

## SPECIAL TOPICS

### ■特集／平成を振り返る

1989年1月8日から11,070日続いた「平成」が終わり、新たな時代を迎えます。平成時代には阪神・淡路大震災や東日本大震災などの多くの災害を経験しましたが、それらの経験を礎として地震工学は成長してきました。本号では、「令和」時代での更なる飛躍を目指し、「平成を振り返る」をテーマとして福和伸夫会長、スペシャルアドバイザーの柴田明徳先生、後藤洋三先生、岩楯徹広先生にご寄稿いただきました。

## 平成の時代の地震と地震工学

福和伸夫（日本地震工学会 会長／名古屋大学減災連携研究センター）

平成も残りわずかである。かつては、災害後に改元する災異改元もあったが、現在は代始改元だけである。過去、文禄から慶長に変わる1596年には慶長伊予地震、豊後地震、伏見地震が、元禄から宝永に変わる1704年には直前に元禄関東地震が、嘉永から安政に変わる1854年には伊賀上野地震、安政東海地震・南海地震が発生した。しかし、改元しても災いは収まらず、慶長になって1605年慶長地震や1611年慶長三陸地震が、宝永になって1707年宝永地震や宝永噴火が、安政になって1855年安政江戸地震が発生している。

平成は、天安門事件やベルリンの壁崩壊から始まった。日本では消費税が導入され、その後30年間でバブル絶頂の時代から人口減少と債務に悩まされる時代へと変化した。この間、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震など、多くの被害地震を経験した。1995年から始まった「今年の漢字」にも、1995年「震」、2004年「災」、2011年「絆」、2018年「災」と地震の影響が見られる。

平成に入って最初の大きな地震は1993年の釧路沖地震だった。夏には北海道南西沖地震で奥尻島が津波に襲われ、1994年には北海道東方沖地震、三陸はるか沖地震と北海道周辺での地震が続いた。

そして、1995年に兵庫県南部地震が起きた。観測史上初めての震度7の揺れで、震災の帯が出現した。直下の活断層による強烈なパルスは強震動予測の重要性を感じさせた。震災後、新たに設立された地震調査研究推進本部を中心に、活断層調査や地下構造探査、強震観測網整備（K-NET, KiK-net）などが精力的に行われ、2005年には地震動予測地図が公表された。また、既存不適格建築物や、道路や鉄道の高架橋の倒壊が大きな課題となり、耐震化のための耐震改修促進法や大規模地震対策特別措置法が制定され、2005年に兵庫県三木市に実大三次元震動破壊実験施設 E-ディフェンスが整備された。一方で、普及し始めていた免震構造の有効性が実証された。また、国や自治体の危機管理の在り方が問われ、震災後、我が国の防災体制が整えられた。なお、震災後のボランティアや自衛隊の救援活動や、研究者による KOBEnet の試みは新たな時代を感じさせた。

震災後は、1996年から1999年にかけて、全国の地震工学研究者が結集して、文部省科学研究費補助金・重点領域研究「都市直下の地震による災害の防止に関する基礎研究」が実施された。2000年に発生した鳥取県西部地震では、整備された強震観測網で地震記録が多数観測され、地震動の地盤増幅の重要性が確認された。

日本地震工学会が設立されたのは、まさにその直後の2001年である。兵庫県南部地震以降の6年間の成果を背景に、それまで、土木、建築、地盤、機械、地震などに分散していた地震工学研究者が結集する場が作られた。

その後、2001年芸予地震、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2007年能登半島地震、新潟県中越沖地震と、西日本を中心とした内陸地震が活発だった。新潟県中越沖地震では、柏崎刈羽原子力発電所での火災や、ピストンリング工場の被災による自動車産業のサプライチェーンの問題が着目された。また、この間に発生した2003年十勝沖地震での苫小牧のタンク火災は、長周期地震動問題のきっかけにもなった。

一方、2001年に中央省庁の再編があり、内閣府に中央防災会議が移管され、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震、日本海溝沿いの地震などについて地震対策が本格化した。各地震に対して被害想定が行われ、地震対策大綱が策定され、特別措置法が整備された。

東北地方周辺では、2004年宮城県北部連続地震、2005年の宮城県沖の地震、2008年岩手・宮城内陸地震、2011年三陸沖の地震などの地震が続き、3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生した。M9.0の超巨大地震による大津波に加え、福島原発事故、長周期地震動、液状化、谷埋盛土の崩落、ため池決壊、タンク火災、天井落下、計画停電、帰宅困難など様々な課題が現れた。震災後には、多くの余震に加え、長野県北部、静岡県東部、福島県浜通りなどで誘発地震が発生した。なお、この地震の反省を踏まえ、最大クラスの地震を想定した南海トラフ地震対策が始まり、さらに長周期地震動対策も本格化した。

2016年には、2度の震度7の揺れとなった熊本地震が発生した。兵庫県南部地震と同じマグニチュード、最大震度だったが直接死は1/100以下だった。人口の差に加え、兵庫県南部地震以降の様々な地震対策の成果だったとも言える。2018年には、島根県西部の地震、大阪府北部の地震、北海道胆振東部地震が続発した。災害危険度の高い場所の家屋で多くの被害が出た大阪、厚真町を中心とした火山堆積物の大規模土砂崩れ、ブラックアウトによる全道停電など、新たな課題が浮かび上がった。

# SPECIAL TOPICS

新元号の時代には、南海トラフ地震、首都直下地震、千島海溝沿いの地震の発生が懸念される。南海トラフ地震に関しては、一昨年、確度の高い地震の予測は困難との見解が示され、警戒宣言の発令は凍結されて、南海トラフ地震に関連する情報（臨時）が発表されることになった。これを受けて、昨年末に、南海トラフ沿いで異常な現象が生じた場合の防災対応の基本的な方向性が示された。例え異常な現象が観測されたとしても、あらゆる人が当事者意識を持って事前に十分に備えていれば、情報を活用することで、生命と生業を守ることができるという考え方である。平成の時代に経験した様々な地震災害を教訓に、新たな時代の災害を少しでも減らそうとする試みであり、まさに日本地震工学会が中心的な役割を果たすべきことでもある。

## 平成を振り返るー建築・都市と地震工学

柴田 明徳（日本地震工学会 スペシャルアドバイザー／東北大学名誉教授）

### 1. 平成時代

戦後の高度成長を受けて、1989年に平成は始まった。バブル景気とその崩壊、そして20年の経済停滞が続いた。平成時代には大きな自然災害が頻発した。特に、1995年阪神・淡路大震災と2011年東日本大震災は、日本の国土、都市・建築、そして我々の生活に巨大な被害を与えた。昭和時代の地震被害の教訓から、1981年に建築基準法が改正されて新耐震設計法が成立し、地震工学と構造技術にも様々な進展があった。平成の地震災害は、それらを検証すると共に、新たに取り組むべき多くの課題を提示した。

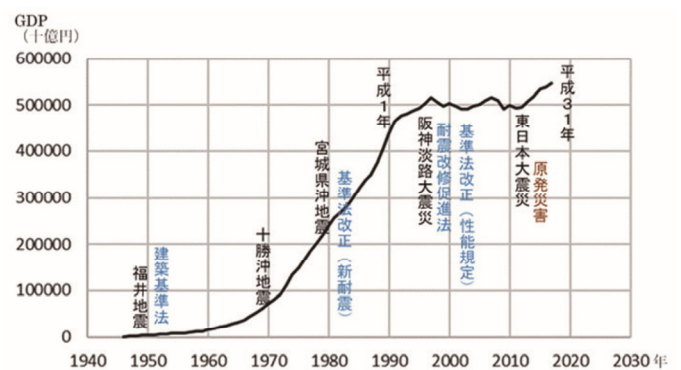


図1 日本のGDPの推移

### 2. 阪神・淡路大震災

1995年（平成7年）1月17日の早朝、兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災、M=7.3）が発生した。淡路島から神戸に到る野島断層が破壊し、最大震度7が帯状に生じた。死者は6千余名に達し、殆どが木造家屋の倒壊による圧死であった。建築及び土木構造物の被害も甚大であった。強震計による大加速度の強震記録が各地で得られ、建築基準法の耐震基準で想定するレベルを超える地震力の作用が明らかになった。図2は、神戸市の神戸海洋気象台（NS, max818gal）、大阪ガス荻合（NS, max802gal）、JR 鷹取（EW, max657gal）の強震波形の加速度スペクトルである<sup>1)</sup>。

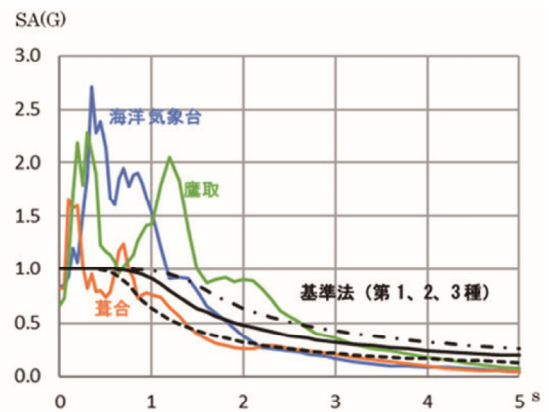


図2 1995年兵庫県南部地震での加速度応答スペクトルと耐震設計基準

気象庁は翌1996年に震度を体感による判定から震度計による計測判定に改め、震度階を8段階から10段階に変更した。防災科学技術研究所は1996年から全国強震観測網K-NETの運用を始めた。K-NETは全国に約20km間隔で1000点以上の観測箇所を持ち、地震工学に有用な強震情報を与えている。

建築物の被害は新耐震基準以前の建物に多かったことから、1995年直ちに耐震改修促進法が施行され、旧基準による建築物の診断・改修が全国的に推進された。その後、学校等の公共建築物は各自自治体の努力によりその作業がほぼ終了したが、民間の建築物については道半ばである。

阪神・淡路大震災の前年1994年に起こった米国ノースリッジ地震は、ロスアンゼルス地域に大きな被害を与え、性能規定型耐震設計法の検討が進んだ。阪神以後の日本でも新しい耐震規定への動きが始まり、1996年日米首脳会談などの経緯を踏まえ、1998年には性能規定化に対応する建築基準法の改正が行われ、2000年には限界耐力計算の方法が基準法内に定められた。しかし、2005年に一建築士による耐震偽装事件が起こり、耐震設計の性能規定化は頓挫の状況にある。今後、手法並びに法制の検討も含め、更なる進展を期待したい。

地震工学技術の発展も様々な分野で見られた。免震・制振構造は、大震災以後急激に増加し、2016年現在の建設総数は、免震ビル約4300棟、免震戸建約4700棟、制震建物は約1400棟となった。2005年には防災科学技術研究所により兵庫県三木市に3次