

レディーミクストコンクリートの品質確保について

国土交通省大臣官房技術調査課

課長補佐 田中 基裕
たなか もとひろ



はじめに

過剰な水がコンクリートの品質に悪影響を与えることから、単位水量の管理をすべきであるとの指摘は繰り返し行われてきたところである。さらに、2003年4月、京都府の日本道路公団の工事現場でレディーミクストコンクリートへの加水が発覚し、適正な単位水量管理の必要性が再び注目されることとなった。

レディーミクストコンクリートへの加水は、水セメント比が増加し、強度低下を引き起こすこととなる（図－1）。

また、加水により単位水量が増加すると、スラ

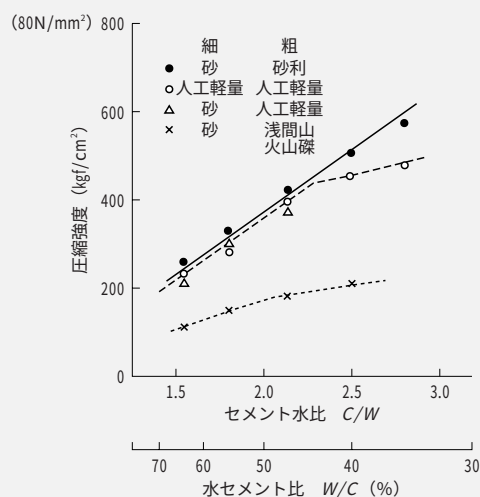
ンプが増加する（図－2）。

国土交通省では、これまでにコンクリート構造物の品質確保に関するさまざまな取り組みを進めてきたが、この状況を鑑み、レディーミクストコンクリートの品質確保を図る観点から、2003年10月に、土木工事において、単位水量の測定、スランプ管理の適正化、および、工場選定を的確に実施することとした。

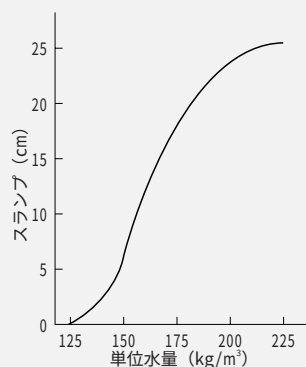


今回の品質確保の概要

土木コンクリート構造物の品質への影響に対し、今回実施する三つの対策概要は以下のとおりである。



図－1 圧縮強度と水セメント比の関係
(コンクリート技術の要点 03((社)日本コンクリート工学協会)引用)



図－2 単位水量とスランプの間の傾向
(コンクリート技術の要点 03((社)日本コンクリート工学協会)引用)

(1) 単位水量の測定

コンクリートの品質確保のために、受注者に従来の品質管理基準に加えて、単位水量の測定を実施させる。

(2) スランプ管理の適正化

受注者に、コンクリート施工時にポンプの筒先において、選定したスランプの値を確保して施工させることとし、ポンプ圧送によるスランプダウンを考慮して、現場の荷卸し時点でのスランプ管理を実施させる。

(3) 生コン工場選定の再確認

受注者の使用する生コンは、共通仕様書に記載した「JIS マーク表示認定工場で、かつ、品質確保、資格運用を適切に行っている工場から選定することを基本とする。」ことを的確に実施することとした。



単位水量の測定について

コンクリートに対する水の問題は品質、特に耐久性に問題を生じさせることから品質確保の一方策として実施することとした。この結果、水分量を考えた骨材管理、配合設計と現場納入コンクリートとの差をなくす品質管理の実施、目標値を定めることにより品質のバラツキを少なくする品質管理が必要となり、信頼性を向上させるものと期待している。

(1) 適用範囲

単位水量の測定は、水中コンクリート、転圧コンクリート等特殊なコンクリートを除き、1日当たりコンクリート種別ごとの使用量が100m³以上施工するコンクリート工を対象としている。

(2) 測定機器

単位水量の測定方法は、強制的に水分を飛ばして含まれていた水分量を求める加熱乾燥法、試料の容積から水分量を推定する単位容積質量法、中性子の特性を利用した RI 法、試薬や遠心分離機などを用いるその他の方法の四つに大別されるが、それぞれ特性があり方法は限定していない。今後、測定機器は、早くて安くて確実な方法へと

淘汰されていくものと考えている。

なお、測定機器については、施工計画書に記載させるとともに、事前に機器諸元表、単位水量算定方法を監督職員に提出するものとし、使用に当たってはキャリブレーションされた機器を使用することとした。

(3) 品質の管理

単位水量の測定は、現場での荷卸時に必須となっている塩化物総量規制やスランプ試験、空気量測定時とあわせて、打込み直前のレディーミクストコンクリートで実施することとした。

(4) 単位水量の管理基準

単位水量の管理値は、表―1のとおりとする。

表―1

区分	単位水量 (kg/m ³)
管理値	配合設計±15kg/m ³
指示値	配合設計±20kg/m ³

(注) 示方配合の単位水量の上限値は、粗骨材の最大寸法が20～25mmの場合は175kg/m³、40mmの場合は165kg/m³を基本とする。

単位水量の増減によるスランプ量の変化を単位推量とスランプ間の傾向より求めると、仮に配合設計時の単位水量を175kg/m³とすると、管理値±15kg/m³ではスランプ量は7cm程度、指示値±20kg/m³ではスランプ量は9.5cm程度が目で見ても分かる大きな変化を示すこととなる。

なお、管理値、指示値の設定に当たっては、現在提案されている各測定方法の推定誤差をやや大きめに±10kg/m³見込み、生コンの製造において許容される変動幅を暫定的に±10kg/m³とし、管理値は、それらの累積誤差($\sqrt{10^2+10^2}=14.14$)を丸めて15kg/m³とし、指示値は、測定誤差と許容変動幅の最大値の合計(10+10=20)より20kg/m³として設定している。

(5) 単位水量の管理記録

受注者に対して管理記録を保管・提出することを義務付けた。

(6) 測定頻度

単位水量の測定頻度は、以下に示す①および②によって実施する。

- ① 2回/日（午前1回，午後1回），および，品質の変化が認められた時に実施する。
- ② また，構造物の重要度に応じて $100\sim150\text{m}^3$ に1回実施するものとする。なお，重要構造物とは，高さが5m以上の鉄筋コンクリート擁壁（ただし，プレキャスト製品は除く），内空断面が 25m^2 以上の鉄筋コンクリートカルバート類，橋梁上・下部（ただしPCは除く），トンネルおよび高さが3m以上の堰・水門・樋門とする。

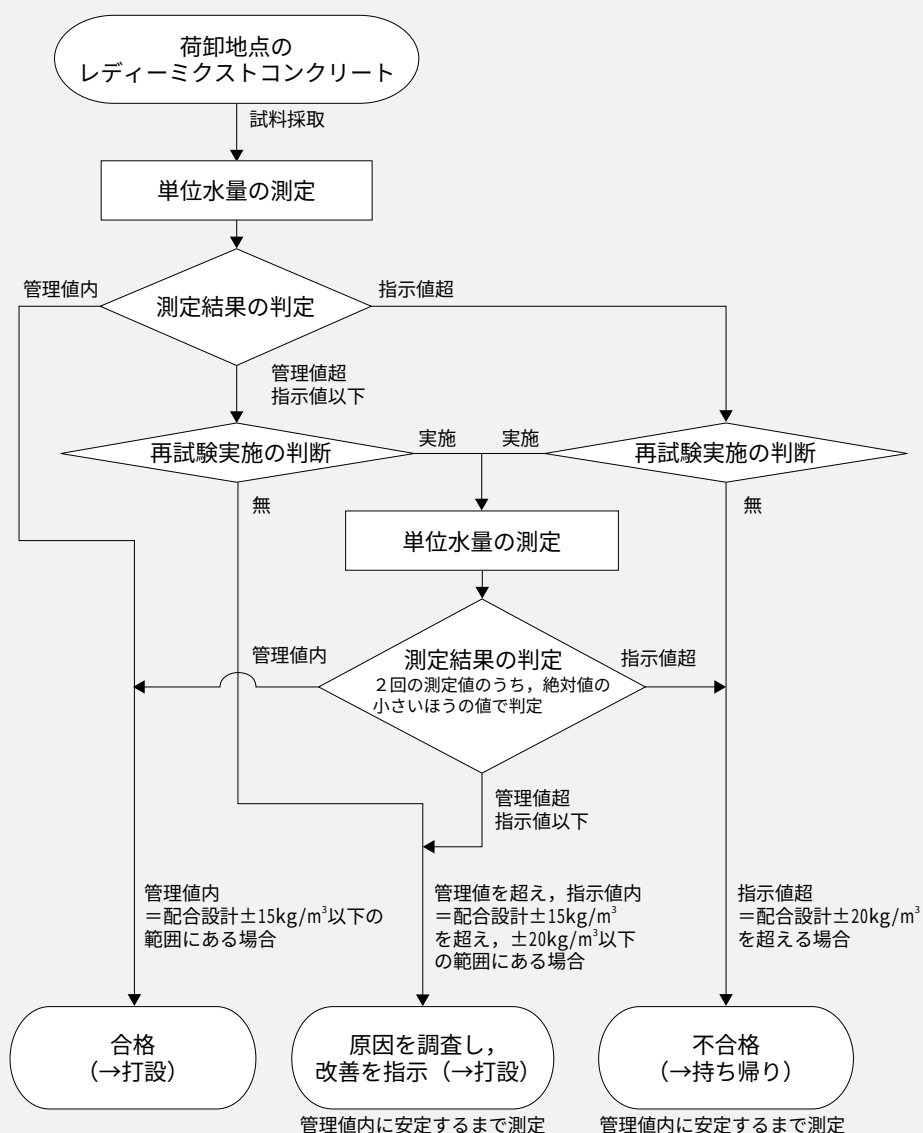
(7) 測定結果と対応

図一3に測定フローを示す。

現場で測定した単位水量の管理は表一2に示す

表一2

測定値	対応
管理値内の場合	そのまま打設して良いものとする
管理値を超え指示値内の場合	そのまま施工してよいが，受注者は，水量変動の原因を調査し，生コン製造者に改善の指示をしなければならない その後，管理値内に安定するまで，運搬車の3台ごとに1回，単位水量の測定を行うこととする。なお，「管理値内に安定するまで」とは，2回連続して管理値内の値を観測することをいう
指示値を超える場合	その運搬車は打込まずに持ち帰せるとともに，受注者は，水量変動の原因を調査し，生コン製造者に改善を指示しなければならない。その後，単位水量が管理値内になるまで全運搬車の測定を行う



図一3 レディーミクストコンクリートの単位水量測定の管理フロー

とおりとする。

なお、管理値または指示値を超える場合は1回に限り試験を実施することができることとしている。これは、JIS A 5308に規定されている「スランプ及び空気量」の検査方法において、「許容の範囲を外れた場合、1回に限り試験を行い、その結果が規定に適合すれば合格とする。」に準拠して規定するものである。

再試験を実施した場合は2回の測定結果のうち、配合設計との差の絶対値の小さいほうの値で評価することとする。

4

スランプ管理の適正化について

コンクリートのスランプ管理は以下に示すものとする。

(1) 測定頻度

今回の通知に該当する場合は、単位水量測定と整合させて、2回/日（午前1回、午後1回）または構造物の重要度と工事の規模に応じて100m³～150m³ごとに1回、および荷卸し時に品質の変化が認められた時に実施することとする。

(2) スランプの管理地点

コンクリート打設時にポンプの筒先等の適切なワーカビリティを確保するため、場内運搬時のスランプロスを考慮してコンクリートのスランプを指定して荷卸し地点でスランプ管理を行うこととして適正化を図った。

(3) コンクリートポンプ使用の影響

コンクリートポンプを用いる場合は、コンクリートのポンプ施工指針（土木学会）等の規定によることとし、コンクリート打込み地点とスランプ管理地点である荷卸し地点の差を見込むこととした。

図-4に圧送前後のスランプ変化の測定例（コンクリートのポンプ施工指針（土木学会）を示す。

なお、圧送前後のスランプの変化については土木学会の指針だけでなく、幅広いデータ整備が必要と考える。

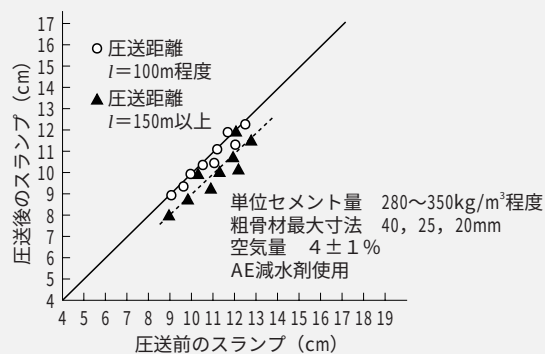


図-4 圧送前後のスランプ変化の測定例
（コンクリートのポンプ施工指針（土木学会）引用）

5

工場選定の厳格化

平成15年度の土木工事共通仕様書で、受注者の使用する生コンは「JIS マーク表示認定工場で、かつ、コンクリートの製造、施工、試験、検査及び管理などの技術的業務を実施する能力のある技術者（コンクリート主任技士等）が常駐しており、配合設計及び品質管理等を適切に実施できる工場（全国品質管理監査会議の策定した統一監査基準に合格した工場等）から選定する」ことを基本としており、品質確保、資格運用を適切に行っている工場から選定することを再確認した。

6

さいごに

今回の方策の実施に当たっては、コンクリートの品質確保を図るために多くの関係者の協力を得たところであり、この場をお借りして感謝申し上げたい。実施に当たり一部に問題点のみを指摘する声があるが、関係者からは信頼性確保、実施可能である、効果の方が大きいといった点から協力を得たものである。

今後は、今回の方策だけでなく、さらに、さまざまなコンクリート構造物の品質確保の努力がなされることが重要と考えている。

平成15年災害の発生状況について

国土交通省河川局防災課企画係



平成15年発生災害の状況

平成15年においては、1月から3月上旬にかけて東北、北陸、中国地方を中心に被害をもたらした冬期風浪、5月26日に発生した宮城県沖を震源とする地震、5月下旬から6月上旬にかけての台風第4号、7月中旬の梅雨前線豪雨および7月26日に発生した宮城県北部を震源とする地震、8月上旬の台風第10号、9月26日に発生した平成15年(2003年)十勝沖地震など、全国各地で風水害等により尊い人命と貴重な財産が失われるなど多くの被害が発生している。

平成15年発生災害に係る国土交通省所管公共土木施設の被害は、直轄で620億円(226カ所)、補助で2,282億円(15,601カ所)、合計2,902億円(15,827カ所)が報告されている(図-1, 2)。



主な災害の概要

(1) 冬期風浪

1月から3月上旬にかけて強い冬型の気圧配置となる日が多く、波浪警報が発せられるなど強風の日が続いた。このため、北海道、東北、北陸、中国を中心に13自治体において、高波の影響により、海岸堤防や離岸堤、消波堤の被災など公共土木施設について59カ所、約106億円(直轄、補助計)の被害が発生した(写真-1)。

図-1 月別被害報告額(平成15年)

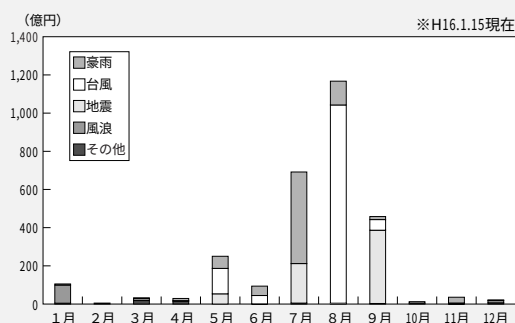


図-2 月別累計被害報告額(平成10年~平成15年)

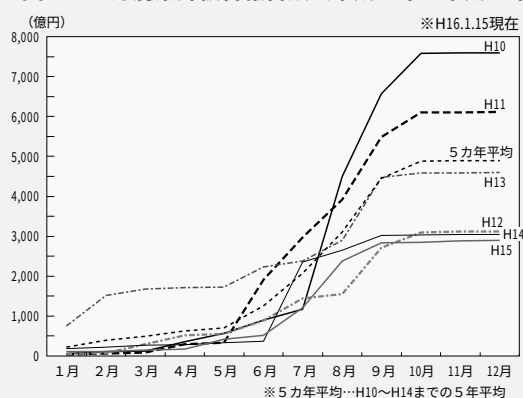


写真-1 冬期風浪に伴う高波浪により被災した道路(新潟県相川町 主要地方道佐渡一周線)

(2) 宮城県沖を震源とする地震

5月26日18時24分頃、宮城県沖を震源（深さ約72km）とするマグニチュード7.1（暫定値）の地震が発生し、岩手県大船渡市、衣川村、平泉町、室根村、江刺市および宮城県高清水町、桃生町、石巻市、涌谷町、栗駒町、金成町で震度6弱を観測したほか、北海道から近畿地方にかけて震度5から1を観測した。震度6弱を記録したのは、平成13年芸予地震以来であった。

地震により、負傷者174名、住家全壊2棟、半壊21棟、一部損壊2,404棟、床下浸水1棟の被害が発生した（消防庁調べ：11月21日15時30分現在）。

公共土木施設については、岩手県、宮城県において209カ所、約54億円（直轄、補助計）の被害が発生した（写真－2，3）。



写真－2 地震により被災した道路
（宮城県加美町 主要地方道最上小野田線）



写真－3 地震により被災した道路
（宮城県鶯沢町 町道細倉大土森線）

(3) 台風第4号

5月26日に発生した台風第4号は、勢力を強めながら沖縄・奄美の東海上を北上し、5月31日5時に、愛媛県宇和島市付近に上陸した。その後、31日9時に四国の東部で温帯低気圧に変わり、同低気圧は近畿地方を経て日本海をさらに北東へ進んだ。この影響で、東海地方と関東地方南部では、31日に入ってから同日昼過ぎにかけて局地的な激しい雨を観測した。特に三重県御浜では、5時までの1時間に93mmの猛烈な雨を観測した。また5月30日から6月1日にかけての3日間の総雨量は、三重県尾鷲で497mmを観測した。台風第4号の上陸（5月31日）は、昭和26年の統計開始以来、第3位の早さであった（第1位は、昭和31年4月25日に九州へ上陸した台風第3号）。

公共土木施設については、四国、九州地方を中心とする14自治体において938カ所、約133億円（直轄、補助計）の被害が発生した（写真－4）。



写真－4 台風第4号に伴う豪雨により被災した河川護岸
（高知県中村市 一級河川勝間川）

(4) 7月梅雨前線豪雨

日本列島上の梅雨前線の活動は、7月後半に入ってから活発化した。18日は西日本のところどころで日雨量100mmを超える大雨となった。梅雨前線は、九州北部に停滞し、19日未明には大宰府で1時間104mmを記録するなど、福岡県を中心に激しい雨が降り、日雨量は300mmに達した。四国でも日雨量で400mmに達する大雨となったところがあった。

その後も梅雨前線は、九州北部に停滞を続け、前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、前線の活動がさらに活発化した。

19日の夜半から20日の明け方にかけて、水俣の1時間81mmをはじめとして、長崎・熊本・宮崎・

鹿児島県の各県を中心に局地的に非常に激しい雨が降り、日雨量は200mmを超えた。

21日には、東日本から西日本にかけての広い範囲で、大気的不安定な状態が続き、福島・新潟・大分・長崎の各県で日雨量100mmを超える大雨となった。

梅雨前線に伴う大雨等により、土砂災害や河川の増水による被害が発生し、死者23名、負傷者25名、住家全壊51棟、半壊56棟、一部損壊161棟、床上浸水3,558棟、床下浸水4,188棟の被害が発生した（消防庁調べ：9月9日18時30分現在）。

公共土木施設については、九州地方を中心とする19自治体において2,544カ所、約296億円（直轄、補助計）の被害が発生した（写真－5，6）。

（5）宮城県北部を震源とする地震

7月26日0時13分頃、宮城県北部を震源（深さ約12km）とするマグニチュード5.6（暫定値）の地震が発生し、宮城県矢本町および鳴瀬町で震度



写真－5 梅雨前線豪雨により被災した河川護岸
（福岡県太宰府市 二級河川御笠川）



写真－6 梅雨前線豪雨により発生した土砂災害
（熊本県水俣市宝川内地区）

6弱の大きな地震を観測したほか、東北地方から関東地方にかけて震度5強から1を観測した。

その後、7時13分頃には、午前0時13分頃に発生した地震とほぼ同じ場所を震源とするマグニチュード6.4（暫定値）の地震が発生し、宮城県矢本町、南郷町および鳴瀬町で震度6強を観測したほか、東北地方から関東地方にかけてと北海道や中部地方の一部で、震度6弱から1を観測した。

さらに16時56分頃には、マグニチュード5.5（暫定値）の地震が発生し、宮城県河南町で震度6弱を観測した。以上、3度の地震により、負傷者677名、住家全壊1,247棟、半壊3,698棟、一部損壊10,975棟の被害が発生した（消防庁調べ：12月8日11時30分現在）。

公共土木施設については、岩手県、宮城県において358カ所、約207億円（直轄、補助計）の被害が発生した（写真－7，8）。

（6）台風第10号

8月3日15時フィリピン東において発生した台



写真－7 地震により被災した河川堤防
（宮城県鹿島台町 一級河川鳴瀬川）



写真－8 地震により被災した道路
（宮城県矢本町 主要地方道石巻鹿島台大衡線）

風第10号は、7日強い勢力で沖縄本島および奄美諸島を通過し、8日21時半頃強い勢力を保ったまま高知県室戸市付近に上陸し、9日6時頃兵庫県西宮市付近に再上陸し、10日2時過ぎ北海道襟裳岬付近に三たび上陸し、10日6時に国後島付近で温帯低気圧に変わった。この台風の影響により、南西諸島と西日本の各地で暴風が吹いた。また、九州から関東にかけての太平洋側を中心に大雨が降り、総雨量は多いところで約700mmに達した。また、北海道でも前線と台風の影響により、多いところで約400mmの大雨となった。

台風第10号に伴う大雨等により、河川の増水による被害が発生し、死者17名、行方不明者2名、負傷者94名、住家全壊28棟、半壊27棟、一部損壊559棟、床上浸水389棟、床下浸水2,009棟の被害が発生した（消防庁調べ：10月15日13時30分現在）。

公共土木施設については、北海道、静岡県、高知県など28地方公共団体において5,204カ所、約1,037億円（直轄、補助計）の被害が発生した（写真－9、10）。



写真－9 台風第10号に伴う豪雨による氾濫状況
（北海道新冠町 二級河川厚別川）



写真－10 台風第10号に伴う豪雨により被災した道路
（北海道新冠町 道道平取静内線）

（7）平成15年（2003年）十勝沖地震

9月26日4時50分頃、釧路沖を震源（深さ約42km）とするマグニチュード8.0（暫定値）の地震が発生し、北海道幕別町、釧路町、新冠町、浦河町、静内町、鹿追町、豊頃町、忠類村および厚岸町で震度6弱の大きな地震を観測したほか、北海道から関東地方にかけて震度5強から1を観測した。

その後、6時8分頃には、十勝沖を震源（深さ約21km）とするマグニチュード7.1（暫定値）の地震が発生し、北海道浦河町で震度6弱を観測したほか、北海道から関東地方にかけて震度6強から1を観測した。この地震は4時50分頃に発生した釧路沖を震源とする地震の余震と考えられる。また、北海道太平洋沿岸東部などには津波警報も発令され、各地で避難勧告が出された。

以上、2度の地震により、行方不明者2名、負傷者849名、住家全壊104棟、半壊345棟、一部損壊1,560棟の被害が発生した（消防庁調べ：12月11日16時00分現在）。



写真－11 地震により被災した堤防
（北海道豊頃町 一級河川十勝川）



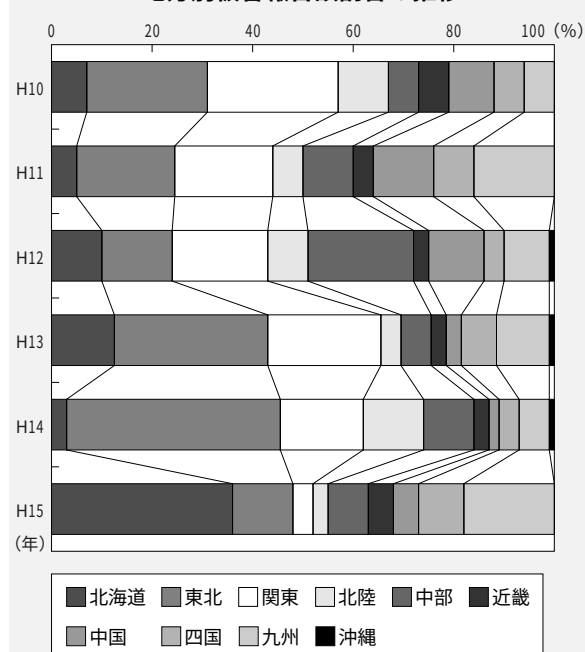
写真－12 地震により被災した道路
（北海道豊頃町 道道大津長節線）

公共土木施設については、北海道において444カ所、約384億円（直轄，補助計）の被害が発生した（写真－11，12）。

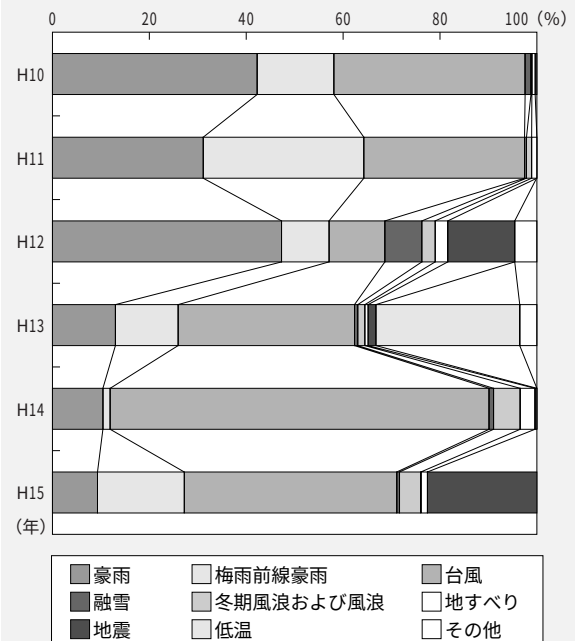
平成15年発生主な災害による被災状況（補助）

異常気象名	災害発生時期	被害報告額	主な被災都道府県と被害報告額
冬期風浪	1 / 3 ～ 3 / 10	101億円	新潟県（28億円） 秋田県（14億円） 福井県（12億円）
宮城県沖を震源とする地震	5 / 26	51億円	岩手県（45億円） 宮城県（7億円） ※四捨五入で合計が合わない
台風第4号	5 / 27～6 / 1	104億円	高知県（48億円） 宮崎県（21億円） 三重県（8億円）
梅雨前線豪雨	7 / 17～22	282億円	福岡県（131億円） 熊本県（75億円） 長崎県（14億円）
宮城県北部を震源とする地震	7 / 26	119億円	宮城県（118億円） 岩手県（1億円）
台風第10号	8 / 6～10	892億円	北海道（542億円） 静岡県（49億円） 和歌山県（45億円）
平成15年（2003年）十勝沖地震	9 / 26	93億円	北海道（93億円）

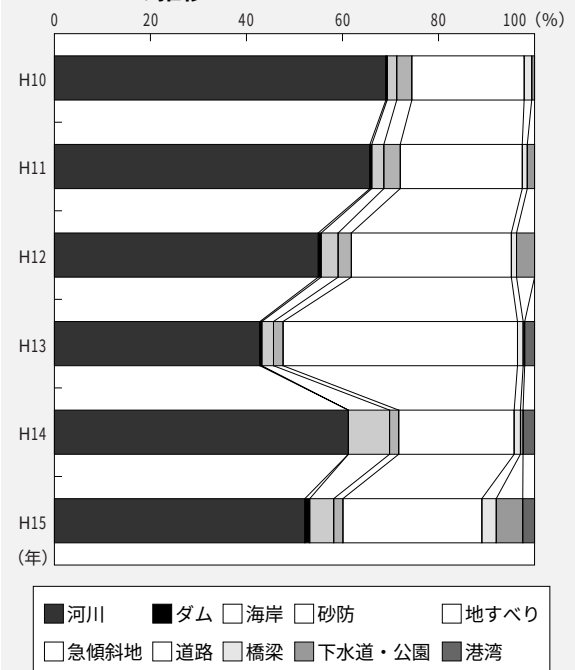
図－3 平成15年および過去5カ年（H10～14）地方別被害報告額割合の推移



図－4 平成10年～15年異常気象別被害報告額割合の推移



図－5 平成10年～15年工種別被害報告額割合の推移



図－6 近年の災害復旧事業費の推移

