

はじめに

本コンクリート分科会では、(社)日本コンクリート工学協会(JCI)近畿支部「土木コンクリート構造物の震災対策に関する研究委員会」と合同して調査研究を行った。周知の通り、平成7年1月17日未明、阪神・淡路大震災が発生したが、近畿地区を襲ったこの大震災を1つの具体的な事例と位置づけ、各方面の新進気鋭の研究者、技術者約50名を3つのワーキンググループ(WG)に分け、鋭意調査研究を実施してきた。これらの成果の一部は、既に平成8年9月に「中間報告」として公表しているが、今回はさらに調査対象を広げるとともに種々の解析などを駆使して検討を深め、最終的な報告書としたものである。

WG1では、RC高架橋下部工被害の実態を取りまとめた。対象とした構造物は、主に阪神高速3号神戸線、新幹線およびJRの高架橋である。被害データは、各橋脚ごとに橋脚番号、完成年度、構造形成、基礎形成、隣接構造、下部工高さや断面諸元、破壊の状況や破壊ランクなどを収録した。データの入手は精力的に行ったが、現時点ではせん断鉄筋量など不明であったり、入手困難なものも含まれている。破壊ランクについては、橋梁の破壊状況の目視による判定としたが、道路橋は単柱形式、鉄道橋はラーメン形式が主体であり、また複数の技術者による観察結果でもあるため、破壊ランクには若干の個人差が含まれている。また、道路橋については、順次基礎の調査が進につれて、目視とは異なった判定基準となったものも含まれている。収集したデータは1,300件程度とかなりの数量となったため、これらのデータベース化を行った。このデータベースには、各橋脚の被害状況写真も収録した。高速道路と鉄道の高架橋について収録したデータベースを基に、構造形式と損傷の関係など被害の分析を試みたが、これらのデータベースはCD-ROM化して今後の研究に資することが可能である。

WG1ではさらに、橋脚の地震応答解析のため、モデル化について種々の検討を実施した。高架橋の地震応答解析は本来、上部、下部、基礎、地盤を一体化した3次元モデルを用いるのが理想的であるが、現状では解明したい目標に応じた部分モデルに依存せざるを得ない。ここでは損傷を受けた構造物から代表的なものを選び、これらの構造物の地震応答解析を行った。これらの解析には、道路橋示方書による結果、非線形モデルの結果、せん断耐力に着目した解析、3径間連続橋の支承を考慮した解析、衝撃的上下動に着目した解析などが含まれ、実被害との対応について検討している。また、高架橋全体構造としての破壊の進展を確率論的に捉える試みについても提案している。

WG2では、国内外における現行の耐震設計の考え方や実設計法を総合的に検討するとともに、合理的な耐震設計法を確立していく上で解決しなければならない特に重要な課題について整理・検討した。

まず、今後の耐震設計法のためすべき姿を明確にするため、国内外の代表的設計基準を対象として各々の耐震設計の位置付け、特徴、重要な相違点を調査するとともに、わが国における耐震設計法の変遷とその背景にある考え方を整理した。同時に、RC単柱式橋脚やラーメン橋脚に対する試設計を通じて、国内外の代表的耐震設計基準の相違点を定量的に検討し、実設計の観点からも現行基準を考察した。次いで、耐震設計上重要な指標となるじん性に関して、その定義、影響要因、評価法などを整理し、じん性を統一的に取り扱うための考え方を示すとともに、具体的な計算例を用いて道路橋と鉄道橋の設計におけるじん性率の考え方の相違を整理した。さらに、コンクリート構造の現行耐震設計では明確でない重要事項として、①材料強度のOverstrengthと破壊モードとの関係、②正負交番繰返し荷重下のコンクリートの負担せん断力の評価法、③動的解析におけるせん断変形の取扱い方とその影響、を取り上げ、既往の研究を整理するとともに新たな手法の提示や数値実験などによる基礎的検討を行った。

以上のような耐震設計に関する総合的な調査研究の結果をふまえ、合理的な耐震設計法を確立するための基本的な考え方や今後の方向性を示した。

WG3では、被災後の復旧対策を考える上で重要となる、構造物の被災度や被災後の供用性の判定法について調査・検討するとともに、損傷度に応じた具体的な補修・補強対策に関する検討を行った。

対象とするコンクリート構造物の重要性のレベルは様々であり、構造物が建設される地盤の地震特性に関する情報のレベルも多様である。このため、コンクリート構造物が適切に設計・施工された場合であっても、設計時の想定を越える大きな地震動が作用した場合には、種々のレベルの損傷を生じる。したがって、今後耐震設計に種々の改良が加えられ、新しい耐震設計法が確立された後であっても、コンクリート構造物の被災度・供用性の判定と補修・補強対策の必要性は引き続ききわめて大きいものと考えられる。そこで、まず、被災度の判定、供用性の判定の考え方および方法を提案し、次いで各種の補強工法をとりあげ、補強工法の耐荷性、耐久性および設計・施工についてとりまとめた。さらに、補強工法の選定の基本的な考え方を示し、“被災コンクリート構造物の補修・補強ガイドライン(案)”の骨子を作成した。

## 委員名簿

藤井學 京都大学 (～97年9月)

### WG1

小野紘一 京都大学、宮本文穂 山口大学、北村八朗 大阪ガス(株)、石橋仁 佐藤工業(株) (～95年7月)、井上正一 鳥取大学、上田隆雄 徳島大学、香川尚史 大阪ガス(株)、金好昭彦 (株)鴻池組、幸左賢二 阪神高速道路公団 (96年4月～)、後藤年芳 (株)中研コンサルタント、佐野清史 東洋建設(株) (～96年3月)、沢野嘉延 中央復建コンサルタンツ(株)、高橋良和 京都大学 (96年4月～)、橘紀久夫 住友大阪セメント(株) (97年4月～)、豊福俊英 関西大学、原田修輔 住友大阪セメント(株) (～96年3月)、平井卓 (株)竹中工務店 (96年4月～)、水越睦視 住友大阪セメント(株) (96年4月～97年3月)、眞嶋光保 大阪市立大学 (～98年2月)、松浦靖治 中央復建コンサルタンツ(株) (96年4月～)、松本典人 東洋建設(株) (～96年3月)、森尾敏 (株)奥村組、森川英典 神戸大学、山内丈樹 鹿島(株) (96年4月～)、横山雅臣 鹿島(株)

### WG2

小林和夫 大阪工業大学、井上晋 大阪工業大学、橋場盛 (株)オリエンタルコンサルタンツ、五十嵐晃 京都大学、伊藤恭平 (財)建設技術研究所 (96年4月～96年9月)、桑野信治 (株)長大 (96年4月～)、鍋谷雅司 佐藤工業(株) (98年1月～)、神野邦彦 佐藤工業(株) (95年8月～97年12月)、斉藤雅文 中央復建コンサルタンツ(株)、酒井博士 (株)ピー・エス、境田孝吉 (株)オリエンタルコンサルタンツ (96年4月～)、白石俊英 大成建設(株)、白濱昭二 神鋼鋼線工業(株)、鈴木淳一 日本技術開発(株) (96年4月～)、高木宣章 立命館大学、田中玲光 中央復建コンサルタンツ(株) (97年6月～)、西澤克彦 日本電子計算(株)、服部篤史 京都大学、藤波亘 西松建設(株) (97年10月～)、船越博行 (株)オリエンタルコンサルタンツ、前田詔一 西松建設(株)、松崎正明 (株)富士ピー・エス (96年4月～)、松永昭吾 (株)建設技術研究所 (96年10月～)、山脇正史 (株)長大 (96年4月～)、矢村潔 摂南大学、涌田充裕 日本技術開発(株) (96年4月～)、渡邊繁 (株)総合技術コンサルタント

### WG3

児島孝之 立命館大学、宮川豊章 京都大学、北後征雄 JR西日本コンサルタンツ(株)、青柳計太郎 (株)銭高組、尼崎省二 立命館大学、牛島栄 青木建設(株)、大坪正行 (株)トーニチコンサルタント、奥津宣孝 清水建設(株) (97年1月～)、加藤和彦 清水建設(株) (96年4月～96年12月)、川村勝 阪神高速道路公団 (97年9月～)、葛目和宏 (株)国際建設技術研究所、栗原慎介 ショーボンド建設(株)、栗本雅裕 (株)奥村組 (96年4月～)、古賀秀幸 (株)オリエンタルコンサルタンツ、小阪拓哉 中央復建コンサルタンツ(株) (97年4月～)、小林孝一 京都大学、小林茂広 住友大阪セメント(株)、佐野世 電気化学工業(株) (96年4月～)、末岡英二 東洋建設(株) (96年4月～)、高津行秀 (株)ポゾリス物産、橘義規 (株)オリエンタルコンサルタンツ (96年4月～)、田中浩一 (株)大林組 (96年4月～)、永淵強 新日鐵化学(株)、袴田文雄 阪神高速道路公団 (96年4月～97年8月)、八田吉弘 オリエンタル建設(株)、森田雄三 住友建設(株)、吉住彰 (株)ポゾリス物産 (96年4月～)

### 顧問

関惟忠 阪神高速道路公団 (96年4月～97年3月)、藤原吉美 関西電力(株) (96年4月～)、前川順道 阪神高速道路公団 (97年4月～)