

## J C I 東日本大震災に関する特別委員会からの提言

### A 地震対策について

今回のマグニチュード 9.0 という巨大地震に対して、現行の基準に基づいて耐震設計あるいは耐震補強されたコンクリート構造物には被害は少なく、これまでの手法の有効性が確認された。

なお、地震特性による影響については、引続き調査・研究を行う。また、現行の基準に照らして耐震性能を満たさない構造物に対しては、一層速やかな耐震補強の実施を促す。

#### 【解説】

1995 年の阪神大震災以降、主として、鉄道、道路に関するコンクリート構造物の耐震設計法あるいは耐震補強方法について集中的に研究がなされ、大変形時でも耐荷力を失わない粘り強い構造形式もしくは構造部材とすると、大きな地震動を受けても損傷を小さく抑えられることが明らかとなっている。建築物についても、既に、阪神大震災以前から同様な研究が進められていて、それらの技術が適用されたコンクリート構造物（鉄道、道路、建築物）には、今回の地震でも深刻な被害は少なく、また被害が生じた場合にも早期の復旧が可能であった。しかしながら、耐震補強が十分にはできていなかったコンクリート構造物には、被害が認められた。

これらの調査結果から、今回の地震により大きな地震動が観測されたものの、現行のコンクリート構造物の耐震設計法や補強方法、さらに、現在進められている研究および技術開発の方向性は、今後も踏襲していくことが適当である。また、旧来の基準で設計・施工された構造物については、耐震診断と耐震補強を今まで以上に速やかに行うべきである。

さらに、高層建築物で認められた長周期地震動による大きな変位がコンクリート部材へ与える影響についても、調査が必要である。

### B 津波対策について

巨大津波により、港湾・海岸構造物、橋梁構造物などのコンクリート構造物に大きな被害が生じた。建築物も含めて、津波によって構造物に加わる力を適切に評価するとともに、津波による損傷を小さくする構造形式を検討する。

## 【解説】

### (1) 港湾・海岸構造物（防波堤，防潮堤，堤防）

防波堤にはいろいろな種類があるが，一般には台形に成形された基礎捨石の上にコンクリートで造った躯体（ケーソン）を設置するもので，自重により津波や高潮などに抵抗する構造である。しかしながら，堤体を乗り越える大きな津波に襲われると，津波の力によりケーソンは台形の基礎捨石のマウンド上を滑り，マウンドから滑り落ちる。滑り落ちるまでに消費されるエネルギーによって，浸水してくる津波の浸水速度と浸水高さが抑えられることが明らかになっているが，マウンド自体の安定性を高め，より滑り難く，粘りのある構造とすることで，津波の浸水速度，浸水高さを抑制でき，津波に対する抵抗性を高めることが可能となる。

防潮堤についても，コンクリートの躯体を支える基礎地盤の洗掘を防ぐような工夫をすることで，防潮堤を乗り越えた津波にも抵抗し，倒壊しない構造とすることが可能である。

盛土の堤防においては，前面，頂部および背面とも密実なコンクリート板等で覆い，堤防を越えてくる津波により，内部の土粒子が洗い出されないようにするなどの工夫が必要である。

### (2) 橋梁構造物

津波で流失あるいは倒壊したコンクリート橋梁構造物の数は 200 を超え，津波の浸水速度，浸水高さ，橋梁の構造形式等によって，被害状況が異なっている。一方，津波の浸水域にあっても被害を免れているコンクリート橋梁構造物の数は，2000 に近い。今後，この分野の研究をさらに深め，津波により橋梁構造物に作用する力を適切に評価し，これを考慮に入れて設計体系を改善することが必要である。

### (3) 建築物

一般のコンクリート系建築物の設計では，これまで津波による外力は考慮されていなかったが，木造住宅と比較して，津波を受けて流失あるいは倒壊したコンクリート系建築物の数は非常に少なかった。今後は，堤防・消波ブロックなどの遮蔽物や漂流物の影響なども含めた被害調査結果に基づき，津波により建築物に加わる力を適切に評価し，これを設計に取り入れるための研究を行い，復興における津波避難ビルの適切な設計などにも反映させることが必要である。

## C 原子力発電所の被災について

**震災事故時の地震動，爆風荷重，熱および海水の流入ならびに事故以後に構造物に作用した温湿度，放射線および冷却用海水などの環境条件を把握するとともに，それらの影響を受けたコンクリート構造物の特性を明らかにする。さらに，将来にわたる構造体の安全性評価，ならびに安全性維持のための技術的知見を整備する。**

**【解説】**

コンクリート構造は，耐火性・耐久性に優れ，放射線に対する遮蔽効果も高いことから，原子力発電所施設の主要構造体に多く用いられてきた。今回の原子力発電所の事故では，コンクリート構造物としての耐震性に関しては問題がなかったと推察されるが，その後の各種作用によってコンクリートおよび鉄筋の損傷が部分的に生じている可能性が懸念される。この事象に適切に対応するために重要となるのが現在および中長期的な構造物の状態を把握・推定することである。そのために，震災事故時，ならびに事故以後から継続的に作用する環境，すなわち事故時の爆風荷重，事故以後からの温度・湿度および放射線の照射量などを早急に把握し，このような作用環境に対するコンクリートや鉄筋の強度・ヤング係数などの力学的特性，コンクリート硬化体の組織変化や収縮・クリープなどの体積変化特性および鉄筋コンクリートの劣化状況を把握するとともに，構造体の性能に及ぼす影響を明らかにすることが重要である。また，海水の浸入により，今後，構造体中の鉄筋の腐食が促進される可能性も否定できない。これらを踏まえ，設計条件を超えた過酷な条件における構造体の安全性評価のための解析技術の体系を整備する。

## **D 復旧・復興に向けて**

**建設資材の品質保証制度に係わる，緊急時における法令上の運用に関する技術的検討を行う。**

**【解説】**

東日本大震災では，生産施設が被災により停止し，その復旧にも時間を要した。たとえば，生コンプラントでは，制御室の津波被害で復旧に約 3 か月の時間を要し，J I S の認証に必要とされるデータの流失による許認可の遅れなどが生じた。これらのことから，制御施設を津波から防御できる場所へ移動するなどのほか，データを確実に保管する対策を見直すことが重要であるなどの教訓を得た。復旧・復興時においても品質確保をするためには，保証制度に必要なデータを短期間で評価するなど，品質保証制度の緊急時における法令上の運用に関する検討が必要である。

また，被災地に生産拠点がある材料を用いて許認可を得た建設工事において，材料の供

給ができないため、被災地以外の工事に影響を与えた事例が少なからずある。被災が広範囲に亘る場合は、被災地以外でも特別な措置を講じられる規準作りが必要である。

### **震災・津波により発生した多量のコンクリート塊などを積極的に再利用するための技術開発に取り組む。**

#### **【解説】**

震災・津波により発生するがれきには、コンクリート塊のほか、様々なものが含まれる。分別できるものと分別しにくいものがあり、津波により塩化物などが混入したものもある。これらがれきの内、とくにコンクリート塊は積極的に有効利用するための基準化、ならびに内在する成分の影響を勘案した活用のための技術開発に取り組む必要がある。

コンクリート塊の有効利用方法としては、津波により混入された塩化物を含んでいても使用するセメントを選ぶことで構造物に使用しても耐久性を確保できる研究などが進められている。また、用途については、技術的判断を行うことでこれらの材料を適材適所で使用できる。そこで、コンクリート塊の積極的な再利用に有効な技術を調査し、その有効利用方法を提案する。

### **原子力発電所施設内からの放射性物質の拡散防止、ならびに放射性物質によって汚染された廃棄物や土壌等の処理や処分に、コンクリート工学分野の技術を積極的に活用する。**

#### **【解説】**

コンクリートをはじめとするセメント系材料は、水分を含み、緻密な構造を有することから、放射線の遮蔽や放射性物質の封じ込めなどに有用であり、実績もある。

今回の原子力発電所の事故に関しては、まず、原子炉建屋等の発電所施設内からの外部、地下水および海水中への放射性物質の拡散防止のために、短期および中長期においてコンクリート工学分野の果たすべき役割について整理した上で、コンクリート工学分野の技術を積極的に活用する。

また、原子力発電所構内や周辺環境を汚染した放射性物質に対しては、さらなる汚染拡大の防止とともに、減容化处理、容器封入や固形化、輸送、一時的な保管や管理、最終的な処分などが段階的に必要となる。これらの実施に当たっては、すでに実績のある低レベル放射性廃棄物の浅地中ピット処分に関する設計・施工法、ならびにこれまで検討されてきた余裕深度処分の技術等におけるコンクリート技術の積極的な活用が可能と考えられる。一連の除染作業の進展に伴い、コンクリート工学分野の技術が貢献できる技術的課題が発生するものと予想されるので、最新情報の収集に努め、貢献できる課題を整理して発信する。

**放射性物質の影響が危惧される骨材やコンクリートの評価方法および再生利用方法を検討する。**

**【解説】**

処分対象となる放射能汚染物質は、環境省の試算によれば、福島県内で 2,800 万 m<sup>3</sup>、その他の地域で 1,300 万 m<sup>3</sup> と膨大であるため、放射能濃度や性状に応じた合理的な処理や処分の方法を検討する必要がある。コンクリートに関しても、放射性物質の影響が危惧される骨材やコンクリートなどの汚染レベルの評価方法や合理的な除染方法に加え、除染後のコンクリート塊や土石材料、焼成物やスラグなどの再利用技術が必要となる。原子力発電所の廃止措置技術等に関連するコンクリート工学の知見を整理して発信するとともに、必要な技術開発を進める。

また、コンクリートの原料調達や流通、供用、廃棄におけるトレーサビリティの確保や管理システムの構築、および情報開示体制の整備によって、安全・安心なコンクリートを社会へ供給できるように、学術的立場からの情報発信を行う。

## **E 提言の実現と他学協会等との連携について**

**関連学協会や関係機関などとの連携・協力を図りながら提言の実現に取り組む。**

**【解説】**

東日本大震災で提起された問題の範囲は非常に広く、それらへの対処には多方面からの検討・対応が必要である。今回の提言内容はコンクリート工学の面からのものであるが、いずれの提言も、日本コンクリート工学会が単独で実現できるものではなく、関連学協会や関係機関などとの連携体制や、協力体制を築いて取り組むとともに、最終成果を社会へ還元して行く。

以 上