築物耐震分類標準（右）

1) 建築耐震設計基準（GB50011-2001）（2008 年版）（主編単位：中国建築科学研究院）

建築耐震設計基準の内容から、建築物の耐震性・保有耐力に大きく影響する「地震烈度」と「設計用層せん断力係数」の2点について以下に示す。

「地震烈度と設計基本地震加速度値」

国内の建築物の地震地域・地震動の強さは地震烈度（seismic fortification intensity）で表示される。中国は国土が広いこともあり烈度は6～9及び5以下の5分類で表示される。烈度6以上は耐震設計が要求される。表2-1に地震烈度と対応する設計基本地震加速度値が示されている。これは50年で超過確率10%の地震加速度値とされている。烈度7と8は更に2つに分けられ、0.15Gは烈度7.5、0.3Gは烈度8.5とそれぞれ呼ばれている。

この設計基本地震加速度値に対して、建築物が倒壊しないように耐震設計することが要求されている。また「地震烈度ゾーニング地図」2008（GB18306-2001）には地図として設計基本地震加速度値が表示されている。また、本基準は「建築物耐震分類標準」（GB50223-2008）と合わせて使用される。

表 2-1 設計基本地震加速度値（表に烈度 7.5、8.5 を追記）

地震烈度	6	7 (7.5)	8 (8.5)	9
設計基本地震加速度値	0.05G	0.10G (0.15G)	0.20G (0.30G)	0.40G

G: 重力加速度

「水平地震影響係数と設計用層せん断力係数」

表 2-2 の「水平地震影響係数の最大値」の発生頻度の高い地震の数値と応答スペクトル（固有周期）を用いて層せん断力係数を算出し、この地震荷重に対して弾性応力解析で応力を算出し、部材設計を行う。中層程度の固有周期が短い建築物ではこの「水平地震影響係数の最大値」が設計用せん断力係数にほぼ等しくなる。

発生頻度の低い大きな地震に対しては、中国の 1989 年基準の独自の方法であり変形計算を行って倒壊に対して検討する。この検討は 5.5 層間変形の検証に用いるだけで部材算定結果にはほとんど影響しない。

表 2-2 水平地震影響係数の最大値（表に烈度 7.5、8.5 を追記）

地震烈度	6	7 (7.5)	8 (8.5)	9
発生頻度の高い地震	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32
発生頻度の低い地震	---	0.50 (0.72)	0.90 (1.20)	1.40

() 内は設計基本加速度値が 0.15G、及び 0.30G の場合にそれぞれ適用する。

中国の耐震設計の理念は以下のとおり。

「発生頻度が高い地震」（50 年で超過確率 63%の地震）に対して被害を出さない。

「表に入っていない」（50 年で超過確率 10%の地震）に対して修復可能。

「発生頻度が低い地震」（50 年で超過確率 2~3%、再現期間 2,500 年）に対して倒壊させない。

この 3 段階の表現について、日本基準では、2 番目「表に入っていない」は、2 次設計⁵で対象とするまれに起こる大地震に相当し、3 番目は極めてまれに起こる極大地震という理解になると思われる。

⁵ 日本国内での建築物の構造設計（耐震設計）は 2 段階で行われている。

1 次設計：建築物の耐用年数中に数度は遭遇する程度の中地震動（気象庁震度 V 強程度）に対して、損傷を防ぐのに必要な剛性・強度を与える設計法。

2 次設計：建築物の耐用年数中に 1 度遭遇するかも知れない程度の大地震動（気象庁震度 VI 強）に対して、建築物の損傷は認めるが架構の崩壊は防ぐ設計法。

ちなみに、北京はもともと烈度 6 だったが現在は烈度 8 (0.2G) に上げている。上海ではもともと地震はないと考えられていたが現在は烈度 7 (0.1G) に上げている。

1976 年の唐山地震以後、「耐震基準」は 3 回 (1978、1989、2001 年) 改訂し、現在 4 回目の改訂を検討中である。改訂のたびに耐震要求レベルが上がってきており、例えば 2001 年改定では靱性の規定が厳しくなり使用鉄筋量が 15% 増加したとのことである。

2) 建築工程抗震設防分類標準 (主編単位：中国建築科学研究院)

建築物は用途、被災による影響度等から、特殊建築物 (甲類)、重点建築物 (乙類)、標準建築物 (丙類)、適度建築物 (丁類) の 4 等級に分類されている。四川地震後、小中学校、病院 (既に乙類になっている一部の病院を除く) は丙類 (標準建築物) から乙類 (重点建築物) に変更になった。改訂された分類基準 3.0.3 項 (中文) は、設計時に地震烈度より高いレベルで耐震措置を施す、というややあいまいな表現となっている。

耐震措置として 1 ランクアップさせるということは、例えば烈度は 7 のままで強度はあげないが烈度 8 の耐震措置として靱性をより向上させて大きな地震に対して倒壊させないというコンセプトを採用している、とのことである。

集合住宅に関しては丙類のままであるが、政府の財政力がまだ十分でなく経済面の助成はできないため、必要な補強は所有者がすべきであるとのことであった。

3) 中国地震動参数区画図 (地震ゾーニングマップ)

設計基本地震加速度値 (design basic acceleration of ground motion) と設計特性周期 (design characteristic period of ground) が地図情報として示されている。表示されている地震動加速度の区分は 50 年で超過確率 10% の地震動と説明されている。

四川地域の地震動加速度値の改訂は、国家標第 1 号修改単として、国家標準化管理委員会が 2008 年 6 月 11 日に批准、同日に実施されている。

地震後の 2008 年 6 月に改訂で、四川地域の加速度値が一部大きくなった。成都是 0.1G (烈度 7) のままだが、綿陽は 0.05G だったが 0.1G (烈度 7) になった。北部のほうは、以前 0.1G の地域が、0.15G (烈度 7.5)、0.2G (烈度 8)、0.3G (烈度 8.5) になった。地震烈度の全国的改訂は地震局が中心になって現在行っており、来年に完了する予定とのことである。

四川地震後、これまで 3 つの省で烈度を改訂した。全国的に見直しており 2010 年までに改訂する予定である。将来的にはその地域の経済力レベルが上がれば、地震烈度も上げていくことになる。

4) RC 構造設計基準 (GB-50010-2002)

柱のせん断設計に関連して、現行基準は経済力との関係で日本の基準と比べて少し低いいため、今後改訂する必要があると考えられている。建築物の耐震等級、1 級、2 級、3 級の区別は建築物の高さ、烈度から決まっている。骨組み構造に限れば、烈度 6 で 30m 以下は 4 等級、烈度 7 で高さ 30m 以下は 3 等級、烈度 8 で高さ 30m 以下は 2 等級、烈度 9 で高さ 25m 以下は 1 等級となる。耐震設計時は骨組みの弾性剛性を重点に考えているが、ひび割れの影響を考慮していないのは問題があるとみられている。

(6) 建築設計に関する資格認定制度（建築資格制度等）

1) 設計資格、登録

資格取得には大卒後 3～5 年の実務経験と国家試験（収集資料 12 試験問題集）に受かることが必要である。建築師と構造エンジニアの資格は業務独占資格であり、1 級登録建築師と 1 級構造エンジニアの両者のサインがない設計図面は契約上無効となる。1 級構造エンジニアは約 2 万 7,000 人いる⁶。資格者は 1 年ごとに 3 日間の定期講習（有料）があり、日本と比較し、頻度、回数ともに多い⁷。

2) 監督監理資格

監理エンジニアの専門的な国家試験（収集資料 13 試験問題集）があるが、具体的な情報は入手できなかった。

3) 建築関係の学協会

建設部のホームページ（<http://www.mohurd.gov.cn/>）に関連する学協会が示されている。数多くあるが主なものは、建築学会、土木工程学会、（都市）計画学会、地質調査設計協会、不動産協会ほかである。建築耐震設計の分野は、建築学会の構造分野あるいは土木工程学会の構造分野である。これらの学協会の現状は半官半民のような組織となっている。

中国建築学会には以下のような委員会が設置されている。

- ・中国建築学会抗震防災分会
- ・工程抗震理論及び設計プログラミング専門委員会
- ・中国建築学会組積建築構造グループ
- ・中国建築学会高層建築構造専門委員会
- ・中国建築学会高層建築抗震専門委員会
- ・抗震補強改造技術専門委員会

(7) 建築物の設計に係る耐震設計の活用度等

1) 耐震設計一般

国内の地震烈度 6 以上の地域の建築物には国家基準による耐震設計が要求される。建築物の規模にもよるが、一般的に弾性応力解析は電算プログラムを使用、部材算定は電算プログラムと手計算の併用が多いようである。弾塑性時刻歴応答解析ソフトは使い始めているが、まだ一般的ではない。地震局からの地震データも不足している。弾性応答は理解しているが、弾塑性応答は基礎研究が不足しており理解が不十分なところがあった。

2) 耐震設計の構造計算ソフトプログラム

構造計算プログラム（PKPM）は科学院が独自に開発したソフトプログラムで、国内のすべての構造形式（RC 造、S 造、組積造）をカバーしており、国内ではほぼ 100% の設計者が使用している。荷重算定、応力解析、断面算定まで入り、一貫構造計算プログラムといえる。施工図設計（配筋詳細図）も扱えるとのことである。通常の建築物では弾性解析のみで、弾塑性解析（保有耐力計算）は超高層等以外行っていない。配筋等の細部規定によ

⁶ 日本では 2008 年施行の改正建築士法による構造設計 1 級建築士は約 6,000 人。

⁷ 日本では昨年から 3 年ごとの 1 日講習が義務化されている。

る耐震性向上をめざしている。静的弾塑性解析、弾塑性時刻歴応答解析も PKPM のモジュールに入っている。設計に必要なコンピューターソフトはすべてそろっているとのことである。超高層ビル（烈度 8 地域で高さ 80m 以上、烈度 9 地域で高さ 60m 以上）の設計に際しては 2 種類の異なるソフトを使用することが義務づけられているとのことである。

中国建築設計研究院は、構造解析ソフト SAP2000（米国）の中国総代理店である。別に ABAQUS（米国）という有限要素法ソフトもある。応答計算の手法は ATC40（米国基準）を参考にしている。

3) 免震、制震構造の設計・施工状況

免震構造は国内で、総延べ床面積 300 万 m^2 、約 600 棟の実績があり、免震の標準図（2003 年）を作成、公開するなど、国内で独自の技術・基準もある。多くは烈度 8 の地域で適用され、1993 年に始めて建設された。現状での課題は、免震構造の高さの適用範囲、人々の認識の向上、ゴムの耐久性評価等である。他方、制震構造についてはいくつかの事例があるが、設計のコンセプトと具体的な設計方法が明確になっておらず、十分な技術が中国にはない。

制震構造については座屈拘束鉄骨ブレース（Buckling Restricted Brace : BRB）技術は日本・米国で既に多く使用されているが、中国でも最近使用され始めた。

免震構造は 1990 年代に研究を始め、主に 7~8 階建てに適用されており、成都では 20 棟、60 万 m^2 、20 階建てを含めて免震構造を採用した。制震構造は建築物の補強技術として、別に超高層ビルにも応用されている。補強事例として、北京駅ビル、北京飯店（RC 造ホテル）、北京展覧館がある。最近のビルでは北京銀泰ビル（S 造、国際貿易センタービルの向かい）で使われている。

4) 耐震診断・補強

北京では唐山地震以後、一般住宅にも多くの耐震補強が行われているが伝統的な手法である。日本の建物外周ブレースのような高度な技術の補強方法はいまだ実用化できていない。診断基準は 1989 年版の古いものを使っており、補強しても新築の建物の耐震性より低く、これが妥当かどうか、別途検討が必要であると考えられている。診断の際の構造体の靱性の評価についても国内では十分検討できておらず、診断の手法について、中国側は理解していく必要がある。

既存の学校・病院の診断・補強基準は現在作成中であり、この基準に従って診断・補強する予定となっている。耐震補強の重点地域は烈度で示され、内陸部の学校・病院は烈度の高いところから順に耐震補強を行っていくことになる。中層集合住宅について特別な措置は取られていないが、一般的には 2001 年耐震基準に従って建築されたものの安全性は高いと認められている。2001 年以前に建築されたものは、2009 年 5 月に発表される予定の「耐震診断・補強基準」で技術的には解決できるとされている。

5) レンガ組積造の耐震診断・補強

レンガ造の補強については、中国建築科学研究院から 1998 年に補強に関する規定が出された。

応急的には、建物外周の各階床位置に RC のバンド（梁）を設ける方法がある。唐山地震以後の経験から、1980 年代前半に多く採用されている。荷重の要素を考慮した補強は、ワイヤメッシュにモルタルあるいはコンクリートで壁の両面又は片面を補強する方法、更

に、壁の接合部（交差部分）に貫通ボルトで補強する方法がある。しかし、耐震補強の目標が現行の新築建築物の耐震性能よりも低く抑えられており課題を残している。



写真 2-3 1980 年代に建設されたレンガ組積造集合住宅（北京市海淀区）



写真 2-4 耐震補強された 1980 年代建設のレンガ組積造集合住宅（北京市海淀区）

6) RC 造の耐震診断・補強

RC 造の補強基準が国家基準として出されており、一般的には柱の断面を大きくし配筋を増やす方法が多い。プレキャスト床の剛性確保については、床の上に現場打ちコンクリートで増し打ちする方法、最近では炭素繊維シートを床下に張り付ける方法が使われている。

7) 構造計算書と構造設計図面の事例

標準院で保管している構造計算書と構造設計図面の事例を閲覧した。使用した構造計算プログラム PKPM は政府の認定機関の審査済みで、そのシリーズのひとつ SATWE で荷重計算（固定荷重+積載荷重）を行っている。応力解析は弾性解析で、超高層ビル以外は保有耐力計算は行っていない。外国からのソフト ETAPS があるが扱いは難しいとのことであった。

RC の配筋計算は計算プログラムを利用している。計算書には、S 造の場合を除き応力図は示さない。頻度の高い地震による地震影響係数を考えて、弾性応力解析を行って部材を算定し、更に変形制限のチェックを行う。高さの制限を超えたもの、特殊な形状の建物（スタジアム等）は弾塑性応答を検討する。配筋等のディテールを工夫して、靱性を与えるようにしている。

事例として標準院に見せてもらった建物は、地上 23 階建て、2004 年の設計のものであった。構造図面は、標準図、伏図、軸組み図、柱部材リスト、梁配筋は伏図に記入、架構配筋詳細図は標準の配筋詳細図を利用しているとのことであった。



写真 2 - 5 構造計算書例（標準院）



写真 2 - 6 構造設計図の閲覧（標準院）

8) 5～6 階建て RC 造の設計図面について

構造図面の構成は高層ビルと変わらない。構造設計説明（概要、耐震レベル、烈度、荷重等）、平面図（伏図）、梁・床スラブ・柱配筋詳細図、階段、基礎詳細図等が示されている。設計の配筋詳細図まで設計院が施工図（設計）まで、施工業者は鉄筋加工図（施工図）を書く。詳しくは「建築工程設計文体編制深度規定」（建設部発行）（収集資料 10）の規定によっているが、図面作成に関しては中国の設計費は安いという実情があるとのことであった。

9) 標準規格の設計について

唐山地震のあと、1980 年代、北京では 5～6 階のグレー又は赤色の外壁のレンガ造の集合住宅が、標準規格に従った設計によって多く建設され、地方にも多く建設された。1980 年代、レンガ組積造の標準規格の設計の学校が多く造られた。病院は標準規格の設計のものはあまりない。最近では、標準規格の設計自体があまり使用されていないとのことであった。

1980 年代の RC 造は 1978 年基準に従っているが、地震烈度の大きさ・地域と RC 造の採用の関係については確認が必要とのことである。

(8) 耐震設計に係る教育機関の教育概要、研究機関の研究概要

教育機関として北京工業大学（抗震減災研究所）の教育概要、研究機関として中国建築科学研究院の研究概要を示す。

1) 北京工業大学（抗震減災研究所）

① 教育内容

土木系在校生は、約 150 人×4 年= 600 人、コースは、建築工程、橋梁、岩石と土、施工監理からなっている。耐震設計と理論は必修科目となっている。建築専門は 70～80 人、大学院修士課程は構造・防災コースで、学部生の約 3 分の 2 が進学する。学生の就職先は、主に 3 ヶ所で、設計会社、施工会社、監督監理会社である。北京工業大学ほか、耐震構造の科目のある土木系の名の知られた大学は国内に約 240 校あるとのことである。

② 研究内容

耐震研究では、耐震構造、免・制震構造、炭素繊維シートを用いた耐震補強法がある。

標準院との共同作業を行っている。研究は国の予算によるものと企業（民間）のニーズに応じたものがある。免震・制震部材はメーカーと共同で研究している。

施工監理のコースでは、安全と経済面の最適化の研究を行っている。国家（科学技術部）からの研究依頼で、各基準間のバランスの研究、マネージメントの研究を行っている。

超高層ビルの弾塑性時刻歴応答解析手法について以前用いたことはあるが、手法についての研究は行っていない。

③ 実験施設：抗震減災研究所（写真 2-7、2-8）

S 造加力装置：鉛直荷重 4,000t、水平加力 400t の能力、免震・制震装置の部材試験に利用

- ・振動台：大きさ 3m×3m、試験体容量 10 t、可能水平加速度 2.4G
- ・小規模振動台：計 9 基
- ・反力壁：模型実験用



写真 2-7 北京工業大学の震動台（3m×3m）



写真 2-8 免制震部材用試験機

2) 中国建築科学研究院

中国建築科学研究院は中国建築設計研究院と同様に国有の企業であり、日本の独立行政法人に近い形態の組織である。ただし、独立採算で国からの金銭的支援はないとのことである。

① 建築物の耐震化に関する中国建築科学研究院の取り組み

中国建築科学研究院工程抗震研究所は国内の大学と共同して耐震基準を編纂している。四川地震後に建築抗震規範を改訂したが多くの問題点があり、実験的理論的検討を加えて 2010 年に新規規を出す予定とのことである。

四川地震後に 70～80 名の専門技術者が調査し被害状況を把握している。建設部の要請に応じて復旧復興の技術的サポートを提供している。

建築物の耐震化は注目されており、四川地震による建築物の課題と解決方法について、中国建築科学研究院、大学、中国建築設計研究院が協力して科技部に現在申請中で、4 年計画で進めている。ほかに四川科学基金会と共同、中国建築科学研究院独自の研究も行っている。

② 研究内容

耐震設計（構造設計）のソフトプログラム開発、免震、制震構造の研究、耐震診断・補強設計も行っている（「2-3（7）建築物の設計に係る耐震設計の活用度等」を参照）。

③ 実験施設

実験施設は空港近くの別の場所にあり見学はできなかった。パンフレットに紹介されている震動台を下記写真に示す。振動台は大きさ6m×6m、重量60t、水平X方向加速度1.5G、Y方向1.0G、3次元加力まで可能なものとなっている。今後の研究にはもう少し容量の大きい振動台が必要とのことだった。

以下、建築科学研究院のパンフレット（収集資料19、20）を引用して研究概要を示す。



写真2-9 超高層ビル耐震性研究
（震動台実験）



写真2-10 農村住宅耐震性研究
（被害調査と震動台実験）



写真2-11 制震部材(上)と免震構造住宅(下)



写真2-12 弾塑性時刻歴応答解析事例



北京饭店贵宾楼鉴定、加固（采用减震消能新技术）设计



北京火车站
鉴定、加固设计



加固后的框架柱

混凝土板增加加固

写真 2-13 制震部材による耐震補強事例

写真 2-14 RC 部材による耐震補強事例

3) 歴史的建造物（木造）に係る耐震診断・補強工事等

① 一般

歴史的建造物の耐震性向上のために補強が必要とされ、外観を保全して補強する方法が求められている。歴史的建造物は地方政府が所有している。歴史的建造物は木造と石組積造があり、日本に対しては、木造の歴史的建造物の耐震補強の事例紹介を期待している。四川省都江堰では、歴史的建造物の診断・補強が現在中国側で進められている。

② 担当部局と事業内容

耐震診断・補強等の予算は国家文物局から出され、技術面の管理は建設部が扱う。国家文物局は以前東京文化財研究所から日本の耐震処置事例の紹介を受けた。国家文物局の現場技術者は主に保護を対象にしている。設計院の歴史処で建築技術面の研究を行っており、科学院では扱っていない。国家文物局からの依頼で、北京工業大学（抗震減災研究所）にて木造・レンガ造の歴史的建築物の研究をしており、実験施設を現在準備中である。

2-4 建築及び耐震設計に係る課題

建築及び耐震設計に係る課題について、1)耐震設計、診断・補強、2)設計・施工体制、3)政策及び4)耐震基準に分けて、聞き取り調査を行った範囲で以下に示す。

(1) 耐震設計、診断・補強

1) 耐震技術・耐震設計の理解

中国の構造技術者には、建築構造の地震時の弾性挙動について設計に必要な一定水準の知識・経験があると推定される。しかし、耐震基準では、「大地震時には建築物被害は許容するが倒壊は防ぐこと」と規定しており、そのための耐震性確保に必要な大地震時の弾塑

性挙動についての知識が、特に地方の構造技術者にとって不足しているように思われる。構造エンジニア試験問題集（収集資料 12）を概観しても、弾塑性挙動に係る技術的内容はほとんど取り上げられていないことが分かる。

2) 構造計算書の作成

構造計算書は耐震設計の主要な成果物であり、設計図書の一部として耐震強度を評価するうえで重要な役割を果たしている。標準院が保存している 23 階建て建築物の構造計算書を閲覧した限りでは、構造計算が耐震基準を満足しているかどうかを判定するために必要な構造計画、計算方針、仮定条件、モデル化の説明、出力結果の所見等の項目の考え方や工学的判断に関する記述が不足している。設計規定（収集資料 10）にもこれらの内容は見られない。

3) 構造設計図面の作成

構造設計図面は内容がそのまま構造体の施工に反映される重要な設計図書である。中国建築設計研究院による構造設計図、特に施工図設計の配筋詳細図等の内容が、施工会社による鉄筋加工図に適切に引き継がれて作成されているのかどうかを含めて、問題のある建築物が地方には多いといわれている。

4) 耐震診断・補強手法

中国基準には既存建築物の耐震診断と補強の基準（収集資料 7、8）が既にある。しかし、基準は基本的事項のみを記述していると見受けられる。特に靱性の定量的評価に必要な資料・データは不足していると判断できる。統一された具体的な評価方法がなかったために、四川地震で被災した建築物への適用に際して異なる結果が一部に生じたとのことである。

さらに中国の現行の耐震補強の目標が 1989 年版基準に従っており、2001 年基準による新築建築物の耐震性能よりも低く抑えられており、政府の管理層の耐震化に対する理解が不足しているとみられる。

(2) 設計・施工体制

1) 施工品質と施工体制

建設部は建築物の監督・監理に力を入れるようになり、2008 年 10 月には工品質に関する全国一斉検査を実施し、2009 年の 8、9 月には全国の 30 の省の建物の検査を行う予定とのことである。建築物の施工段階で品質が十分確保できない要因として、調査を通して以下のような内容が聞かれた。

- ・ 施工会社の技術職員による工事管理が不足（協力業者に技術面を任せてしまう）。
- ・ 施工管理が大ざっぱである。
- ・ 直接作業をしている農民工の建築に対する知識不足がある。
- ・ 中間業者が多く直接施工する下請け業者に必要な資金が残らない。ほか

2) 工事監理契約と体制

監督監理会社の役割が建築物の耐震性に係る品質確保の面で十分機能していないとのことであった。今回の調査では十分に実態を把握できなかったため、次回の建築事情調査にて具体的に調査することとする。

(3) 政策について

1) 地方の建築物の耐震対策

中国国内において都市部の建築物は耐震技術の普及・対策が取られつつあるが、郷・鎮を含む地方においては、民間の建築物を中心として耐震技術の普及、対策が遅れている。

調査を通して、地方での施工図設計の審査機関の担当者が耐震基準の理解が不十分で技術レベルが低いこと、工事中のコンクリート打設前の検査手順が適切かどうか分からないところがある、地方の中間検査は形式的にあるが実質的には疑問に思うところもある等の内容が聞かれた。

2) 地方の既存建築物の耐震対策

公共施設である小中学校、病院に対する耐震対策は四川地震以後、中国政府によって取られつつある。一方、地震時脆弱性が高いとされる地方の、特に2001年以前の集合住宅を含む住宅については、個人所有に対して費用負担をどうするかという問題がある。耐震診断・補強の促進のための対策は取られておらず政府による制度づくりはまったく進んでいない。

3) 農村部の建築物の耐震対策

農村部の建築物に耐震基準・地震烈度が適用されていないことが大きな課題であるとのことである。

(4) 耐震基準、その他

1) 耐震基準

地震影響力係数（設計用層せん断力係数）の算出の際、靱性による低減係数（0.35）が一律に適用されている。そのため、RC造耐力壁の地震力負担が大きい場合やRC造骨組構造で靱性が小さい場合は、必要な耐震性より低くなることもあり、新築建築物の耐震性にバラツキが生じることになる。

2) 地震烈度について

中国の地震烈度について日本と比較して低いのは、経済力の違いが大きい、ということが聞かれた。建設部からは今後、地域の経済力の上昇に合わせて地震烈度を上げていく、ということが示された。地震烈度が6以上の地域の建築物は耐震設計が必要となっている。地震烈度の決定が地震学的な事由とともに、地域の経済力に応じて調整されていることに、耐震補強や政策の検討に際して留意しておく必要がある。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの枠組み

(1) プロジェクトの運営・実施体制

本プロジェクトの中国側総括責任者は建設部の「計画財務及び外事司」である。「計画財務及び外事司」は建設部における二国間協力の窓口であり、建設部内の調整も担当する。プロジェクト実施責任者は建設部の工程質量安全监管司であり、建設部内において本プロジェクトの技術面担当である。プロジェクト実施担当者は中国建築設計研究院である。中国建築設計研究院は約 4,000 人の従業員を擁する国有企業である。ここが、傘下の企業である標準院と中国建築設計研究院人材育成センターをプロジェクト実働部隊として指名し、プロジェクトメンバー7名はこの2社の職員で構成される。標準院は構造設計・建築基準を専門としており、同分野の研修事業も行っている。中国建築設計研究院人材育成センターは、以前の JICA プロジェクト「中国住宅新技術研究・人材育成センタープロジェクト」（1995 年 9 月～2000 年 8 月）で設立された機関であり、プロジェクト終了後も建築技術者対象の研修事業を継続して実施している。プロジェクト事務所は標準院内に設置される。

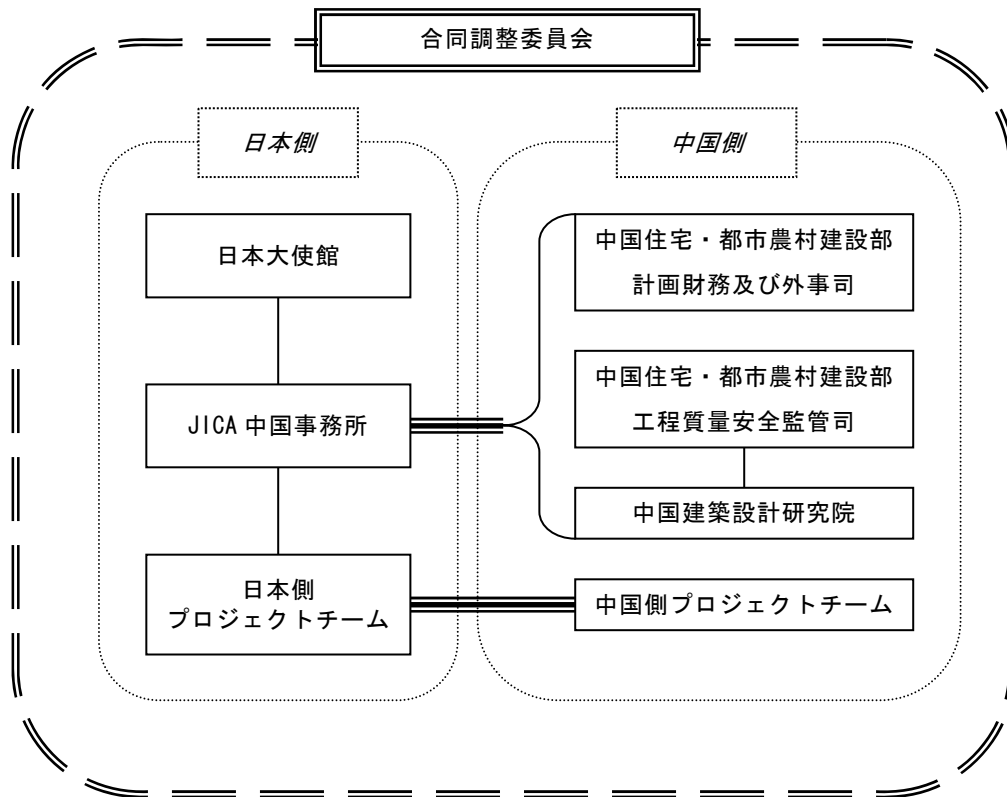


図 3-1 プロジェクトの運営・実施体制

(2) プロジェクトの対象地域

プロジェクト事務所は北京の標準院に置かれるが、プロジェクトの対象地域は中国全土である。中国国内研修は北京に加え地方の主要都市（現在の中国側計画では瀋陽、上海、広州、成都、昆明、西安、ウルムチ、武漢等）で行われる計画であり、受講者は各地から参加することになっている。

(3) プロジェクトの受益者

本プロジェクトの直接の受益者は、中国国内の構造技術者及び耐震・防災にかかわる行政官である。特に、地方の住宅・学校・病院等耐震対策が緊要と考えられる建築物の設計者・施工者・監督監理者に重点を置く。最終的な受益者は、地震に脆弱な建築物を利用する一般住民である。

(4) プロジェクトの期間

本プロジェクトの実施期間は2009年5月～2012年4月までの3年間である。

3-2 プロジェクトの目標、成果、活動、投入

(1) プロジェクト目標

2012年のプロジェクト終了時まで達成されるべき目標及びその指標は次のとおりである。

プロジェクト目標	本プロジェクトによって実施された研修によって、構造技術者及び関連の行政官が、耐震技術について更に理解を深める。
指標	中国国内研修を受講した技術者の人数（職種別ランク別）と研修修了認定結果（数値目標は成果1の活動において設定）

プロジェクト目標達成（中国国内研修受講者の理解度向上）を確実にするためには、研修でめざす到達レベルや、それを可能にする研修の構成（日数や受講者・講師の人数等）を含め、本プロジェクトにおける人材育成方針を初期段階で綿密に策定することが極めて重要である（成果1）。150人を10日間～2ヵ月にわたって派遣するという大規模な本邦研修の成果を確実に中国国内研修に反映することも求められる。国内研修の詳細な計画は、後述の成果3の活動のなかで作成される。

今般の詳細計画策定調査に先立ち中国側から提示された中国国内研修実施計画は表3-1のとおりである。講師は、本邦研修に参加した者が主体となるが、大学教員や本プロジェクト日本人専門家も務める計画となっている。プロジェクト期間中に5,000人（1回200人×25回）を中国国内研修で育成し、研修日数は1回につき3日間（うち1日の見学を含む）とされている。3日間にした理由は、費用の問題及び職場を空ける限度の関係で、中国ではこのような研修が通常3日間に設定されているからとのことである。本邦研修が10日間～2ヵ月間であることに比べて中国国内研修の3日間は短いが、本邦研修の内容のエッセンスのみを抜き出して国内研修を実施することから3日間で十分と中国側は説明している。中国側の費用の概算書によると、国内研修1回（3日間）の受講生200人に対して講師を2人配置する

計画となっている。

中国国内に数十万人いるといわれる構造技術者・耐震実務者の能力向上をプロジェクト終了後も継続的に行っていくために、今般詳細計画策定調査においてカスケーディング方式の人材育成を日本側から提案し、中国側も合意した。本邦研修受講者がコアインストラクターとなり、中間指導者であるインストラクターを養成し、インストラクターが一般の耐震実務者を指導するという仕組みである。インストラクターを何人養成するか、インストラクター養成研修を何回実施するかといった詳細は、プロジェクト開始後に決定される。

表 3-1 中国国内研修 実施計画（詳細計画策定調査前に中国側が作成）

	コース	対象者	実施回数・人数
1	耐震建築の設計・診断・補強	構造技術者	200人×18回=3,600人 (北京開催4割、地方開催6割。地方：瀋陽、上海、広州、成都、昆明、西安、ウルムチ、武漢等)
2	建築基準・制度	行政官	200人×5回=1,000人
3	都市抗震防災計画	行政官	200人×1回=200人
4	歴史建造物の保全保護	関連研究者・修繕技術者	200人×1回=200人
	計		200人×25回=5,000人

(2) 成果と活動

成果 1：本プロジェクトによる耐震建築人材育成方針が中国側により確定される。

指標 1 人材育成方針（カスケーディング方式の教育訓練）と有効性の検証結果

活動 1-1 耐震設計に関する中国の基準及び審査制度、設計・施工・監督監理の現状並びに人材の育成状況等の課題を分析し初期条件を確認し、プロジェクト実施過程においてその効果を検証する。

活動 1-2 本プロジェクトによる耐震建築人材育成方針を確定する。

プロジェクトの最初に、中国における耐震建築設計・施事情及び耐震技術に係る人材育成の現状を調査し、課題を洗い出す。同時に、プロジェクト実働部隊 2 社（標準院、中国建筑設計研究院人材育成センター）の本来業務の内容を再確認したうえで、本プロジェクトにおける 2 社の業務分掌とプロジェクトメンバーそれぞれの役割及び指揮体系を明確にする。次に、本プロジェクトによる耐震建築人材育成方針を確定する。

成果 2：国内研修の幹部講師（コアインストラクター）が、本邦研修で育成される。

指標 2-1 本邦研修修了者人数（150～170 名）及び達成レベル（分野別に定める）

指標 2-2 中国国内研修幹部講師として選定された人数（分野別に定める）

活動 2-1 本邦研修カリキュラム・シラバス・教材を作成する。

活動 2-2 本邦研修対象者選定方法を確定し、対象者を選定する。

活動 2-3 本邦研修を実施する。

活動 2-4 コアインストラクターを選定する。

表 3-2 の本邦研修コースが中国側から要請され、日本側で検討されている。「課題別研修『地震工学コース：12 ヶ月』への参加」と「長期研修員制度を活用した個別課題の研究」以外は、本プロジェクトによって派遣された者のみを対象にした集団研修であり、既存の JICA 研修コースを参考にしつつ新しく企画され、中国語で実施される予定である。受入人数・回数等については、日本国内受入機関のキャパシティ等を踏まえて決定する。

表 3-2 本邦研修 現時点での実施計画

	コース	対象者	実施回数・人数 (日本側で検討する)
1	耐震建築の設計・診断・補強	構造技術者	20 人×3 回=60 人 1 回 2 ヶ月
	課題別研修「地震工学コース：12 ヶ月」への参加	構造技術者	(日本側で検討)
	長期研修員制度を活用した個別課題の研究	構造技術者	(日本側で検討)
2	健全な建築施工を確保するための日本の建築基準・制度	行政官（政府管理者層）	計 60 人で中国側から要望（当初計画は 15 人×2 回=30 人）。 1 回 15 日（中国側の希望上限）～1 ヶ月（日本の類似コースの日数下限）
3	都市抗震防災計画	行政官	20 人×2 回=40 人 1 回 20 日間
4	歴史建造物の保全保護	関連研究者・修繕技術者	10 人×1 回=10 人 1 回 15 日間
	計		150～180 人

本邦研修参加者の選抜方針は以下のとおりである。具体的な人選については中国側と日本人専門家とで協議し、決定することとする。

- ・ 健康であること
- ・ 原則として 50 歳以下であること
- ・ 大学卒業あるいはそれと同等の学歴を有する者
- ・ 建築物の耐震分野において、技術開発、建築設計、監督監理又は建築管理行政に従事していること
- ・ 中級以上の肩書きをもつ者
- ・ 5 年以上の専門経歴をもつ者
- ・ 中国国内研修の実施に際し、インストラクターの育成にかかわること
- ・ 中国国内研修で使用する教材の作成にかかわること

成果 3：国内の講師（インストラクター）向け研修カリキュラム・シラバス・教材が整備される。

指標 3-1 作成されたカリキュラム・シラバス

指標 3-2 作成された教材

活動 3-1 中国国内研修（インストラクター向け及び技術者向け）の詳細な計画を策定し、実施計画書を作成する（実施機関、場所、日程、講師の選定・配置、受講生の募集・選定、修了認定基準等）。

活動 3-2 中国国内研修（インストラクター向け）カリキュラム・シラバスを作成する。

活動 3-3 中国国内研修（インストラクター向け）研修教材を作成する。

成果 4：インストラクターがコアインストラクターによる研修で育成される。

指標 4-1 研修の詳細な計画（実施機関、場所、日程、講師の配置、受講生の募集・選定、修了認定基準）

指標 4-2 研修実績及び修了人数（約 30 名×12 回＝360 名）

活動 4-1 国内研修（インストラクター向け）受講者を選定する。

活動 4-2 コアインストラクターによる国内研修（インストラクター養成研修）を実施する。

活動 4-3 インストラクター養成研修のモニタリング・評価を行い、研修を改善する。

成果 3・4 と関連の活動は、一般耐震実務者向け研修の講師となる中間指導者層「インストラクター」の養成に関連する。成果 3 はカリキュラム・教材作成等、成果 4 はインストラクター養成研修の実施である。

成果 5：中国国内技術者向け研修カリキュラム・シラバス・教材が整備される。

指標 5-1 作成されたカリキュラム・シラバス

指標 5-2 作成された教材

活動 5-1 中国国内研修（技術者向け）カリキュラム・シラバスを作成する。

活動 5-2 中国国内研修（技術者向け）研修教材を作成する。

成果 6：中国国内技術者向けの研修が実施される。

指標 6-1 研修の詳細な計画（実施機関、場所、日程、講師の配置、受講生の募集・選定、修了認定基準）

指標 6-2 研修実績（約 200 名×24 回＝約 4,800 名）

活動 6-1 インストラクターを選定する。

活動 6-2 国内研修（技術者向け）受講者を選定する。

活動 6-3 国内研修（技術者向け）を実施する。

活動 6-4 国内研修（技術者向け）のモニタリング・評価を行い、研修を改善する。

成果 5 と成果 6 は、インストラクター（中間指導者層）による一般耐震実務者の研修に関連する。

成果 7：必要な耐震関連基準改訂が本プロジェクト実施機関により提案される。

指標 7 必要な耐震関連基準改訂が本プロジェクト実施機関により提案された事実とその内容

- 活動 7-1 現在の基準を分析し課題を特定する。
 活動 7-2 基準の改訂案を提案する。

建築物の耐震性向上を進めるためには本プロジェクトでの人材育成に加えて政策・制度面の整備も必要である。政策・制度面は本プロジェクトの実施機関・実働部隊のなかで完結する業務ではないものの、その改善に貢献するため、本プロジェクトにおいて耐震関連基準の改訂案を提出することにした。

(3) 投 入

今次調査における協議の結果、日本側、中国側の本プロジェクト投入（案）は次のとおり合意された。プロジェクト実施に直接的に必要な機材（研修機材等）については、中国側から日本政府に別途要請を出したあと、日本側で検討することになった。

表 3-3 プロジェクトの実施に必要な投入

日本側	中国側
<p>【長期専門家】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ チーフアドバイザー/建築行政 ・ 耐震設計（構造） ・ 業務調整員 <p>短期専門家 中国国内研修カリキュラム・シラバス・教材作成等の支援を目的とするが、具体的な専門分野はプロジェクトの進捗に合わせ、日本側の人材確保の都合を併せて検討する。</p>	<p>【カウンターパート】</p> <p>プロジェクトメンバー7名（付属資料 2 参照）</p>
<p>【機 材】</p> <p>各分野の日本人専門家の技術移転に必要な資機材</p>	<p>【ローカルコスト負担】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト事務所、事務用機器、必要な水道光熱費 ・ 中国国内研修実施に係る運営経費全般 ・ 日本での研修実施に際する一部費用の負担
<p>【プロジェクト実施に必要な経費】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 本邦研修受入れに必要な経費 ・ 日本人専門家の基本的な活動に必要な経費 ・ 中国国内研修実施に必要な経費（研修計画、教材作成等その他研修を円滑に実施するために必要と判断される経費）の一部費用 	<p>【専門家の活動に係る便宜供与】</p>

(4) 上位目標

プロジェクト目標が達成されることによって、本プロジェクト終了後約 3～5 年以内に達成が期待される、より高次の開発目標（上位目標）とその指標は次のとおりである。

上位目標	中国国内、特に耐震対策が緊要と考えられる地方の住宅、学校、病院等の建築物について耐震技術が普及する体制が整備される
指 標	1. 研修修了者による耐震設計、施工、監督監理及び補強が実施された事実及びその件数（アンケート調査を実施） 2. 必要な耐震関連基準が改訂された事実とその内容

中国には「建築耐震設計規範（GB50011-2001）」「建築工事耐震措置分類基準（GB50223-2004）」等が耐震基準として存在するが、十分な耐震性を備えない建築物も地方部を中心に多く存在するといわれている。中国における耐震建築の課題は第2章に詳細が記載されているが、その背景として主に以下の事項が課題として考えられる。

- ・中国においては耐震建築の国家基準が既に策定されているものの、その国家基準に対する技術的理解が不十分なため、適切に実際の設計に反映されていないこと。
- ・耐震設計に係る高度な専門能力を有する構造技術者が不足していること。
- ・適切な設計を適切な施工につなげるための中間検査等の規定、監督監理会社による工事監理体制等の建築規制制度に課題をかかえていること。
- ・地域によって耐震基準の適用に差があること。

本プロジェクトではプロジェクト目標として、上述の課題のなかで構造技術者等耐震実務者の技術レベル向上に焦点をあてている。上位目標の指標として、第一に、研修修了者が実際に耐震設計・施工・監督監理・補強を行ったか、アンケート調査を実施して調べる。第二の指標は政策・制度面に関係する。これは本件実施担当機関・実働部隊で完結する業務ではないが、本プロジェクトでも部分的にはあるが政策・制度の改善に貢献するため、研修コースに行政官対象のものを設け、又耐震基準について改訂案を本プロジェクトで提案することとしている（成果7）。

(5) 外部条件の分析

本プロジェクトの外部条件を表3-4に示す。前節で述べたとおり、外部条件に示した課題に関して部分的ながら本プロジェクトでも対応するために、表の右欄に示した対策をとる。

表3-4 外部条件

外部条件	プロジェクトで対応できる事項
プロジェクト目標から上位目標へ： 耐震技術を普及させるための設計、施工、監督監理に関する制度が中国政府によって改善される。	本プロジェクトの研修対象に耐震建築・防災に係る行政官を含める。同時にプロジェクトの活動として耐震基準の改訂案を提案することとしている。これにより、部分的ではあるが政策・制度面の改善にも本プロジェクトが貢献することを計画している。
成果からプロジェクト目標へ： なし。	

外部条件	プロジェクトで対応できる事項
<p>活動から成果へ：</p> <p>研修受講者の所属先が、研修への協力を継続する。</p>	<p>受講者及び所属先にとって、本プロジェクトの研修参加への意欲が高まるような仕組みを整備する。研修の質を確保することとともに、研修参加によって業務上のメリットが生じるような仕組み（例えば研修修了が設計、施工に参加する条件となるなど）が実現するよう検討する。</p>

(6) 前提条件

プロジェクト実施の前提条件として、以下の2つがあげられる。

- ・ 中国側の中国国内研修実施に係る予算が確保される。
- ・ 中国住宅・都市農村建設部、中国建築設計研究院の連携が維持される。

第4章 プロジェクト実施の妥当性

今般の詳細計画策定調査の結果に基づき評価5項目の観点から評価を行った結果、プロジェクトの総合的な実施の妥当性は高いと判断される。

4-1 妥当性

(1) 中国社会のニーズとの整合性

四川大地震では、中低層の住宅・学校・病院等が多く倒壊し、人命・財産に多大な被害をもたらした。中国の耐震基準（「建築耐震設計基準（GB50011-2001）」「建築物耐震分類基準（GB50223-2004）」等）はかねてから一定程度の水準にあり、都市部の高層建築物のように基準どおりに建設されているものは地震に対して安全といわれている。しかし、地方の一般建築物は、十分な耐震性を備えていないものが多い。地方の一般建築物を扱う技術者の耐震基準への理解が不足しており技術的にも改善の余地があること、監督監理が不十分なために施工に基準が正しく反映されないこと、又、地域の経済状況によって耐震基準の設定が異なることから、都市部と農村部では、耐震基準の規定内容に差があること、建築発注者の視点からは経済的な理由のため耐震設計・工事に対して十分な費用がかけられない場合があること、等がその理由である。

本プロジェクトは、地方の住民が居住・利用する中低層の一般建築物の耐震性を向上させるため、上述の問題点のなかで特に技術者及び関連行政官の耐震技術への理解を深めることを目的としている。また並行して、耐震基準の改善に資するため、基準の改訂案を政府に提案することも活動に含めている。

(2) 中国の開発政策との整合性

四川大地震後、中国では被災地の復旧・復興事業を進めると同時に、この地震の教訓から、一部地域の烈度（想定される震度）を引き上げるとともに、上述の「建築耐震設計基準（GB50011-2001）」及び「建築物耐震分類基準（GB50223-2004）」を見直して、公共性の高い建築物の重要度区分や設計クライテリアの変更等を行った。また、この地震で学校の建物が倒壊し多数の犠牲者が出たことから、全国の小中学校を対象に段階的に耐震安全性能診断を開始している。本プロジェクトは、中国におけるこのような耐震基準・技術の強化の動きに合致している。

また、「中国第11次国民経済・社会発展5ヵ年計画」（2006～2010年）では都市と農村の調和のとれた発展を謳っている。地方の一般建築物の耐震化を進め住民の生命・財産を震災から守ることを究極の目的とした本プロジェクトは、その趣旨に沿ったものである。

(3) わが国の援助方針との整合性

四川大地震後の2008年7月、日本・中国首脳会談にて、日本政府が中国に対し、阪神・淡路大震災の復興経験を踏まえた「1つの全体計画と5つの柱（1. 健康・福祉、2. 社会・文化、3. 産業・雇用、4. 防災、5. まちづくり）」の下で、復興支援に際して具体的な協力をしていくことを確認した。これを踏まえ、JICAの現行「対中国事業展開計画」では「四川省大地震復興支援」を特別課題として設定した。本プロジェクトは上記の5つの柱のうち「ま

ちづくり」に属し、又 JICA の「四川省大地震復興支援」プログラムの 1 案件として実施される。

(4) 日本の比較優位性

わが国は有数の地震国であり、1923 年の関東大震災や 1995 年の阪神淡路大震災をはじめとする数多くの震災を通じて、耐震基準や防災制度等を整備し、技術・ノウハウを蓄積してきた。日本の経験を中国の技術者・行政官に学んでもらうことの意義は大きく、中国側からの期待も大きい。

4-2 有効性

本プロジェクトは、成果 1 のなかで、「耐震人材の育成方針」として作成される、中国国内研修のカリキュラム（学習到達度の設定を含む）に基づき、その他の成果を達成するための活動を実施することになる。よって、プロジェクトの初期段階で人材育成方針を綿密に策定するという成果 1 の達成を条件として、他の成果の達成及びプロジェクト目標の達成を見込むことができる。また、成果 4 や成果 6 における国内研修では、本邦研修の成果が最大限活用されなければならないことから、本邦研修受講者の多数が国内研修のカリキュラム・教材の作成に協力したり、講師として参加したりすることを保証するような仕組みをつくる必要がある。加えて、中国国内研修実施のための人材と予算を十分に確保することも求められる。これらについては、必要に応じ中国側へ働きかけを行う予定である。

中国国内には構造技術者が数十万人いるといわれるが、中国側の計画によると本プロジェクト期間中の国内研修受講者は 5,000 人に限られる。十分な耐震技術を有する技術者層を拡大するためには、プロジェクト終了後も研修を継続し、末端の技術者にまで技術を普及していくことを可能にする仕組みをプロジェクト期間中に整備することが求められる。詳細計画策定調査団は、このため、中国国内研修を 2 段階構成のカスケーディング方式にすることを提案した。すなわち、本邦研修参加者で主に構成される「コアインストラクター」が中間指導者となる「インストラクター」を指導し、「インストラクター」が一般技術者対象の研修講師を務める計画である。この方法が効果的であるかどうかの検証も、プロジェクト初期段階における人材育成方針策定時行う必要がある。

4-3 効率性

効率性は、投入がどの程度成果に結びついたか、すなわち、成果の達成状況（見込み）と投入の適否（質・量・タイミング）の比較で判断する。指標（実績値・目標地の設定を含む）については、成果 1 の活動において整理する予定である。

本件の効率性に貢献する要素として、実働部隊となる標準院及び中国建築設計研究院人材育成センターが、既存の業務として研修事業を行っていることがあげられる。特に中国建築設計研究院人材育成センターは、地方での研修アレンジを含めて研修実施のノウハウを蓄積しており、本プロジェクトで中国国内研修を実施するにあたってそのノウハウが利用できる。

本プロジェクトにおける日本側の主たる投入は、インストラクターを養成するための大規模な本邦研修（約 150～170 名が、10 日間から 2 ヶ月間日本に派遣される計画）及び 2 名の長期専門家、1 名の業務調整員となっており、その成果が中国国内研修に効率的に活用されることが重要

である。よってプロジェクトの初期の段階において、人材育成方針や中国国内研修の詳細な実施計画を策定し、中国側の投入の占める割合の大きい国内研修の実施準備を適切に進めることが極めて重要である

4-4 インパクト

上位目標は、本プロジェクトで対象としている「技術者・行政官の能力向上」のほかに、耐震基準の改訂や、耐震基準が実際の施工に反映される中間検査等の規定、監督監理会社による工事監理体制等の制度が整備されることを条件として、達成される見込みである。

本プロジェクトにおいては、関連の行政官も本件の研修受講者に含んでいることと、プロジェクトの活動として耐震基準の改訂案提案を行う計画であることから、部分的にはあるが上位目標の達成に寄与することをめざしており、インパクト発現の見込みは十分にあると考える。

4-5 自立発展性

以下の理由から、本案件の自立発展性の見込みは十分にあると判断する。

(1) 政策面

上記「妥当性」の項で述べたとおり、四川大地震後、中国では耐震基準の一部見直しや小中学校の耐震安全性能診断を行う等、建築物の耐震性向上をめざした動きが活発になっている。この傾向は今後も維持されると思われる。

(2) 技術面

構造技術者に関し、中国では既に一定レベルの耐震技術を有しているが、地方の一般建築物を扱う技術者のレベルは十分でなく、中国国内のリソースだけでは適切な技術移転・能力強化を迅速に実施できる状況にないため、本プロジェクトでは、本邦研修を受講するコアインストラクターが、係る技術者を養成するインストラクターを養成していく。本邦研修の対象者（コアインストラクター）及び中国国内研修講師（インストラクター）となる者は、既に一定程度の知識・技術を有していることを前提に選定されるため、本邦研修の内容を理解し、その成果を中国国内研修の実施にあたり将来にわたって活用できる素地があるものと思われる。また、中国における建築基準や制度の改善へ向けて、行政官を対象とした本邦研修を実施する予定であるが、本邦研修で対象とする者は、中央及び各省の制度設計を実際に手がける比較的上層部の行政官を対象としていることから、制度改善の実現に向けての素地の形成に寄与すると考えられる。

(3) 組織面・財政面

本プロジェクトは、建設部が実施責任者となり、中国建設設計研究員が実施担当者となっている。中国建設設計研究員は更に、その下部組織である標準院及び中国建築設計研究院人材育成センターの2者を実施部隊として任命した。この2者の協力関係・役割分担を確立することが、本プロジェクトの実施体制及び、プロジェクト終了後の研修の実施体制を考えるうえで重要である。中国建築設計研究院人材育成センターは、以前のJICAプロジェクト「中国住宅新技術研究・人材育成センタープロジェクト」（1995年9月～2000年8月）で設立され、その後も建築技術者対象の研修事業を継続して行っていることから、研修実施の経験・

ノウハウを蓄積している。

財政的には、上記2社の既存の研修事業は受講者の所属先が研修費を負担して成り立っている。本プロジェクト実施中の中国国内研修費用は原則中国側が負担するものとしており（日本側は、教材作成費用等一部を負担）、プロジェクト終了後に研修を継続していく場合も従来どおり受講者の所属先が研修費用を支払うことで財政的には成り立つと思われる。また、本プロジェクトで作成した研修コースの価値が業界内で認められれば、受講希望者が増え、研修実施機関のビジネスとして成立する。したがって、研修の質を確保すること、技術者・行政官にとって研修受講が業務上メリットとなり受講意欲が高まるような仕組みを検討すること（例として、研修修了が設計・施工への参加条件あるいは研修事業の広報等）、プロジェクト期間中から取り組む必要があり、これは成果1（人材育成方針策定）の活動のなかで行う。

4-6 結 論

上述のとおり、プロジェクトの総合的な実施妥当性は高い。有効性を確保するための留意点として、プロジェクトの初期段階で人材育成方針を綿密に策定し、中国国内研修で期待する学習到達度を明確にして、効果的な国内研修の実施計画を作成することと、本邦研修の成果が国内研修で最大限活用されるような仕組みをつくることが重要である。また、本プロジェクトの終了後も継続して耐震技術を有する実務者層を拡大していくためには、今次調査で日本側が提案したカスケディング方式の人材育成の有効性を検証しつつプロジェクトを実施していくことと、業界内で研修の価値が認められ研修受講への意欲が刺激されるような取り組みを行うこと、プロジェクト終了後の研修実施体制を見据え関係機関の業務分掌をプロジェクト実施中から注意して検討することが必要である。

第5章 結論と提言

前述のとおり、プロジェクト初期の段階において、中国における建築事情の実態を把握したうえで本プロジェクトの人材育成方針を先方実施機関と綿密に議論し、確定していくことが極めて重要である。

そのため、プロジェクト開始初年度において、第2章で記述した建築事情に関する情報を更に具体的、詳細に把握すべく、建築事情調査を実施することとする。

今回の調査の結果得られた建築及び耐震設計に係る課題に関する提言を、(1)耐震設計、診断・補強、(2)設計・施工体制、(3)政策、(4)耐震基準に分けて記載し、建築事情調査へ向けた留意点と調査項目を最後に記載する。

5-1 耐震設計、診断・補強に関する提言

(1) 耐震技術・耐震設計と理解

耐震設計の実務を担う地方の構造技術者に対して、耐震技術・耐震設計の学習と理解を推進するために、以下の2つが必要である。

- 1) 建築物の耐震技術の理論や実験に関して以下の内容等について基礎的学習を行い、理解を深めること。具体的には部材の強度と靱性、骨組と耐力壁の弾塑性挙動、エネルギー吸収、復元力特性と弾塑性地震応答、地震動と地震被害等。
- 2) さらに耐震設計の実務に関して、構造計画、強度志向と靱性志向設計、崩壊メカニズムと保有耐力設計、柱のせん断設計、靱性に影響する要因と必要設計耐力等の理解を深めること。

(2) 構造計算書の作成

構造計算書の作成に関して、構造計算プログラムを利用する場合のチェックリストを作成・利用し、第三者の専門家が見て構造計算の内容が容易に理解できるように作成することを提言する。これは耐震設計を担当した構造技術者自身が設計内容を整理するためにも効果的と思われる。

(3) 構造設計図面の作成

構造設計図面は内容がそのまま構造体の施工に反映される重要な設計図書である。設計院による構造設計図、特に施工図設計の配筋詳細図等の内容が、施工会社による鉄筋加工図に適切に引き継がれて作成されているのかどうか、具体的課題についての把握のため、特に地方の建築物を主対象にした調査が必要である。

(4) 耐震診断・補強手法

日本の鉄筋コンクリート（RC）造診断基準を用いた中国のRC造建築物の診断・補強検出を提案する。同基準は診断手法、特に靱性についての定量的評価方法が優れており、被災した建築物の構造耐震指標値と被災度等のデータが充実している。ただし、中国の建築物へ適用する場合は、床がプレキャスト造で面内剛性・強度が十分でない場合の評価、地震烈度が例えば6、7あるいは8の地域の場合に耐震判定指標値をどのようにするか等、を含めて日本

基準の適用性について検討を加える必要がある。

5-2 設計・施工体制に関する提言

(1) 施工品質と施工体制

建築物の施工段階での品質を確保するために、施工プロセスでの中間検査等の規定・手順を明確にし、確実な実施が必要である。このため、施工段階での品質管理上の課題について、耐震基準の適用・遵守を含めて地方の建築物を主対象にした調査が必要と思われる。

(2) 工事監理契約と体制

地方の監督監理会社による工事監理の実態についての把握が必要である。

例えば日本では建築士事務所が工事監理受託契約を建築主と締結する際には書面で、工事と設計図書の照合の方法（立ち会い検査、抜き取り検査など）、工事監理の実施の状況に関する報告の時期・方法（中間検査時や工事監理終了時などの時期、工事監理報告書による報告などの方法）について具体的に記載することになっており、これら日本の実施方法と比較したうえで改善策を検討することも有効である。

5-3 政策に関する提言

(1) 地方の建築物の耐震対策

郷・鎮を含む地方において、民間の建築物を中心とした耐震技術の普及、対策が必要である。施工図設計の審査機関の担当者の耐震技術レベルの理解向上、第三者機関を入れた中間検査の確実な実施等の規制・規定が求められる。設計及び施工品質を担保するために、法令違反の場合の罰則規定の厳格な適用も求められる。関係する地方の行政官の耐震意識の向上も必要である。

(2) 地方の既存建築物の耐震対策

民間住宅を含む既存建築物の耐震改修促進のための法整備を提言する。例えば、日本の耐震改修促進法（1995年阪神淡路大震災後に制定）が参考になる。この法律は、建築物の耐震改修の一層の促進を図り、減災目標の達成、住宅の耐震化率の目標実現をめざしている。

耐震改修促進の3本柱：

- ・ 計画的な耐震化を促進する
中央政府による基本方針、地方政府による耐震改修計画
- ・ 建築物の所有者等に対する指導等を強化する
- ・ 耐震化の支援制度（種々の補助、税制面からの支援等）を充実する

(3) 農村部の建築物の耐震対策

農村部の建築物には耐震基準・地震烈度が適用されていない。住民の費用負担が大きくなならない適切な耐震性向上策の提案が求められる。今回、農村が建設部の対象に含まれるようになったことから耐震性向上に関する何らかの対策が取られることが期待される。中長期的には農村部の建築物にも耐震基準・地震烈度が適用されるようになることが望まれる。

5-4 耐震基準に関する提言

新築建築物の耐震性のバラツキを減らすために、①鉄筋コンクリート（RC）柱梁部材の靱性評価（部材の細長さ、主筋比、崩壊メカニズム時の軸力比とせん断応力度比等）、②RC耐力壁の破壊形式と負担率に応じた設計用せん断力係数を採用することが必要である。また、当面の措置として、①耐力壁と骨組みが併用される場合、耐力壁の剛性低下率を評価して応力解析を行う等、耐力壁の負担率に上限を設ける、あるいは柱梁骨組部分の負担率の下限を設けるか設計せん断力の割り増しを行うこと、②部材の靱性を確保できるよう、仕様の細部規定（柱のせん断補強、軸力比制限、主筋比制限等）を作成し適用することなどを改訂案として提言する。

5-5 建築事情調査の留意点と調査項目

建築事情調査では、関係機関からの聞き取り調査によって建築物の耐震設計に係る基礎的情報（建築物設計・施工体制、建築資格・建築許可制度、監督官庁、耐震設計に係る国家基準、地震烈度と設計用層せん断力係数、免・制震構造の普及状況、耐震設計上の課題等）を得た。都市部の建築物は比較的健全な建築物が多いと見られる。地方の建築物は経済的理由もあり都市部と比べると地震時脆弱性が高いとみられる。本プロジェクトで対象となっている耐震対策の優先度が高い地方の、集合住宅を含む住宅・学校・病院等の設計・施工の実情については、更に調査を進める必要がある。

プロジェクト開始後の実態調査の内容は「中国の耐震建築に係る社会的要求の実態調査」である。

調査は地震烈度が7あるいは8程度の地方の建築物（集合住宅を含む住宅・学校・病院等）を主対象に調査する。

主な調査項目

- ・ 建築物の耐震設計の状況
- ・ 既存建築物の診断・補強の状況
- ・ 新築建築物の施工プロセスの状況
- ・ 施工図設計の審査機関の審査内容
- ・ 監督官庁、行政機関の体制、取り組み、工事中の検査内容、罰則適用
- ・ 監督監理会社の契約内容、監理体制、品質管理上の取り組み
- ・ 施工会社の契約内容、品質管理上の取り組み、検査体制、瑕疵への対応

建築物の設計図書の収集

- ・ 既存及び新築建築物の構造図面、構造計算書等の設計図書