



Epistula

えびすとら

建設省建築研究所
Building Research Institute

Vol. 11

発行：1996.1

このような災害を二度と繰り返さないために

1995年1月17日午前5時46分に発生したマグニチュード7.2の兵庫県南部地震は、神戸市を中心に阪神・淡路地域に甚大な被害を与えました。死者の数は5,500名を越え、そのほとんどが建築物倒壊による圧死という、国内では戦後最大の惨事となってしまいました。日本国内の過去の地震災害に限れば、1923年の関東大震災以来の大災害であります。多数の人的損失にとどまらず、膨大な建築物・家屋の被害を生じ、被害総額9兆5千億円以上(兵庫県まとめによる)という、世界的にみても近代都市が初めて経験した大震災となってしまいました。建築研究所では、このような災害を再び繰り返さないために、今回の地震災害の原因を明らかにするとともに、今後の被災地の復興対策、さらに住宅・建築・都市の地震防災対策に役立てるべく、広範な調査・研究を実施しています。防災対策は建築物単体だけではなく、都市計画などの集団的な要素からも検討しなければなりません。今回は建築物単体に絞りを絞って、特に構造種別ごとに調査結果を示しながら今後の対策について概説しています。

新耐震設計基準の効果

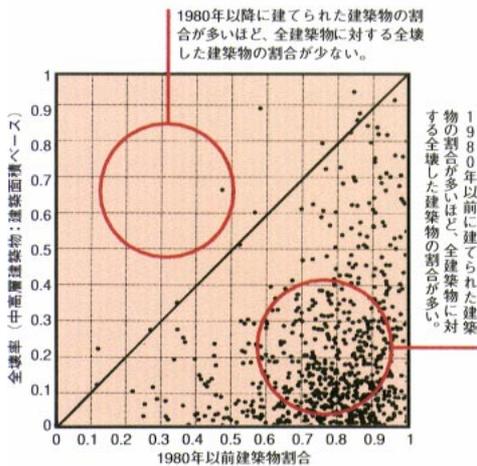
神戸市内で震災調査会が応急調査した建築物棟数は、総計で1,231棟であり、震災による処理別では、約80%の970棟が現状維持されていまして、地震発生後1ヶ月以上経過した本調査でも、地震直後とほぼ同じ状態を調査することができたといえます。建築年別では全体の約70%の856棟を推定することができ、1971年以前が535棟と最も多く、次いで1972～1981年の218棟、1982年以降の103棟となっております。

図1は神戸市を対象として、固定資産税台帳から町丁目を単位として集計したデータから、1980年以前の建築物の比率と、日本都市計画学会等の調査に基づく全壊建築物の比率の関係を比較したものです。1980年以前に建てられた建築物の被害の割合が非常に多くなっていることが分かります。これは1981年に施行された新耐震設計基準の効果です。これ以前に建てられた建築物は各地に多数存在しておりますので、これらの耐震補強を行うことは重要な課題といえます。

Preventing Earthquake Disaster

特集 兵庫県南部地震による建築物被害とその後の対応

図1：町丁目を単位とした全建築物全壊率と1980年以前建築物割合の比較



大きな被害を受け、解体中の建築物



木造建築物

今回の地震では、木造住宅に甚大な被害を出し、木造住宅の倒壊により多数の犠牲者を出しました。崩壊した木造住宅は比較的古いものに多く、瓦屋根に葺き土を有するため屋根重量が大きく、これに対して水平抵抗要素となる土塗り壁の耐力が小さいことが被害の原因となっていました。また、部材の仕口におけるほぞの掛かりが小さく、緊結が十分に行われていなかったものでは建築物全体が崩壊したものもありました。一方、比較的新しい住宅で設計、施工の適切なものは、一般に被害は比較的小さいようでしたが、耐力壁の配置が不適切なものや壁量の不足しているもの、接合部の緊結が不適切なものなどでは倒壊などの被害を出したものもあります。木造住宅の歴史は長く、現行の耐震レベルに達しないもののストックもかなりあることが想定され、今後これらの耐震診断、耐震改修に関する検討が必要です。



建築物全体が崩壊した木造住宅



大きく傾いた間口の狭い住宅

鉄筋コンクリート造および鉄骨鉄筋コンクリート造建築物

RC造およびSRC造建築物の被害には以下のような特徴があります。

- 1980年以前の建築物の被害が多く、1970年以前の被害はさらに多い。
- 現行耐震基準による建築物の被害は少ないが、下階が店舗や駐車場等で壁が少なく上階が住宅等で壁の多い、いわゆるピロティ形式の建築物が大きな被害を受けた。
- 古い耐震基準による中高層建築物の中間階が崩壊した。
- SRC造建築物では、内蔵鉄骨の柱脚および継手が破壊した。

このような被害の特徴から、古い耐震基準による建築物、特に中高層建築物は、その地震に対する性能を診断(耐震診断)し、必要なら耐震性能の向上を目的とした補強(耐震改修)を施す必要があります。またピロティ形式の建築物の耐震設計、耐震診断、耐震改修には、建築物の挙動を正しく正確に考える必要があり、SRC造では内蔵鉄骨に引張応力が生じる場合の設計に注意が必要です。



古い建築基準による建築物の崩壊



中高建築物の中間階の崩壊



← SRC 建築物の柱脚の被害



ピロティ建築物の1階の崩壊

特集

兵庫県南部地震における建築物被害の調査

構造種別ごとの被害の特徴から対応策を探る



柱脚を基礎に固定するアンカーボルトの抜け出し



梁と柱の接合部の被害例で、梁端部の溶接部分で破断



筋かいが接合部で破断し、建物の上階部分が前面に傾斜

鉄骨造建築物

鉄骨造建築物の被害は、近年に例を見ないものでありますが、その主なものを2つだけ取り上げますと、柱脚部(1階の柱と基礎との接合部)の破壊と柱と梁の接合部の破断が挙げられます。第一の柱脚部被害の特徴は、鉄骨が露出された柱脚部のアンカーボルト(鉄骨をコンクリートに固定するボルト)の引き抜け・破断、柱を支える鉄骨の回りのコンクリートの破壊等です。これは、設計時に想定した力よりも大きな力(曲げモーメント)が作用したことが原因の1つであると考えられます。そこで耐震性を増すためには、露出形柱脚であっても、適切にその固裕度を評価し作用する力に余裕を持った接合詳細とする必要があります。また既存の建築物のこの部分に補強策を採ることは可能です。第二は、箱型断面材(口の字型断面の鉄骨)を用いた柱と梁の接合部近傍の

溶接部の破断です。この種の構法は、この数十年、構造の簡潔さ、意匠上の自由度の高さから急速に流布したものです。作用する力が高くしかも検査の難しい部分に溶接が集中していますので、不適切な溶接方法・詳細の採用等による強度不足が原因で大きな被害となったと思われます。柱梁接合部の耐震性を高めるには、この部分には、完全に溶け込んで一体化する溶接方法を採用し、その施工に際しては慎重で高度な技術を必要とします。



鉄骨の柱の継手部分で溶接箇所から柱の鉄骨にかけて破断

基礎・地盤

建築物を支える基礎・地盤に、これまでの地震では経験しなかった多くの被害が発生しているとの指摘があります。基礎には直接基礎(基礎を堅い地盤の上に載せて建築物を支える)と杭基礎(堅い地盤まで杭を伸ばして建築物を支える)があり、直接基礎の場合には、基礎下の地盤が変状をきたして、沈下を起こす場合がほとんどです。地盤の変状の原因には、地盤の液化化や圧力の増加による地盤の塑性化(変形したまま元に戻らない)があげられます。杭基礎の場合には、杭や基礎梁の直接的な破損のほか、杭先の地盤に起因する被害があります。杭先の地盤の変状は、杭先端圧力の増加や施工上の問題、杭の破損の原因には、過大な外力の他、周辺地盤の側方流動(地盤が重力の作用によって、側方に移動する現象)があります。宅地の被害も、斜面の移動に起因したものや擁壁の被災に伴ったものなど、数千箇所に達しました。



宅地盛土の移動による変状



杭の破損例

今後何をなすべきか

国及び地方自治体は、当初二次被害を防止するために、応急危険度判定をほぼ全国規模で行いました。その後は、建設省を中心にこのような対応がとられました。地震に対する被害軽減を図る方策が緊急の問題であり、防災に対する意識の高揚を図ると同時に、現実的な対応として耐震診断や耐震改修の具体的な方法を広く普及させることが肝要であるとの結論に達しました。これを受けて災害防止対策を効率的に、且つ効果的に展開するため、協議する場としてネットワーク委員会を発足させました。その後、3月29日には「耐震性向上促進・応急危険度判定体制の整備」に関する通達が出され、地方行政庁では、そのための努力をしています。

ネットワーク委員会はこれを支援しています。すでに昨年暮れに、法律第123号「建築物の耐震改修の促進に関する法律」が成立し、建築物の耐震改修に関する官民の支援・連携の必要性がますます増しています。

建築研究所では、各専門分野のスタッフが地震発生直後から建築物の被害調査を実施し、建築物の危険度判定を行い、二次災害の防止や被災建築物の緊急補強のために尽力しました。現在までに、調査結果をまとめ、今後このような災害を起こさないために種々の研究プロジェクトをスタートさせました。下記には、建築研究所で進めている対応の例として、現在進めている開発研究の例を示しています。

設計品質を確保できる施工システムの開発

建築物が地震に対して安全に設計されていたとしても、施工においてその設計品質が実現されなければ、最悪の場合、建築物は倒壊の恐れがあります。現状では施工された建築物の品質は、各施工会社の自主検査と設計監理によって確保されるようになっていますが、一つの建築物を完成させるまでには様々な人々がかかわっており、また各々の工事工程が煩雑であることも重なり、各工事で必要とされる検査項目およびこれら検査記録の管理等に関しては明確になっていない部分が多いため、設計品質が十分に実現されているとは言えません。

このような状況を改善するためには、設計から施工、維持管理に至る一連の建築生産において情報化を行い、インスペクション(検査)しやすい形にしておくことが重要であります。そのためには、現場加工をできるだけ減らした構工法(例えば、部材の工場生産化、標準化など)の検討、およびインスペクター(検査者)制度等の活用を考え建築物が確実に施工されるようにし

ていかなければなりません。

既存建築物の耐震補強、また通常の外装材の補修・補強等の場合においても、建築生産を情報化することによって、その建築物の設計・施工時の情報を利用し、さらに様々な条件(耐震性能だけでなく耐久性、経済性等も含めて)を加味した工法を選択することが可能となります。設計品質を確実にするためには、建築生産の情報化は不可欠なのです。

大都市地域における地震防災技術の活用

建築研究所では平成3年度より総合技術開発プロジェクト(総プロ)として「大都市地域における地震防災技術」に関する研究に取り組んできました。この総プロを実施中に、今回の大地震を経験しました。本総プロでは以下の3つのテーマについて検討しています。地盤の地震動特性の把握 建築物基礎に入力する地震動の評価 軟弱地盤対策技術の開発

については、主に、地震動が建築物の立地する場所の地形などの地盤特性に影響されるため、この影響を評価する方法を確立することを目的としています。については、建築物の設計の基礎となる、地震入力を適切に評価することと、基礎の耐震設計法の確立を目的としています。特に、液化化が発生する場合の設計方法について重点的に取り組んでいます。については、杭基礎に代えて、地盤中にソイルセメントによる改良地盤を構築し、軟弱地盤地帯での新しい建築物基礎を開発しようとするものであり、そのための設計法、品質管理方法を確立することを目的としています。期せずして今回の地震は、これらの3テーマに、重要な情報を与えたばかりではなく、地震改良による対策の効果を実際に確かめる機会を与えました。このプロジェクトの成果をこれからの地震対策に生かすよう、出版物、講習会などを通じて、その普及に勤めたいと思います。

建築研究所では、

当初の震災調査プロジェクトチームを中心に以下のような緊急対応研究プロジェクトを発足させました。

- 被災建築物の緊急補強プロジェクトを発足させ、RC、S、基礎構造を中心に民間からの協力を得て、効果的な被災補強マニュアルを早急にまとめる。
- まだ被害を受けていない大都市における既存建築物の耐震改良に関する研究開発プロジェクトを開始し、被災度をコントロールできるシステムを開発する。
- 兵庫県南部地震の教訓を今後活かすべく、新しい構造設計方法の開発や現行耐震設計基準の見直しの必要性等について調査研究を実施する。
- 多数の都道府県で行っている、既存建築物の耐震診断及び耐震補強計画に建築研究所スタッフが参加し協力する。

建築研究所の対応

今回の地震を教訓とし、二度とこのような災害を繰り返さないために努力してゆくことが我々の使命と考えております。(スタッフ一同)

既存の建築物の耐震改修技術開発

兵庫県南部地震の被害から、現行の耐震基準以前の古い耐震基準で設計され、建設された建築物(既存不適格建築物)の被害が大きくそして多いことが報告されています。既存不適格の建築物は日本全国に数多く残っており、これらの建築物は兵庫県南部地震の被害と同様の被害を受ける可能性があります。そこで既存不適格建築物の耐震

診断および耐震改修の促進を図るためには、より効果的で、かつ経済的で施工性のよい耐震補強工法を開発するとともに、補強の目標とする建築物の耐震性能を明確にする必要があります。

補強工法の開発では、容易に付加できる補強部材の利用、建築物の外側からの補強構法、新素材の利用、免震・制振装置による耐震性能の向上、基礎工法の改良等が考えられます。また実際に兵庫県南部地震で被害を受けた建築物に採用した補強構工法を調査し、その効果、経済性および施工性を検討しています。

補強の目標とする建築物の耐震性能を明確に示すことは、補強にかかる費用の投資効果を考える上で重要です。建築物の耐震性能に対する補強効果を定量的に評価し、現在「新構造設計体系に関する総合建設技術開発プロジェクト」で検討されている構造性能規定と関連づけて検討を進めています。これらの検討は平成7年度の補正予算で進められています。

「建築技術講演会」の開催について

「建築技術講演会」(通称一日建研)が平成8年2月7日(水)に、(社)建築研究振興協会の共催により開催する。この講演会は建築研究所の研究成果や最新の技術情報について、広く皆様を知って頂くことを目的として、毎年一回全国の主要都市で開催されている。
会場：愛知県産業貿易館 西館10階大会議場
名古屋市中区丸の内3丁目1番6号

建築技術講演会のプログラム

「阪神・淡路大震災における建築研究所の対応」
「応急危険度判定の経緯とマクロ調査」
「市街地の延焼防止対策について」
- 阪神・淡路大震災における市街地火災とその問題点 -
「新施工技術の現状と今後の展望」(総プロ)
「環境負荷低減へ向けての建設副産物対策」

カナダのULCを試験機関として指定

平成7年4月から施行された「試験機関指定要領」に基づき、建築基準法に基づく性能試験に関する外国試験機関の指定の第1号として、カナダのULC(アンダーライターズ・ラボラトリーズ・オブ・カナダ)が指定され、12月19日に、カナダ大使立ち会いの下で、建設大臣からULC社長に対して、指定に係る証明書が交付された。

建築研究所においては、同要項に基づき、基準認証研究センターで、指定に係る申請書等の予備審査やカナダにおける現地調査を行い、指定の基準への適合性を審査したところである。

出版のご案内(近刊)

建築研究資料「ステンレス鋼中心圧縮柱の曲げた座屈性状、最大耐久力と座屈後の挙動」
(諏訪田晴彦、福田俊文、山内泰之)
(社)建築研究振興協会(T E L . 03-3453-1281)

編集後記

兵庫県南部地震が発生して約1年が経過しました。大地震発生の一報を耳にしたとき、まさかこのような大きな被害が生じているとは全く予想もありませんでした。しかし次々に入ってくる被害の大きさに驚き、強いショックを受けました。構造物の悲惨な崩壊、多数の死傷者、そして被害者の方々の様子、笑顔で救出された少女の数時間後の死亡……。これらの記憶は決して風化させてはならず、建築に携わる者の使命の大きさを痛感しています。まだまだ、完全な復興にはほど遠いのですが、できるだけ早急な復興を望み、またそのお役に立てれば幸いとスタッフ一同考えております。被災者の皆様には、今年も山あり谷ありとは存じますが頑張ってくださいを祈念いたします。

今回のえびすとは「このような災害を二度と起こしてはならない」という強い思いを胸に編集させていただきました。建築の構造関係の研究者には構造種別ごとに専門家がおりますが、それぞれ第一線級と勝手に自負しているもので分担してまとめてみました。我々の強い意志が少しでも読者の皆様に伝われば幸いです。今後も微力ではありますが日々努力して参ります。

今年も昨年同様、「がんばろう神戸」を合言葉に頑張ってください！できれば我が阪神タイガースも今年こそは！(T.O)



Epistula

第11号

平成8年1月1日発行

発行：建設省建築研究所企画部企画調査課

〒305 茨城県つくば市立原1

Tel.0298-64-2151 Fax.0298-64-2989