

2. 調査研究成果の概要と今後への提案

各部会ごとの調査研究成果の概要と提案を以下に述べる。

2.1 設計技術検討部会

設計技術検討部会では、まず耐震基準等基本問題検討会議がとりまとめた「第二次提言」を設計実務に適用する場合の手法と課題の整理を、構造種別と入力地震動からなる六つのワーキンググループを設けて行った。次に、設計業務に関わる民間162社を対象にアンケートを行い、耐震設計の高度化、「第二次提言」の内容を受けた耐震設計基準類の改訂に対する民間企業の対応状況を調査した。また、ヒアリング形式の調査により、耐震設計基準類の改訂動向も調査した。これらの調査と、フォーラム「大震災の教訓を活かすために」（平成9年1月22日東京会場、平成9年2月13日大阪会場で実施）における議論を参考にし、耐震設計の高度化に備える施策の検討を行った。成果の概要は以下のとおりである。

(1) 「第二次提言」を設計実務に反映させるための手法と課題

入力地震動および各種構造物（橋・高架、地下鉄・共同溝等地中構造物、河川構造物、港湾構造物、土構造物）の耐震設計を対象に、「第二次提言」の内容に関連する最近の研究成果と解析方法を調査し、それらを設計実務に反映させるうえでの手法と課題を整理した。

1) 入力地震動

- ①設計実務に携わる技術者の観点から、現行基準や兵庫県南部地震以降に導入された暫定的なレベル2地震動設定法と断層震源モデルを適用した地震動の予測技術の現状をそれぞれ整理した（詳細は本編参照）。
- ②内陸活断層タイプの直下型地震を設計に適用する意義を次の様に整理した。
 - a. その地域に脅威となる活断層を特定することにより、建設地点での地震動が精度よく推定できれば、損傷過程を考慮した設計手法を用いて耐震性に富む構造物の建設が可能となる。
 - b. 活断層を特定することにより活断層から離れた場所では相対的に小さなレベル2地震動が設定される。限られた公共財源のもとで耐震性に富む社会基盤を合理的に整備していくうえで有用である。
- ③今後の課題を以下の様に整理した。
 - a. 活断層を我国のどの地域でも同定できるようにするためには合理的で計画的な調査の推進と結果の一元的な管理・公開システムの整備が必要である。科学技術庁、文部省、建設省、通産省などの省庁や地方公共団体などが一体となった推進が望まれる。
 - b. 活断層の位置や広がり等が同定できたとしても、建設地点における地震動の予測に必要なパラメータを全て同定するのは現時点では困難である。活断層タイプの地震動の予測は

種々の不確定性を含むので、設計への具体的な反映に当たっては地震学の専門家と十分な討議を重ねた上で工学的判断を行う必要がある。土木学会は日本建築学会などの関係学会と協力してそのガイドラインを示すべきである。

- c. 稀にしか発生しない内陸活断層による直下型地震に対して構造物に要求する耐震性能、すなわち地震防災対策の水準については、公共投資の大枠とも関連するので、既設構造物の耐震補強も含めて社会的な合意形成を図る必要がある。この点についても土木学会は具体的な方法論を検討し、提案していく必要がある。

2) レベル2地震動に対する各種構造物の設計法

①設計法の課題を整理し、実務における留意事項と対応を提案した（詳細は本編参照）。

- a. 橋梁構造物については、構成する各種要素の耐震設計の基本的な考え方と課題を整理した。また、橋梁システムとしての地震時挙動の的確な予測・評価の重要性を指摘した。さらに、非線型動的解析の適用に当たっての留意事項を具体的に解説し課題を整理した。
- b. 河川構造物については、特に、堰、水門や樋門等のような一自由度系の振動モデルを設定することが適切でないものや構造物と堤体との相互作用を考慮する必要があるものについては、動的解析を含めて耐震設計に適用する手法・条件の選択に十分な注意が必要であることを指摘した。
- c. 地中構造物については地盤の液状化の際の流動に対する具体的な設計フローを提示した。また、断層を横切って建設する場合の対処方法の事例調査や既往の地震の際に断層運動が地表に現れた場合のずれ量を示し、断層の存在を考慮した場合の設計の考え方を提案した。
- d. 港湾構造物については、損傷過程に立入った設計法を確立するためには周辺地盤との相互作用を適切に考慮した手法が必要であることを示した。合理的に耐震性を付与するためには、施設の機能別分類に応じた重要度の設定が必要であり、各重要度と整合させた許容損傷程度の提案を一覧表にとりまとめた。
- e. 地盤および土構造物については、「第二次提言」の趣旨に沿った耐震設計の目標を提案するとともに、レベル2地震動を考慮した土構造物の耐震設計に加えて、液状化の判定とその対策の検討ならびに地盤の流動の予測と評価を含めた一連の設計作業の実施手順をフローチャートとして提案した。

②今後の課題を以下の様に整理した。

- a. 鉄筋コンクリートや鋼構造部材については、地震のような繰り返し交番載荷状態での非線型挙動に関する研究が近年目覚しく進んでおり、それらで構成される橋梁や高架構造物に対する部材の損傷過程に踏み込んだ設計は、一応可能と考えられる。しかし、合理的な設計体系の確立には、なお一層の実験・研究が必要である。
- b. 周辺地盤の地震時の挙動がその損傷の程度や進行に密接に関わる基礎構造物、地中構造物、港湾構造物、堤防や盛土のような構造物については、レベル2地震動に対する一般的な設計手法がまだ確立されていない。したがって、地盤や基礎を含む構造物全体系の損傷過程に立ち入った耐震性能の具体的な照査手法を急ぎ整備する必要がある。液状化に伴う地盤

の側方流動については設計法が整備されつつあるが、阪神・淡路大震災の被害によるキャリブレーションを拠にしたものが多い。既往の内外の事例のレビューも含めた一層の調査研究が望まれる。

- c. 土木構造物の用途、機能に応じた重要度や補強優先度を合理的かつ実務的に設定する手法を開発する必要がある。

(2) 耐震設計の高度化への対応状況

1) 耐震設計基準類の改訂動向

ヒアリングと関連資料の収集により調査した。

- ①道路橋については平成8年12月および平成9年1月に各種設計手法の基準を取りまとめた「道路橋示方書・同解説」が改訂された。その中で、平成2年の改訂で鉄筋コンクリート造の単柱橋脚に対して採用されていたレベル2地震動に対する保有水平耐力設計が、鋼製橋脚や鉄筋コンクリート造のラーメン橋脚、各種基礎構造にも適用されることになった。この他、免震設計、レベル2地震動に対する液状化の判定法の新たな提案、液状化による地盤流動の基礎への影響の考え方、及び非線形動的解析の適用が明確にされたことなどが特徴である。
- ②道路橋以外の施設の耐震設計基準類の多くも、平成8年度末あるいは平成9年度中に改訂が行われることとなっている。対象とする施設によっては、安全性の照査基準の考え方や地震荷重の評価方法に相違が見られるが、基本的には「第二次提言」の内容を受けて二段階の地震動の強さを考慮したものになる方向である。

2) 設計業務に携わる民間企業の対応

アンケートに対し民間企業128社から回答を得た。高度化への対応状況は次のように要約される。

- ①これまでの関連技術の蓄積と保有ポテンシャルのみで耐震設計の高度化に対処しようと考えている企業は十社未満と少ない。しかし、多くの企業が自助努力で技術力の向上に取り組み始めており、早い時点で実務的に必要とされる最低限の水準は達成されると考えられる。
- ②従来、動的解析の経験があまりなかった企業においても、社内研修会、解析ソフトの購入や開発などの自助努力を積極的に進めているところが多い。
- ③自助努力を進める上で、系統的な教育・研修の機会の創設を土木学会に強く望んでいる。

(3) 今後への提案

自然の脅威は推し量ることが困難である。設計技術者は自然に素直に対峙し、阪神・淡路大震災を含む既往の内外の地震災害の状況を十分に把握し、耐震設計が地震という現代の科学を以ってしても解明できない複雑な自然現象を対象に行う工学技術であることを常に認識してその業務に取り組まなければならない。そして、地震動が設計時の予測を超えることも想定し、社会的・経済的制約の中で如何に当該構造物の耐震性能を満たしていくかに意を尽すこと、さらには予期し難い地震動に対する耐震設計の限界、安全性の追求の限界について広く社会的合意を得る努力を行うこと

も設計技術者に課せられた使命と考える。具体の設計においては、単純に設計基準の規定通りに構造物を設計するのではなく、耐震設計という行為が、地震動、地盤や構造使用材料の特性、そして構造物のモデル化にそれぞれ不確実性を有する状態での工学的意思決定問題である、との認識をもって当たることが重要である。

そして、これらを形而上の問題にとどめず現実の対応に実を結ばせるためには、設計実務者の意識改革と技術力向上への努力に合わせて、それらを支える社会システムの改革が車の両輪のように推進されなければならない。

以下に、具体の提案を示す。

1) 技術者個人の役割

- ①阪神・淡路大震災のみならず内外の既往の地震被害の状況をよく把握し、専門家としてふさわしい知識や技術の修得に努め、専門技術者の立場から「第二次提言」を理解し、耐震設計のあるべき姿について見識を持って総合判断を下す能力を身につけるよう自己研鑽を進めるべきである。中堅技術者にあっては耐震構造計画の重要性を認識し、業務の遂行に当たってはその具体の実践に努めるほか、積極的なリーダーシップを発揮することが必要である。
- ②また、耐震設計基準類を改訂の経緯・理由にまで立ち入って理解し、解釈・運用を弾力的かつ適正に行うことに留意する。若手技術者に対しても耐震設計の重要性をアピールし積極的な教育・指導を行わねばならない。
- ③大地震直後にあっては、技術者個人が居住地周辺の構造物の被災状況報告などの協力活動を行うことも考えられる。そのような場合を想定した民間技術者協力支援システムの整備を施設管理者や自治体との間で具体的に進めておくことが望ましい。ちなみに、(社)建設コンサルタンツ協会では阪神・淡路大震災の際の対応を踏まえて「災害時行動計画（平成8年5月）」を定めており、参考になるものと思われる。

2) レベル2地震動に対する設計法の開発と普及

- ①従来から重要なプロジェクトではレベル2地震動を設定し高度な解析手法を駆使した耐震設計が行われている。それと同等の耐震設計を一般の設計実務で実施するためには、損傷過程を含む実現象を簡便に近似できる解析手法の開発、設計体系の整備、設計データの蓄積を精力的に進める必要がある。そのためには、土木学会等が中心となり、大学、官庁、公益および民間企業の経験豊かな研究者および設計技術者の英知を集めた国家的プロジェクトとして取り組むことが望まれる。
- ②これらの成果は設計実務に携わる技術者にも理解しやすいようにできるだけわかりやすく公開すべきである。
- ③また、設計技術者はレベル2地震動に対する設計法の普及を図るため、これらの成果を積極的に吸収して自らの研鑽に努めるとともに、後進の指導、育成に鋭意取り組む必要がある。発注者側にあっても技術職員に対する系統的な研修に組み入れることが望まれる。

3) 地震防災に対する適正な投資水準に関する社会的合意形成への努力

限られた財源で耐震設計および耐震補強を合理的・効率的に推進するために、また、地域防災計

画を実効的なものとするために、地震防災に対する適正な投資水準に関する社会的合意形成を図ることが急務の課題である。このため、様々な構造物の重要度や補強優先度を合理的に設定する方法論についても広く眼を向け、土木学会が主体となって積極的な検討を行い、具体的な方策を提示すべきと考えられる。

4) 地震工学の教育機会の充実

耐震設計の高度化に対応できる技術者を質・量の両面から充実するためには、設計実務者の技術力向上が不可欠である。土木学会は、耐震設計と動的解析を平易に解説した実務書の刊行および研修セミナー・講習会などの継続的な開催を企画・実践すべきである。大学等は振動学や地震工学などの教育機会を増すべきである。

5) 技術士試験制度の改善

高度化する耐震設計技術や地震防災技術に取り組む技術者にインセンティブを付与し、その技術力を認定する上で、技術士制度の果たす役割はきわめて大きい。技術士試験の建設部門の選択科目に、耐震および地震防災に関わる分野を加えることが望まれる。土木学会では日本建築学会と協力するとともに土木事業に関わる関係諸官庁や関連業界団体と連携して、技術士制度を所掌する科学技術庁にその旨要望されたい^{*)}。

6) 設計業務の発注方式と設計品質の改善

①高度化する耐震設計に円滑に対処するためには、構造物設計における計画・設計の当初の段階から耐震構造計画検討を取込む発注方式とすることが必要である。また、技術士資格等の適正な運用による技術力の評価をより積極的に行うなど、技術力の適正な評価と担当予定技術者の実績・能力評価に重点を置いたプロポーザル方式の積極的採用が望まれる。さらに、受託者側への知的所有権等の付与、耐震設計の高度化に応じた報酬制度の見直し等々、これまでの発注や契約方式に関わる改革・改善に積極的に取り組むことが必要と考えられる。

②設計品質向上のためのレビュー・チェックシステムの一層の整備、耐震構造計画の重要性を念頭に置いた技術者の合理的な育成方式の採用、OA化の進捗により若手技術者が技術の空洞化、形骸化に陥らないような生産システム面の改善が必要である。

以上の提案と具体の実施に関わる機関・団体等との関係を次表に示す。

*1 当委員会と耐震工学委員会の提案を受けて、土木学会は科学技術庁に平成9年3月28日要請を行った。

設計技術検討部会からの提案と関連する機関、団体等

◎：中心となって実施すべき機関

○：支援・補間すべき機関

	① 土木学会	② 大学等 研究教育 機関	行政		民間企業			⑧ 技術者 個人
			③ 国・公団	④ 地方公共 団体	⑤ 公益 事業体	⑥ 建設 コンサル tant	⑦ 建設会社 (設計部 門)	
(1) 技術者個人の役割								
① 総合判断能力を高める自己研鑽、耐震構造計画の重視と具体の実践、リーダーシップ								◎
② 耐震設計基準類の理解と適切な運用、次世代の教育、指導						○	○	◎
③ 大地震直後の支援活動			◎ 制度化	○	○	○ 協会	○ 協会	◎
(2) レベル 2 地震に対する設計法の開発と普及								
① 設計手法の開発、設計体系の整備、設計データの蓄積など	◎	○	◎	○	○	○	○	
② 実務に携わる技術者にも理解が容易な研究成果の公開	○	◎						
③ 発注機関の技術職員の系統的な教育、研修			◎	◎	◎			
(3) 地震防災投資の適正な投資水準に関する社会的合意形成	◎	○	○	○	○			
(4) 地震工学の教育機会の充実	○	◎						
(5) 技術士試験制度の改善			◎*1					
(6) 設計業務の発注方式と設計品質の改善								
③ 発注方式の改善方策の検討と実践			◎	◎	◎			
③ 設計品質の改善のためのレビューシステムの充実 耐震構造計画に対応できる技術者の系統的な育成						◎	◎	

⑦建設会社には橋梁、鋼管、鋼材メーカーを含む

*1: 当委員会と耐震工学委員会の提案を受けて土木学会から科学技術庁に申し入れが行なわれた (H9年3月28日)

2.2 施工技術検討部会

施工技術検討部会は、大震災の教訓を活かすために、まず、復旧工事の実状と課題を調査する目的で対象構造物を3つのグループに分類し、次のワーキンググループ（WG）を設けた。

- ①橋梁及び基礎のWG
- ②地盤及び土構造物のWG
- ③地中構造物及びライフラインのWG

そして、実際の復旧工事で苦労を経験した所長クラスの技術者から生の声を聞くため、各WGごとに代表的な復旧工事作業所を5件ずつ、計15件を選出し、ヒアリングを実施した。さらに、定量的な結論を得るために、これらのヒアリングで得られた事実や課題をキーワードとしたアンケート調査表を作成し、土木学会・土木施工研究委員会の協力を得て、同委員会に参加する28社に配布した。回収時期は平成8年10月で、27社から回答が得られ、回答現場数は166件であった。一方、新耐震基準による補強工事と新規工事について、その実状と課題に対する検討を加えた。フォーラム「大震災の教訓を活かすために」（平成9年1月22日東京会場、平成9年2月13日大阪会場で実施）での質疑についても整理、分析を行った。

成果の概要は以下の通りである。

(1) 復旧工事の実状と課題

今回の復旧工事に関わってきた者は、産官学の別なく未だかつて経験したことのない貴重な体験をすることが出来た。アンケートに回答した27社の施工業者だけでも、3ヶ月の間に延べ101,500人ももの職員を全国から動員し現地で昼夜を徹した復旧工事に当たっている。そして、発注者と施工業者は、我が国の有する経済力、高度な技術力そしてこれまで以上の強い連帯感、使命感の下で、極めて厳しい施工環境の中にもありながらも二次災害の発生もなく復旧工事をやり遂げることが出来た。その結果、例えば交通を始めインフラ施設についても、計画よりも短期間内に供用することが可能となり、一般市民からの信頼回復に大いに貢献したものと考えられる。

しかし一方、こうした復旧工事を進めていく上で多くの問題点も発生し、また将来対応すべき課題を残すことにもなった。以下、これら復旧工事の実状と課題について報告する。

1) 資機材の調達

資機材は全国からの調達が可能であり、絶対数の不足は無かったものの、初期には各社が競って見込みで発注したため、一時的に品不足が生じた。早期に数量を把握し、早期に発注することが大切である。

最大の問題点は、交通渋滞で時間通りに搬入できないことであり、専用の運搬路か仮置き場所を確保できるかどうか早期復旧のカギであった。復旧工事のための資機材運搬用の道路を確保するために、警察庁と道路管理者の協力による何らかの方策が望まれた。

2) 人材の調達

職員、作業員等の人材は、全国から集めることができたため、数のうえでは不足はなかった。しかし、施工経験者不足、特殊技能を有する作業員不足、世話役不足、地元への不慣れなどから、作業能率が低下した。また、通勤時間のロスも大きな問題であった。できるだけ現場へのアクセスが便利な場所に早急に宿舍、食事、衛生施設を確保するように努めたが、これらの実体を発注者が認識し、事後に正しく評価することが大切である。

3) 安全面の管理

工程を優先するあまり余震対策を含めて安全管理に十分な配慮ができなかったのが実状である。しかし、自分の身は自分で守るという本来の安全意識が大きく働き、作業環境が悪かったわりには労働災害が少なかったようである。劣悪な作業環境の中での昼夜作業を極力減らす工夫も見られたが、緊急時の安全管理のあり方を考え直すことも大切である。

4) 情報の収集と伝達

情報の伝達手段としては、携帯電話、ファックスが重宝であった。しかし、震災直後は電話がかかりにくいため将来的には全国規模の緊急時の専用情報網の整備が望まれる。情報収集で困ったことは、被害構造物の図面が残っていないことである。今後は構造物の図面管理を一元化して情報公開できる体制づくりが必要である。

5) 発注者との折衝

発注者側の方針の明確な打ち出し、反応の迅速さ、指示の適切さが復旧工事の進捗を大きく左右した。多くの受注者が、復旧工事を迅速に進めるための種々の提案や指示に対し適切な行動をとることに多大な努力をした。

6) 復旧方法の立案、変更の経緯

緊急対応および応急復旧方法の立案は概ね発注者で行われていたが、実際の施工に際しては、調達できる資機材に制約があるために設計変更を必要とする場合が多々発生した。また、設計図面がないままに施工する場合もあったようで、設計から施工までがスムーズに流れる体制づくりが必要である。

7) 工期、労働時間

震災直後から2ヶ月程度は昼夜交代で作業した現場が多かった。工期については多くの工事で期限内に完了したが、関連工事との調整が取れていなくて結果的に効率的な工程とはならない場合が多く見られた。しかし、建設会社の施工部門と研究・設計部門が即時・即応の対応で応急復旧工事に遅滞がないよう多大な努力をした。

8) 廃棄物処理

神戸地区は廃棄物処分場に関して恵まれた立地であり、処分場の確保に特に支障はなかったが、今回の経験をそのまま他地域に適用することはできない。地域防災計画の上で予め廃棄物の処分場や仮置場を設定しておかなければならない。

9) 周辺環境

被災地の道路事情の悪さから側道などの工事用道路の確保が早期復旧の最大の要点となった。応急復旧工事当初は周辺住民も協力的であったが、本復旧工事が進むにつれて苦情が出てきた。隣接工区との協力体制、施工空間の確保、周辺住民の協力なども早期復旧に欠かせない要因である。

10) 最終工事費

震災直後の緊急対応および応急復旧工事については事後清算となった場合が多かったため、発注者に実際にかかった単価を示し精算することができたが、本復旧工事については通常時の単価で発注された場合が多かった。工事費の清算方法を含めた緊急時の発注方式と資機材や労務費が高騰する実状を踏まえた復旧工事用積算体系を整備する必要がある。

(2) 復旧工事に関する今後の対応

3つのWGは、それぞれヒヤリングとアンケートの結果にもとづいて今後の対応をとりまとめた。それぞれのWGによりとりまとめの内容は若干異なるものの、以下の諸点に要約される。

1) 既設建造物の情報整備

既設建造物の設計図書・図面を一元化して保存し、即時に閲覧できるシステムを整備する。

2) 施工技術等の整備

- ① 建造物の損傷度を調査できる技術の確立と、非破壊調査機器の開発を促進する。
- ② 被災度の情報を即時に収集できるような被害予測や被害診断システムを構築する。
- ③ 緊急対応、応急復旧および本復旧工事の施工マニュアルを整備する。
- ④ コンクリート建造物の安全かつ経済的な解体技術の開発とマニュアル整備を促進する。

3) 積算・発注方式の整備

- ① 2次災害への安全配慮や廃棄物処理の立地条件を考慮した緊急対応および応急復旧工事用の積算基準を整備する。
- ② 資機材、労務費の高騰を考慮した本復旧工事の積算基準を整備する。
- ③ 事後清算を想定した発注および清算システムを整備する。
- ④ 設計前の早期発注システムを整備する。
- ⑤ 設計と施工を一括発注する、あるいは地区別に一括発注するシステムを構築する。

4) 非常時体制の整備

- ① 発注者側の現地担当技術者への権限委譲と、担当部の一元化などの早期復旧体制を整備する。
- ② 被災地以外における工事延伸を考慮した全国レベルの早期復旧支援システムを整備する。
- ③ 発注者の横の連携による全国レベルでの資機材の早期供給体制を整備する。
- ④ 緊急時における専用回線など情報ネットワークシステムを整備する。

5) 復旧工事用運搬経路の確保

復旧工事の観点から、早期復旧のための資機材運搬用の道路を確保する必要がある。警察庁と

道路管理者との協力により緊急時の危機管理システムを整備する。

(3) 耐震補強・新規工事の課題と今後の対応

第二次提言等を受けて改訂が進められている多くの耐震設計基準類においてレベル2地震動が採用され、構造部材が降伏した後の破壊に至る過程においても粘り強さが要求される方向にある。高密度で複雑な配筋、高強度を目標とした地盤改良、可撓性継ぎ手の多用などが品質のバラツキ、施工の遅延、コストアップ等につながらないよう、設計の意図をよく理解した施工技術の開発が必要である。

(4) 今後への提案

我々、社会基盤施設の施工に携わる土木技術者は、今回の阪神・淡路大震災を教訓として、何時、どこで地震災害が発生しても、早急に社会基盤施設を復旧することが出来るように事前に十分な準備をしておかなければならない。また、これから耐震補強・新規工事をする社会基盤施設については耐震施工技術の開発を進めなければならない。

1) 即応体制の整備

施工に携わる土木技術者は、地震発生後速やかに復旧体制がとれるように、予め非常時の体制を検討し整備しておかなければならない。

2) 既設構造物のデータベース化

既存構造物の設計・施工情報と補強・補修情報のデータベース化を急ぎ推進し、容易に検索できるようにしておく必要がある。

3) 復旧関連技術の開発とマニュアル化

損傷度調査技術、被災度判定技術、解体技術、耐震補強技術、等の開発を進めるとともに、そのマニュアル化を進めておくべきである。

4) 輻輳業務調整システムの整備

復旧工事の現場では運搬路、資機材、通信等が輻輳する。施工業者、ライフライン管理者、地方自治体、国レベルを総合した調整システムを予め準備しておくべきである。

5) 復旧工事前積算・発注システムの研究・整備

民間建設部門の早期復旧の施工能力を十分引き出すことが出来るように、復旧工事における積算・発注システムを研究・整備しておく必要がある。

6) 新耐震基準に対応した施工技術の開発

高度な耐震性の実現を目指して設計された構造物を経済的にかつ高品質に施工するためには、これまでにもまして設計の意図をよく理解した施工技術の開発が必要である。

以上の提案と具体の実施に関わる機関・団体等との関係を次表に示す。

施工技術検討部会からの提案と関連する機関、団体等

◎：中心となって実施すべき機関

○：支援・補間すべき機関

	① 土木学会	② 大学等 研究教育 機関	行政		民間企業			⑧ 技術者 個人
			③ 国・公団	④ 地方公共 団体	⑤ 公益 事業体	⑥ 建設 コンサルタント	⑦ 建設会社	
(1) 即応体制の整備			◎	◎	○	○	○	○
(2) 既設構造物の データベース化			◎	◎	◎			
(3) 復旧関連技術の開発と マニュアル化	◎ マニュアル化	○	○	○	○	○	◎ 開発	
(4) 輻輳業務調整システムの整備			◎	◎	○		○	
(5) 復旧工事に用 積算・発注システムの 研究・整備			◎	○	○	○ 協会	○ 協会	
(6) 新耐震技術に対応した 施工技術の開発			○	○	○	○	◎	

⑦建設会社には橋梁、鋼管、鋼材メーカーを含む

2.3 防災システム検討部会

防災システム検討部会は次の各項目を扱う3つのワーキンググループを設けて調査活動を行った。併せて月1回のペースで部会を開催し、討議と調整を行った。

- ①民間建設部門の復旧支援活動と教訓
- ②ライフライン部門の復旧活動と今後の取り組み
- ③災害時の相互協力、情報システムのあり方

とりまとめに当たっては、当委員会が東京と大阪で開催したフォーラム「大震災の教訓を活かすために」のパネル討論会で出された意見を参考にさせていただいた。

成果の概要は以下の通りである。

(1) 民間建設部門の行った復旧支援活動の実態

土木学会建設マネジメント委員会「阪神・淡路大震災における社会基盤施設の復旧・復興に関する調査報告書」にまとめられた建設会社16社、コンサルタンツ4社の自主提供レポート、(社)日本建設業団体連合会(日建連)の「兵庫県南部地震に関する最終調査結果」報告書、(社)建設コンサルタンツ協会の「阪神・淡路大震災被害調査報告書」、(社)日本橋梁建設協会(橋建協)の「平成7年兵庫県南部地震対策本部・対策現地本部主要活動記録」、ライフライン企業がとりまとめた復旧記録等から建設会社、コンサルタンツ、ライフライン企業の行った復旧支援活動の内容を抽出、整理した。

1) 建設会社等

①救援・復旧等の要請と人材の派遣、建設関連資材、車両、機器の提供

地震から2ヶ月間に、日建連会員57社(建築部門も含む)に対して113の公共機関および10,047社の民間企業から救援の要請があった。57社の従業員、作業員、延べ64.6万人(約60%が土木関係)が震災直後の緊急調査・緊急措置のため、および一段落後の調査および応急復旧、本復旧のために派遣された。また、延べ約12.4万台にわたる重機類の提供と多くの資機材の提供が行われた。

橋建協会員各社は関係行政機関の要請に基づいて540件の緊急対策・応急復旧に従事し、ベント474本(5m換算)、サンドル150本(3m換算)等の資機材を搬入した。

②調査と対策立案

建設会社等が実施した調査は二次災害の防止および復旧計画の立案を目的としたものが多く、復旧に関する技術的な検討も同時に行われた。応急復旧のための調査の65%が7日以内に着手されている。

復旧計画の立案は官民一体となり、7日以内に60%が実施された。民間所有の土木施設の復旧立案においては建設会社の果たした役割が特に大きかった。

③復旧支援組織

全国的組織を背景に全社的な動員体制がとられた。調査した 56 社の 81%が臨時の新たな組織を作って対応した。

④ボランティア活動

ほとんどの企業が初期段階で以下のようなボランティア活動を行った。

- a. 建造物の点検、倒壊・障害物の解体撤去・片づけ、解体・復旧アドバイス
- b. 人命救助、交通整理、救援物資輸送、避難誘導
- c. 義捐金、見舞金
- d. 日常必需品等の救援物資の提供
- e. 宿舎、風呂等の一時利用提供

これらの活動には後に発注者側等から支払いが行われた物も含まれているが、社会的な使命の認識のもとで建設業の特性を生かし、積極的に行われた。

2) 建設コンサルタント

①救援・復旧の要請に基づく支援活動

建設コンサルタントは、建設省、運輸省、県市町村、公団、鉄道等から協力要請を受けて、主に各種公共土木構造物等復旧に関わる調査・設計活動に従事した。

平成7年1月17日～平成7年3月16日の2ヶ月間に、建設コンサルタンツ協会員のうちの延べ3739社、32,500人が支援業務に参加した。この活動状況を、建設コンサルタンツ協会員が支援した総技術者数で見ると、2月には毎日約800人が従事し、2月15日に最大の940人に達した。この技術者数はコンサルタンツ協会が擁する技術者総数36,365人（平成6年現在）の約2.6%にあたる。

支援活動のピークは1月末から2月上旬であり、鉄道関係は2月末に、その他は3月末までにほぼ終了した。港湾関係の支援は2月に集中した。

②支援組織の結成と役割

各社とも震災当日（17日）もしくは翌日に震災対策本部を設置し、各支社の技術部門との連携を強化して国・自治体等からの緊急支援の要請に応える体制を整えた。また被災状況が明確になるにつれ、多くの企業が災害規模に応じた現地調査・復旧計画要員の増強・支援強化のための緊急チームを全社的な組織で編成し、技術者のローテーションを組みつつ対応した。また、復興と将来のための技術資料収集を目的に独自の「技術調査団」を結成し、広範な技術領域の調査を行った企業も多かった。

③支援活動の内容

支援内容は被災状況調査・復旧計画・二次災害防止等のソフト部門であり、以下のように分類できる。

- a. 事業者からの要請による緊急要員提供、現況調査、復旧検討、被災額算出等
- b. 建設コンサルタンツ協会からの要請による調査

c. 自社設計構造物等を対象とした自主的被災調査

3) ライフライン企業

ライフライン事業者も、自らの復旧に全力を挙げるとともに、行政機関に協力して被災者にエネルギーの供給や物資の提供等を行った。

例えば、防災の拠点である警察、消防署、病院、避難所となっている学校、公民館等の公的施設へは、発電機車による応急送電が実施された。また、夜間の被災者の安全通行確保のため、行政が中心となって街路灯の設置を行う「ライトアップ作戦」が行われ、電力会社は一千灯を超える街路灯を被災地に設置した。大規模な都市ガスの供給停止に伴い、ガス会社は病院などの特に社会的に重要な施設へ直ちに代替燃料を供給した。電話会社は兵庫県へ仮設住宅の整備に合わせ、家庭用電話機三万台を贈った。

(2) 早期復旧体制の教訓

1) 初動体制についての教訓

国、自治体、公社・公団、公益企業等の発注者側 39 機関の地震直後の対応を調査した結果、地震発生後 6 時間以内には 32 機関（82%）で緊急対応組織を設置した。しかし、15 の機関（38%）が人員不足、情報不足のため十分な活動ができなかった。対応組織のこのような人員不足の対策としては、国や自治体間あるいは同業の事業者間の相互の協力体制を全国規模で構築することが考えられる。また、民間企業の技術者や管理者を緊急時の対応組織に自動的に組み込むような契約を確立しておくことが望まれる。

受注者側の建設会社や建設コンサルタントは、緊急対応活動の軸として緊急処置から復旧・復興に至るすべての活動に関わった。ただし、受注者側は発注者側の協力要請がなくて行動できず、発注者側も建設会社の機動力を即座に把握できない上に建設時の施工会社の確認等に手間取り、結果として、要請待ちが数多く生じた。官民一体となって効率的に活動できる緊急時の体制作りが望まれる。

2) 復旧の支障となった権利関係、法律、制度

① 支障物件・権利等の問題

復旧の支障となった物件では「個人家屋」が最も多く、隣地境界に関する権利関係、鉄道高架構造内のテナントの借地権、倒壊家屋の道路占有等があげられる。その他には、騒音の苦情、交通規制もあげられる。対応としては、支障物件の防護、撤去に対する補償、工事延期などの措置がとられた。

② 工事实施に関わる関係機関との調整の問題

復旧工事の実施に際し、县市町村および電力・ガスなどのライフライン関連機関との調整が必要となるケースが多かった。震災は行政区域を越えた広がりをもつため、単一機関での

復旧・復興工事が困難であると言える。

③法律・制度の問題

この度の復旧活動の経験から、都市部における震災復旧、復興を効率化する上で、次の検討が望まれる。

- a. 緊急時における工事許認可申請の明確化・簡略化
- b. 管理者協議事項の簡略化（一括協議体制の構築など）
- c. 請負工事契約約款の改訂（大震災時の特例設定など）
- d. 震災時における瑕疵担保責任の判断基準づくり
- e. 緊急時における労働安全衛生環境基準
- f. 災害廃棄物の処理手順

3) 「要請主義」の弊害

被災都市への外部からの救援活動は「要請主義」に基づいている。この協定では「被災都市の要請を受け」と明記され、応援を求める側は必要な物資の数量や職員の職種、人数を伝えなければならない。今回この「要請」が求める側にも、求められる側にも大きな壁になった。被害が大きい地域ほど自らが置かれている状況を把握することができない。このため緊急時にはかなり総括的な要請を認め、救援する側が必要量を判断し、救援活動を先取的に進めなければならない。被災都市がいろいろな所に別々に要請を出すことは困難であり、概括的要請を1カ所にすれば済むようなシステムづくりも望まれる。

4) 防災情報の収集と伝達における問題点

震災直後の被災情報の収集や伝達状況について、新聞記事や文献から問題点と課題を抽出して見ると、通信回線の不通、故障、コンピュータの容量不足、発電装置の故障などのハード面と、地域防災計画の不備、情報収集方法、情報伝達経路の問題などの運用・システム面があげられる。

(3) 協力体制の教訓

1) 中央官庁との連携

中央官庁の対応の遅れで救助や救援活動が遅れたという報道が少なくない。「被災地の要請がない限り行政は動けない」と発言する関係者も多く、臨機応変であるはずの災害援助のあり方が問われた。なお、地震から半年後の平成7年7月には国の防災基本計画が改訂され、警察、消防の緊急援助隊の整備、国、公共機関、地方公共団体の平常時よりの連携が強化されることになった。また、自衛隊の災害派遣については、例外措置としてではあるが、要請を待ついとまがないときは自主派遣できるように改訂された。

2) 地方公共団体と建設業界の協力

地方公共団体と地元建設会社の災害対策協力体制は震災前から存在しており、今回の震災を契機として、協力体制がますます強化されつつある。神戸市においても、大手建設会社など 56 社で構成する「神戸市安全協力会」が神戸市地域防災計画に「災害対策要員」として位置づけられていた。その会則には「天災等不測の事態に対処するための協力機関となる」とあり、震災当日から、緊急安全処置、障害物除去、建物の被害調査、緊急物資の運搬などにボランティア出動し、解体撤去工事に際しても神戸市に協力した。

3) 事業者間協力

電力、ガス、通信、水道事業者などライフライン事業者は全国のそれぞれの同業事業者から要員、資機材、技術の応援を得た。

電力の配電要員の動員数は、協力業者、他電力会社からの応援を含めて最大 4,700 人に達した。

ガス会社は復旧に必要な要員数を 7,800 人、復旧日数は一ヶ月半と予測した。これに基づき日本ガス協会は全国のガス会社に応援隊の派遣を要請し、作業員が確保された。

水道では日本水道協会内に緊急対策本部が設置され、全国の都道府県から復旧のための資材が提供された。また、被災を免れた県内市町をはじめ近隣府県からの復旧応援チーム、それに県空調衛生協会などの民間団体も出動し復旧作業を急いだ。復旧作業にあたっては、水量の確保がカギとなったが、淀川から水利権許可量を超える緊急取水の了解が建設省近畿地方建設局から得られ、阪神間の水道復旧が大いに助けられることとなった。

鉄道の復旧工事においては鉄道総合技術研究所と鉄道各社から技術的、人的、物的な支援が行われた。特に復旧工法の検討、策定、品質管理等における技術的、人的支援ならびに架線延線車等の重機類の支援などが早期復旧に大いに貢献した。

地震に伴う建築物等の倒壊により、通信設備にも多大な被害が発生した。そのため、各事業者から電力会社の電柱への送信線の供架の申し入れがあり、これらの申し入れは迅速に対応処理された。

(4) 海外の防災システムの事例

海外の防災システムを機械的にわが国へ導入することはできないが、参考にすべき点が少なくない。

アメリカの FEMA（連邦緊急事態管理庁）は連邦の緊急事態対応を一手に担うために 1979 年 4 月に 4 省庁の 5 機関と 6 つの連邦事業を統合して設立された機関である。1992 年のハリケーン・アンドリューでの対応のまずさが問題になり、即応体制の改善などを目的とした抜本的な組織改革が行われた。その後、ノースリッジ地震では FEMA の総力をあげて対応し成功を収めている。

ただし、次に示すような問題点も残されている。

- ・本質的にはその活動は要請ベースに基づいている。
- ・各出先機関が 24 時間体制になっていない。

・職員の半数近くが兼業者である。

韓国では、「自然災害対策法」が一般の自然災害時の対応を定めており、地震にも対処できるように改正されている。主な特徴は次のとおりである。

- a. 政府部内に 24 時間体制の中央災害対策本部が常設され、即応体制が敷かれている。
- b. 災害発生時の応急復旧に関しては、平時から大手を中心とする建設会社に対して責任分担地域が定められており、即時対応しやすい体制になっている。
- c. 応急復旧工事に必要となる重機や大型設備についても、「戦時動員法」に基づく登録制になっており、迅速な調達が可能である。
- d. 調達に関わる費用については、十分でないものの国家が補填することになっている。
- e. 自然災害発生時には市長が軍隊の応援を要請できることになっている。

(5) 今後への提案

阪神・淡路大震災では発災直後の情報の枯渇や輻輳、陸上交通の輻輳、行政と民間の協力体制の準備不足等の防災システム的な問題点が顕在化した。これらの多くは行政の対応と現場に立った実務技術者の努力により時間とともに解決された。しかし、東京や大阪などの大都市が直下型地震に見舞われた場合には混乱は一層大きくなり、復旧を遅らすばかりか被害を拡大させてしまう恐れがある。ここに、大震災などの突発災害に対する防災システムの改善を図るため、阪神・淡路大震災の経験の分析に基づいて以下の提案を行う。

1) 緊急対応時の調査マニュアルの整備

被害状況を把握するための調査は、二次災害の防止や早期復旧計画の立案のため極めて重要である。一方、震災後の調査は、厳しい環境の中で短時間に行わなければならない、判断のための検討時間も限られる。地震時のような緊急時に利用出来る調査マニュアルの整備が必要である。マニュアルは調査順序、調査の方法・基準などを簡明に示したものでなければならない。

2) 地域防災計画への民間建設部門の参画

復旧作業に必要な資材、機材、人材を官・民を問わず全国規模で効率的に集め、運用できる体制づくりが必要である。そのためには、地域防災計画の中に民間建設部門の役割を位置づけ、行政と民間の連携が効率的に進められるよう民間も定期的に訓練へ参加し、防災計画の見直しに参画していくことが必要である。

3) 民間建設部門としてのボランティア活動と本来業務

今回の大震災で民間建設部門はその果たすべき役割を認識し、率先してボランティア活動を行った。しかし、これらのボランティア活動が緊急調査、応急復旧等の本来業務の迅速な遂行に支障をきたしてはならないし、経済的にどこまで負担すべきか、あるいは負担できるか、のガイドラインが不明確である。したがって、民間建設部門が組織として行えるボランティア活動の範囲を提示することが望ましい。

4) ライフラインの早期復旧のシステム作り

このたびの大震災は電気、電話、上下水、ガスなどのライフラインに少なからぬ被害をもたらしたが、比較的短期間にサービスを回復した。拠点施設の被害が小さかったこと、関係者の日夜の努力、全国からの支援などが早期復旧を実現させた。この教訓を全国のライフラインの防災計画に活かすべく、拠点施設の耐震性の向上、非常時のための協力システム、事業者間および事業者と行政の連携を進める情報システムの整備などをいっそう充実させることが望まれる。

5) ライフライン復旧期間中のサービス

電気、電話、上下水、ガスなどは災害によりラインが寸断されても、可及的速やかに代替のサービスが行われなくてはならない。病院、避難所、防災拠点へのサービスは特に重視されるべきである。この度の大震災では給水車による応急給水、発電機車による電力供給、臨時電話、代替燃料の供給、仮設トイレ、代替バスなど各種の代替サービスが行われた。これらの教訓を他の都市でも活かすべきである。

また、電話の輻輳、トイレの不足など、課題が残った点についても対応策を講じなくてはならない。

6) 情報の入手、伝達、処理、発信システム

防災情報システムの必要性がクローズアップされているが、現状では各関係機関ごとに独立に整備する傾向が強く、共同利用や相互支援体制が十分に図られているとは言い難い。

情報システムとしては情報の入手、分析、伝達・発信機能が充足しなければならず、システムの管理者やユーザーの資格を明確化しておく必要がある。また効率性や安全性を考えるならば、システムを一元化することの是非を慎重に検討しなければならない。

さらに、今回の震災では被災地における被害状況の情報収集、分析、発信機能が不十分であったことへの反省から、情報発信に対してもリダンダンシー的な発想が必要である。これに関しては、例えばインターネットの有効利用が考えられるが、発信内容への責任論等も含めてある程度の規則やルール化が必要である。

7) 情報システムのハード面の強化

被災情報の収集・伝達の面では、通信回線の不通、機器や電源の故障、コンピューターの容量不足などハード面の問題があった。災害に耐えうる情報通信設備の構築を図る必要がある。無線通信ネットワークによる回線の確保や有線通信ネットワークの二重化、グループ化、多重化などを推進していくことが望まれる。

8) 「要請主義」の見直し

神戸市は政令都市との間に「13 大都市災害時相互応援に関する協定」を結んでいる。この協定では「被災都市の要請を受け」と明記されているが、これが要請を求める側にも求められる側にも大きな障害となった。このような要請主義の弊害を排除し、臨機応変に対応できるように援助協定を見直す必要がある。

以上の提案と具体の実施に関わる機関・団体等との関係を次表に示す。

防災システム検討部会からの提案と関連する機関、団体等

◎：中心となって実施すべき機関

○：支援・補間すべき機関

	① 土木学会	② 大学等 研究教育 機関	行政		民間企業			⑧ 技術者 個人
			③ 国・公団	④ 地方公共 団体	⑤ 公益 事業体	⑥ 建設 コンサルタント	⑦ 建設会社	
(1) 地震等緊急時の被害状況調査マニュアルの整備	○		◎	◎	◎			
(2) 地域防災計画での民間建設部門の役割の位置づけと訓練等への参加				◎	○	○	○	
(3) 民間建設部門が取り組むボランティア活動のガイドライン作り						◎	◎	○
(4) ライフラインの早期復旧のためのシステム作り・阪神の教訓の全国展開			○	◎	◎			
(5) ライフライン復旧期間中のサービス提供のあり方の検討				◎	◎			
(6) 防災情報の入手、伝達、処理、発信システムの充実と総合化、一元化	○	○	◎	○	○			
(7) 無線通信回線の確保、有線ネットワークの多重化などのハード面での強化		○	○	○	◎			
(8) 要請がなければ支援活動を開始できない「要請主義」の見直し			◎	◎				

⑦建設会社には橋梁、鋼管、鋼材メーカーを含む