

災害に関する危機管理の課題と平常時からの備え

日下部 毅 明

巨大地震が切迫する我が国において、その地震が起きた際の被害はこれからどのような防災事業を進めるか、および地震が発生したときに、どれだけ適切な対応が可能であるかに懸かっている。この観点に立った調査研究の取組みとして、ここではまず、防災事業の計画において、地域の地震リスク、構造物の脆弱性評価、および防災事業の評価手法について成果および研究の状況を示す。更に危機管理の改善に関し、危機管理の課題を新潟県中越地震など地震の経験に基づき調査した結果を示し、調査結果との関連において震後対応の改善手法に関する研究成果、取組みを示す。

キーワード：被害想定、地震危険度、損失評価、震後対応、教訓

1. まえがき

平成16年は新潟県中越地震が起こり、兵庫県南部地震以来初めて最大震度7を記録した。本年に入っても早くも福岡県西方沖地震が発生するなど、震度6弱以上を記録する強い地震がここ数年多数発生している。一方、東海地震等、甚大な被害が想定される巨大地震発生の切迫性は年々高まっていると見るべきである。このような地震が発生したときに被害をどれだけ抑えられるかは、防災事業を如何に適切に実施するか、また地震が発生した際に如何に適切に対応するかに懸かっている。

防災事業については、耐震補強など構造物の被災を防ぎそれに起因する直接的な被害、および道路の不通による迂回損失など間接的な被害を避けるための事業および、避難路や避難所を整備するなどといった、防災時機能を高める事業がある。

震後の対応については、人命救助活動の展開、避難等必要な活動への誘導、応急の処置による2次災害の防止、円滑な復旧活動のために必要な人材・機材の投入による機能回復、などの対応を如何に迅速かつ適切に行うために平常時からの準備が必要となってくる。

本報文では、以上の観点より国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター地震防災研究室が実施する調査および研究の一部を紹介する。なお以上の問題を解決するためのキーとなる視点は、

- ・災害を具体的にイメージし科学的なアプローチをする、

- ・過去の教訓を活かす、
 - ・適切に情報を管理する、
- の3点である。

2. 防災事業

(1) 地震のリスク評価に基づく防災事業計画

防災事業といえども効果が無いところで実施すれば無駄になる。限られた予算で最大の減災を実現するためには、リスクマネジメントの観点から、地震が起こる可能性が高く、かつその地震によって被災する可能性が高い施設、更にその被災の影響がより深刻なところに、予算を投入して行くことが有効である。

このような観点は決して目新しいものではないが、公共土木施設に対して、地震防災事業の効果を定量的に評価する実用的な手法は確立していない。そこで国土技術政策総合研究所では、現場が事業効果に基づいてリスク回避できるよう、これを支援する一連の手法を研究してきた。

(2) 効果的防災事業のための基本的な考え方

効果的防災事業のための基本的な考え方は、「まえがき」に述べた、災害を具体的にイメージし科学的なアプローチをするということである。それは別の言い方をすれば図-1に示す3つの要素を科学的に評価するということになる。この3つの要素とは、

- ・そもそもの構造物が地震を受けるリスク（地震ハザード）、
- ・構造物被災が緊急の救援活動を含め社会に及ぼす

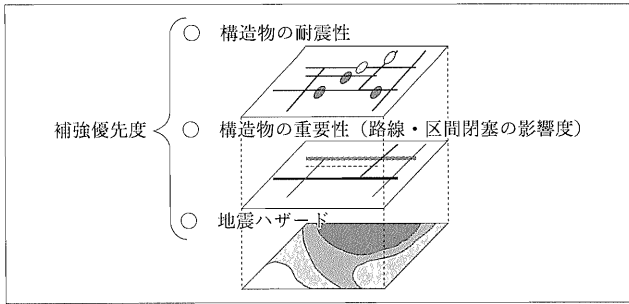


図-1 補強優先度を決定する要素

影響の大きさ (構造物、道路であれば区間の重要性)、

- ・ 構造物自体の耐震性、

である。これを定量的に評価できれば、どのようなリスクが存在するかを認識し、そのリスクを定量的に評価することで、損失を最小にする防災事業計画が策定できることになる。

一方、膨大なデータと詳細な解析によって適切な評価ができたとしても、検討に必要な情報の収集だけで膨大なコストを費やしてしまうなど、現実的ではない。そこで実用性を高めるための手法の簡便化も重要な研究事項である。以下、3つの要素をどのように評価するか、研究の成果を示す。

(a) 地震ハザードの考え方

地震ハザードの考え方には2通りある。1つは確定論的な考え方で、例えば東海地震など、切迫する地震や、危険性が指摘されている地震が起こった場合にどのような地震動が発生するかを評価する方法である。

地震防災研究室では、これを評価するための工学的

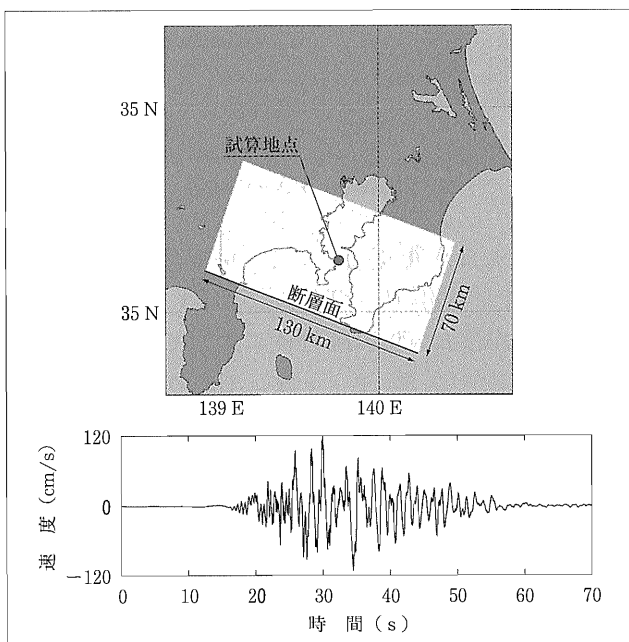


図-2 断層面を仮定し地震動を推定する方法

に実用的な手法として、統計的グリーン関数法によるレベル2地震動の設定手法を開発した¹⁾。この方法は図-2のように一つの地震が発生した場合の地震動の分布を評価することができる設計地震動の決定のために有効な方法であり、既に長大橋等の設計地震動の設定に用いられている。

もう一つは、確率論的な考え方である。地震は既知の活断層に起因するもの、プレート境界で発生するもの、および伏在断層等それらに分類されない原因に起因するものがある。地震防災研究室ではそれぞれについて最新の調査結果に基づき、発生確率および地震の強さの確率を設定し、日本全国あらゆる箇所でも確率論的な地震ハザードを設定できるようにした。計算の一例を図-3に示す。

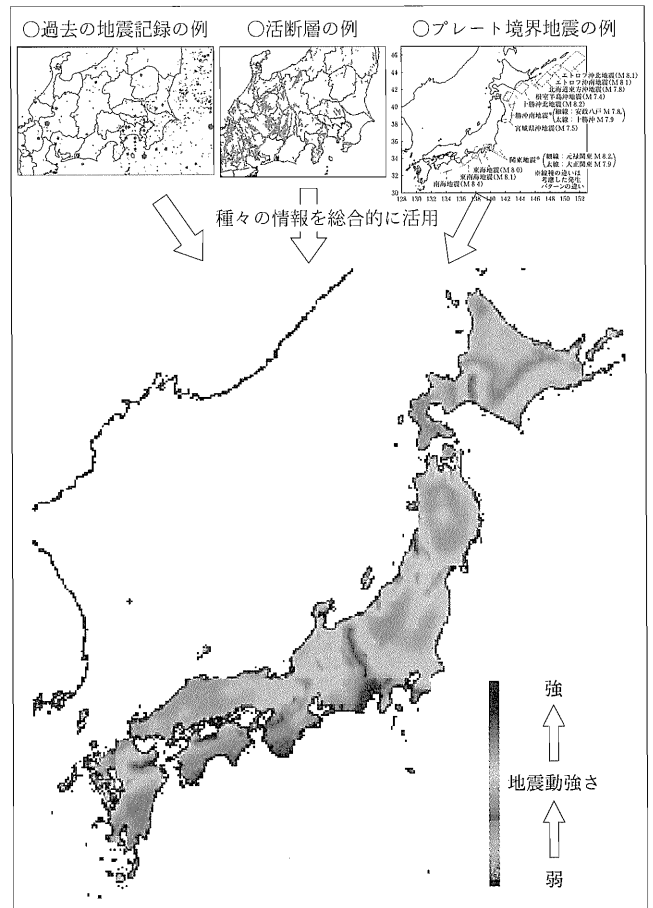


図-3 確率論的な地震危険度マップ

リスクとは本来確率を考慮するものであるから、リスクマネジメントに有効と考えている。なお最近地震調査研究推進本部から同種の地図が公表された。これとの相違点は、潜在的にどこでも発生する地震を大きめに評価している点である。

(b) 重要性の評価

重要性は多岐にわたる被災の影響を評価し、その大

小、深刻さに基づき評価される。このため被害損失を貨幣換算し定量的に算出する方法を研究中である。損失の評価項目の選定は合意形成が難しいところであるが、影響が小さいもの、評価が不可能または膨大な調査を要する等、著しく困難であるものは除くという方針に基づき、表一1のように選定した。

表一1 被害損失の評価項目の選定

損 失 項 目		被害額評価の難易度	被害額の大きさ	防災投資効果としての考慮		
直接損失	道路施設本体の物的損失	普通	中	○		
	道路施設の損傷に起因する物的損失	跨線橋下部鉄道施設	普通	大	△	
		添架ライフラインの損失	普通	小	△	
道路施設の損傷に起因する人的損失	普通	大	○			
間接損失	通常交通の通行障害	迂回	普通	大	○	
		交通の取り止め	普通	大 但し地域による	×	
		公共サービスの低下	困難	小	×	
		交通事故の増加	困難	小	×	
		住民生活の快適性減少	困難	小	×	
	緊急車両の通行障害	消防活動車両	普通	大	○	
		救護輸送車両	普通	大	○	
		復旧工事車両	困難	大	×	
		緊急物資輸送車両	困難	小	×	
		避難支障	困難	小	×	
		情報伝達(被災状況・安否)支障	困難	小	×	
		空間機能低下による損失	跨線橋下部の鉄道機能停止	普通	大	△
			添架ライフラインの供給停止	普通	大	△
その他	自然環境の悪化	困難	小	×		

○：必ず考慮
△：地域の防災上必要に応じて考慮
×：考慮しない

考慮される損失は直接損失と間接損失に大別されるが直接被害は構造物本体の被害額および構造物被災に伴う人的損失である。間接損失は迂回損失および消防活動車両の通行障害を重視している。構造物の被害によって生じる異常の損失を貨幣換算することによって重要性を評価することができる。

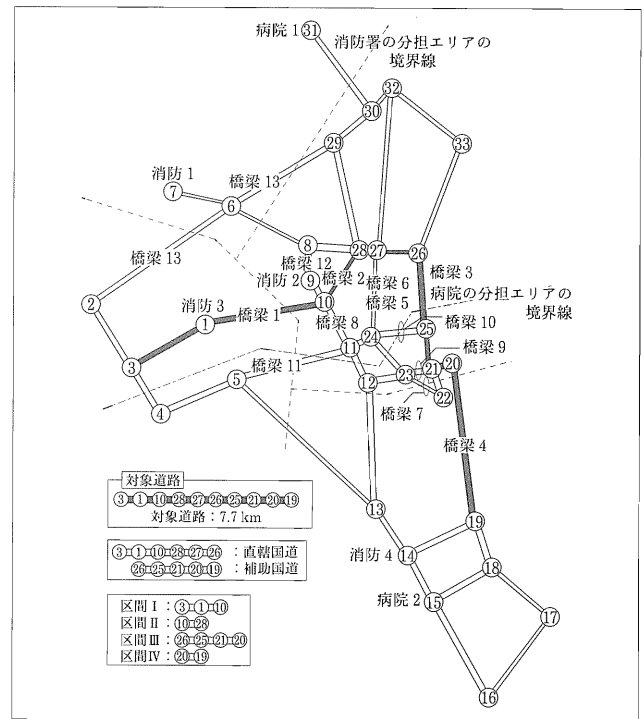
(c) 構造物の脆弱性

構造物の脆弱性について土木研究所と分担して、橋梁、盛土、斜面の地震に対する評価が可能となるよう研究中である。橋梁についてはこれまでも、橋梁の適用方書等、耐震性を左右する主要な要因に着目し、ミクロに橋梁毎の被災度を判定する手法を開発し、現

場等でも活用してきたが、橋梁についてはこれまで以上に高精度な手法を、盛土、斜面については新しい手法が提案される予定である。

(d) 統合のイメージ

以上の方法を統合すれば、道路ネットワークに対し、確率論的な地震ハザード、構造物の重要性および構造物の脆弱性に基づいた、防災事業の投資効果が算定可能となる。ここでは具体的手法は省略するが、これまで開発してきた方法を統合化した評価のイメージを、ケーススタディー結果により例示する。評価すべき橋梁を含むネットワークは図一4である。この地域に影響を与える地震としては東海地震を含め15の地震が抽出された。確定的に東海地震が発生したと仮定した場合の東海地震に対する損害額は表一2(上段)のとおりである。



図一4 道路ネットワークモデル

想定した東海地震に関して発生確率等を考慮して算定した今後1年間の年間期待損失額は22.8億円となる(表一2中段)。他の14地震に対しても同様に計算し、総和したのが表一2(下段)であり、直接被害と間接被害を合わせて約24.1億円の期待損失が計算された。この地域においては東海地震の寄与が圧倒的に高い事になる。これに対策を施すと期待被害額は19億円低い5億円と計算された。対策後も被害額が0とならないのは、道路橋示方書におけるレベル2地震動に対する目標耐震性能が、「地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかに

表-2 対策効果 (単位:百万円)

	被害額						計	
	直接被害額		計	間接被害額		計		
	物的被害額	人的被害額		迂回による被害額	緊急車両の通行障害による被害額 消防活動 救護輸送			
東海地震(確定論)	2,570	1,223	3,793	28,726	2,549	71	31,346	35,139
東海地震(期待値)	167	80	247	1,870	166	5	2,041	2,288
全ての地震(期待値)	179	85	264	1,964	176	5	2,145	2,409

表-3 区間毎の費用便益

	区間I	区間II	区間III	区間IV
B/C	0.15	22.3	20.9	40.1

行いうる性能」となっており、無被害を保証するものではない事による。費用対効果の面からは、区間4の耐震対策の最も投資効果が高い区間を特定できる事がわかる(表-3)。

(e) 今後の課題等

以上のように、災害を具体的にイメージし科学的にこれを評価する手法を開発してきたわけであるが、現在、容易に入手できるデータで実用的に計算する手法への改良に取り組んでいる。

また地震防災研究室では平成16年度から地震、津波が複合した道路ネットワークの被災およびその影響を評価する手法を開発中であり、スマトラ沖地震の被害調査を行いつつ、写真-1に示すような実験を実施するなど、津波に対する構造物耐力を研究中である。

3. 危機管理上の課題への対応

(1) 災害対応の調査(教訓を活かす)

地震防災研究室では、目安として震度6弱以上の地震が発生する度に、地方整備局において災害対応の実態および課題を調査してきた(例えば文献2および3)。調査目的は主に以下の2点であり、調査項目は表-4のとおりである。

- ① 災害時対応の課題を調べ、教訓として蓄積するとともに今後の改善方策を明らかにする。
- ② 実際に実施している、あるいは実施予定の災害時の対応を改善するための研究に用いる具体的なデータを収集する。

以下、まずは①の目的に沿って調査結果をまとめた事例を紹介することで、本報文の目的でもある危機管理上の課題について述べる。

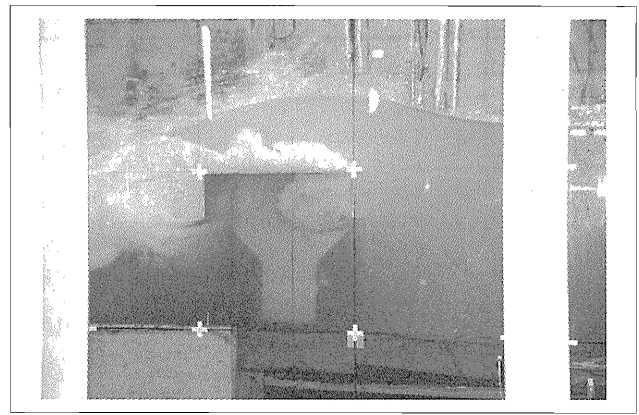


写真-1 橋桁に作用する津波の波力実験

表-4 調査項目

調査項目	調査事項の例
1 参集, 体制構築, 体制解除	① 参集, 体制構築段階での混乱 ② 防災エキスパート等外部支援の利用 ③ 体制下の職員交代等
2 初動, 施設点検, 被害報告, 状況把握	① 点検時の支障 ② 防災ヘリコプターの利用 ③ CCTVによる被害・状況把握
3 情報収集, 上位機関・自治体等との連絡	① 他部署, 他機関との情報連絡 ② 電話, ファクスによる情報連絡 ③ 情報集約, 共有 ④ 区市町村の情報への入手
4 締結していた応援協定の実施	① 協定の実施状況
5 マスコミ・問合わせ対応	① 公表情報, 問合わせに対する苦情 ② 住民対応, マスコミ対応の負荷度合い ③ 住民, マスコミからの問合わせ
6 事前の準備 (防災訓練, 点検・対応要領・情報システムの整備)	① 防災訓練の効果 ② 日頃からの準備, 事前の取決めでの不足事項 ③ マニュアルの利用
7 その他	① 上記の調査事項以外での反省, 教訓

(2) 危機管理上の課題

表-4の調査項目について、これまでの調査結果を総括したものが表-5である。このような課題を踏まえて、以下に今後の震後対応の改善に向け特に重要と考える検討のポイントを述べる。

(a) 円滑な体制構築

地震発生時の状況によっては参集が困難であったり、本務地以外に参集する職員がいたりする。また、他事務所職員、防災エキスパート、協定業者等外部からの応援者が多数参集する。これら組織化されていない多数の人間を組織する作業を円滑に行う平常時からの準備や、初動期に適用できる手法を検討する必要がある。

(b) 人員・資機材等の運用マネジメント

地震の規模が大きくなるほど、必要な人員・資機材の分量が増すが、現実には地震規模が大きくなるに従い、被災地に居住する担当人員、資機材プラント自体が被災し迅速な対応が困難となる。そこで、外部から

表-5 これまでの調査から得られた課題の整理

調査項目	課題
1 参集、体制構築、体制解除	<p>※ 遠方からの参集は参集経路の被災により長時間を要する</p> <p>※ 庁舎の被災により初動対応全般に遅延が生じる</p> <p>☆ 安否確認に手間と時間を要する</p> <p>☆ 多数の応援人員を効果的に活用できていない</p> <p>☆ 余震が続く中での全員体制から交代制への移行、体制のシフトダウンのタイミングが難しい</p>
2 初動対応、状況把握	<p>☆ 職員や施設点検委託業者の被災等により点検要員が確保できない</p> <p>☆ プラントの被災等により応急復旧資機材の確保に支障が生じる</p> <p>☆ 夜間の施設点検は安全確認が難しく、また通常時より時間を要する</p> <p>☆ 点検に際し、他管理者の施設の被災状況（通行可否、迂回路）が分からない</p> <p>☆ 点検ルート上の被災により被災箇所遠の点検が遅延する</p> <p>☆ 航続距離の不足、夜間設備なし、電波不感地帯での連絡支障等により、防災ヘリコプターでの十分な被災状況把握ができない</p> <p>☆ 停電・光ケーブル断絶、設置箇所が少ない、細部（クラック等）の確認ができない、高感度機種でも夜間は詳細が見えない等、CCTVによる情報収集はメリットもあるが限界もある</p> <p>☆ 自治体は少ない人員で多数の施設を管理しているため状況把握等に時間を要する</p> <p>☆ 一般等からの情報提供を活用できる人的余裕がない</p> <p>☆ 余震が頻発すると、本震と同様の対応（「30分ルール」や施設点検）を行うことが困難となる</p>
3 通信手段	<p>※ マイクロ回線中継施設の被災により通信手段が断絶する</p> <p>※ 電話回線の輻輳や、山間地の電波不感地帯の存在等により、現地からの連絡が困難な場合がある</p>
4 上位機関・他機関との連絡	<p>※ 不要・不急の指示、規定された指示系統によらない指示は現場を混乱させる</p> <p>※ お互いに対応に追われており、情報のやりとりが遅れる、忘れられる</p> <p>※ 電話回線がつながりにくく、ファクスの不達、着信確認もできない場合がある</p>
5 災害情報の連絡・管理	<p>※ 被災箇所が多くなると地図やホワイトボードがごちゃごちゃになり判別しづらい</p> <p>※ ホワイトボード、現地画像、パソコン等の活用が重要であるがマンパワーが不足する</p> <p>※ 被害が多い部署では情報システム入力に余裕がない</p> <p>※ 使用できる人が限られている、アクセスが集中すると使用できない等の不都合がある</p> <p>※ ファクスは操作が簡単、時間管理が楽というメリットがある反面、大量に送られてきた場合の中身の確認、整理が大変、字が潰れる、白黒写真では被災状況を把握するのに限界がある等のデメリットがある</p>
6 マスコミ・問い合わせ対応	<p>※ マスコミからの問い合わせ（電話、現地取材等）に対する作業負荷が大きい</p> <p>※ 伝達された情報がすぐに提供されずストックされる、伝達内容が途中で食違う等、情報がスムーズに流れない場合がある</p> <p>☆ 道路の規制情報だけでなく通行可能箇所、迂回路の提供ニーズがあるが、短時間での情報収集・整理及び情報の正確性が課題となる</p>
7 事前の準備	<p>☆ 実際の災害対応に役立つ訓練ができていない</p> <p>☆ マニュアルに作業上どちらを優先すべきかの明確な記述がなく判断に迷う</p> <p>☆ マニュアルが被災規模によらず一律に規定されている</p> <p>☆ 普段から他地整の災害対応の状況を知る機会もあったが他人事という意識があり、教訓が活かされていない</p>

☆：新潟県中越地震の調査でのみ得られた課題

※：既往調査でのみ得られた課題

の適切な支援を行うため、人員や資機材の戦略的配置、運用をマネジメントすることが非常に重要であり、このための手法を検討する必要がある。

(c) 情報伝達・管理手段の適切な使い分け

災害の状況把握、情報共有、情報提供等の各フェーズにおいて様々な既往、新たな手段がある。手段にはそれぞれ特徴があり、作業の特徴を踏まえて手段を使い分けることが必要だと思われる。また、災害規模によっても適切な手段は異なるという点も考慮する必要があり、手段の使い分け、適切な組み合わせについて整理が必要である。

(d) 災害対応に役立つ訓練

十勝沖地震では、発災の約1週間前に被害想定に基づいたロールプレイングが実施されており、震後対応に大変役だったとの事例がある²⁾。一方、

① 通信網が使えない、

② 参集人員を半数にする

等、様々な悪条件を想定した訓練の必要性も指摘されている。³⁾

以上は、想定が可能な事態、災害の様相を十分にイメージし、訓練や制度の整備など平時時の具体的対応によって十分に備えるということによって相当の対応ができる。2章「防災事業」に述べた被害推定方法はこのために用いることも狙っている。地震防災研究室では、このような被害推定を用いて具体の検討をするための方法論についても研究中である。

またこの調査に合わせて3章(1)節②項に述べたとおり被災事例、復旧に要する時間などのデータを収集しているが、被害の推定、被害の影響を科学的に評価できるようにするための基盤的データとして重要と考える。

(3) 災害対応の改善を支援する技術開発

以上のような訓練、体制の工夫、制度の改善などいわずソフト的な改善は、今持っている資産を最大限に活用する、失敗を防ぐアプローチとも言えるが、ソフト的な工夫にも限界はある。

一方では、現場を大きく変える技術を開発し、導入する必要がある。この観点からも地震防災研究室では、いくつかの研究を実施中である。冒頭に述べた「適切に情報を管理する」という観点から災害把握を迅速化し、意志決定に必要な情報を迅速かつ確実に伝達、共有する手段として防災情報共有システムを開発中である。また被害を早期に把握する観点から、リモートセンシングの活用、即時震害予測システムの開発も実施中であるが、ここでは誌面の都合で項目を挙げるにと

どめる。

4. おわりに

以上、災害に関する危機管理の課題と平常時からの備えについて記述した。誌面の関係で防災情報共有システムについては十分に説明できなかったが、単なるコンピュータシステムとしてではなく、災害対応の業務と緊密に連携する広義のシステムとして、効果を発揮するよう研究中である。

現場に新しい手段を提供する研究において、道具の開発だけでは結局使われない。道具を用いた現実のアクションを、現場と十分に意思疎通の下考察し、現場との協働によって開発することが必須と考えている。

この見地から現場の関係各位には多大な協力を賜ってきたが、将来、大地震があった際に、現場の努力と

研究成果がかみ合い、減災を達成できるよう引き続きご指導を賜りたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 片岡, 日下部他: 想定地震動に基づくレベル2地震動の設定手法に関する研究, 国土技術政策総合研究所研究報告, No. 15, 平成15年10月
- 2) 日下部: 平成15年十勝沖地震を踏まえた震後対応に関わる今後の課題, 土木技術資料, 46巻, 11号, pp.58-63, 2004.11
- 3) 鶴田, 真田, 日下部: 平成16年(2004年)新潟県中越地震における震後対応上の教訓, 土木技術資料, 46巻, 11号, pp.58-63, 2004.11

【筆者紹介】

日下部毅明 (くさかべ たかあき)
国土技術政策総合研究所
危機管理技術研究センター
地震防災研究室



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論 (建設工事と公害, 現行法令, 調査・予測と対策の基本, 現地調査)
- 各論 (土木, コンクリート工, シールド・推進工, 運搬工, 塗装工, 地盤処理工, 岩石掘削工, 鋼構造物工, 仮設工, 基礎工, 構造物とりこわし工, 定置機械(空気圧縮機, 動発電機), 土留工, トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説, 環境騒音の表示・測定方法(JIS Z 8731), 振動レベル測定方法(JIS Z 8735)

■体 裁：B5判, 340頁, 表紙上製

■定 価：会 員 5,880円(本体5,600円) 送料 600円

非会員 6,300円(本体6,000円) 送料 600円

・「会員」本協会の本部, 支部全員及び官公庁, 学校等公的機関

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289