

地震被災現場における暫定対策後の維持管理手法について

鈴木 弘泰

関東地方整備局 常陸河川国道事務所 久慈川下流出張所

(〒313-8555 茨城県常陸太田市木崎一町700-1)

東北地方太平洋沖地震により多くの堤防や護岸が被災し、出水期前までに暫定対策を完了させたが、その後、余震が続く中で生じた暫定対策後における堤防や護岸の維持管理上の課題と現場の取り組みについて紹介するものである。

キーワード 地震、暫定対策、維持管理、ブルーシート、透明シート、モニタリング

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、久慈川下流出張所管内においても震度6強（茨城県那珂市、日立市）の揺れを観測し（図-1）、当出張所が管理する久慈川、里川の堤防や護岸など、多くの河川管理施設が被災した。

ここでは、余震が続く中で生じた暫定対策後の維持管理上の課題と現場の取り組みについて紹介するとともに、今回の経験を活用して円滑に維持管理を行うための方策について紹介する。



図-1 久慈川下流出張所の管轄と茨城県内の震度

2. 被災状況と暫定対策状況

久慈川下流出張所管内では、堤防の沈下・亀裂、護岸の沈下・崩落など、大小合わせて54箇所の被害が発生した（写真-1, 2）。



写真-1 堤防の沈下（里川左岸-0.8km）



写真-2 堤防の亀裂（久慈川左岸5.5km）



写真-3 暫定対策状況 (里川左岸-0.8km)

堤防の沈下・亀裂箇所については、暫定対策として2011年6月からの出水期までに、堤防の切り返し（沈下や亀裂部分を掘削し盛土を行うこと）や土砂の間詰めなどの対策を行い、その上に、降雨や出水による法面の洗掘を防止する目的で、ブルーシート掛け及び抑え土のうを設置した（写真-3）。

写真-1の箇所など堤防の損傷が大きく計画高水位以下まで沈下・亀裂が達していた箇所は、昼夜連続での緊急施工を実施した。

護岸や水路の損傷については、モルタルによる間詰めや空隙解消のための土のう詰め、ブルーシート掛け等を実施した。

写真-4は、出水時に久慈川の水が住宅地側に逆流するのを防止する目的で作られたゲート式の構造物であるが、周囲の護岸ブロックが地震によりはらんでいるのが確認された。構造物本体には点検の結果被害は無かった。

3. 暫定対策後の維持管理上の課題

出水期前までに暫定対策は完了したものの、茨城県内で



写真-5 堤防表面のくぼみ



写真-4 護岸ブロックのはらみ出し (後川樋管)

は余震が続いており、日々の維持管理、地震発生後の状況把握等を行う上でいくつかの課題が生じた。その中で、特に大きな問題となったのは以下の2点である。

(1) ブルーシート下面の堤防変状の確認

暫定対策後の堤防はブルーシートにより覆われており、堤防の表面を目視確認することができず、点検時に余震や降雨により堤防に変状が生じたかどうかを確認することができない。

写真-5は、遠くからでは分かりづらいが、点検者が近づいてみると堤防表面がくぼんでおり、ブルーシートをめくって詳細に確認したところ、降雨によってブルーシート下面にガリ侵食が発生していた状況である（写真-6）。

また、ブルーシートは風でめくれやすいため、抑え土のう同士をロープで固定しており、ブルーシートを全てめくりながら点検するには時間がかかる上に多くの人手が必要になる。そのため、実際にはブルーシートの端部や変状を把握した付近を部分的にめくり、目視確認する程度であった。



写真-6 降雨によるガリ侵食状況



写真-7 情况把握による点検状況



写真-8 透明シート設置状況

(2) 堤防変状の定量的な把握

堤防の亀裂や護岸の沈下などの被災状況が余震や降雨により進行していないか、または新たな被災が発生していないか、定量的に継続して把握する必要があるが、ブルーシート上面からの目視確認や点検者の足による踏み付けだけでは堤防本体に変状が生じているか確認することが非常に困難である。写真-7は、余震発生後の情况把握業務における点検状況で、点検者が足による踏み付けを行い変状等が無い確認している状況である。



写真-9 全面透明シート設置状況

4. 課題に対する現場での取り組み

前述の課題について、対策方法を検討し下記の内容を試行的に実施した。

(1) ブルーシート下面の堤防変状の確認

a)透明シートの設置

目視により容易に変状等の確認を可能にするために、既設のブルーシートの代わりに部分的に透明シートを使用することとし(写真-8)、視認性の向上を図った。

透明シートの設置は、被災規模の大きかった管内の4地点で実施し、1地点あたり上流、中間、下流の3箇所とした。

このうち1地点については、既設のブルーシートを全て撤去し全面透明シートに変更した(写真-9)。

透明シートは、対策方法を検討している時にすぐに納入可能なものとして、建築工事等で床や壁等を保護するために使用される養生シート(ポリエチレンシート)を使用した。

(2) 堤防変状の定量的な把握

a)モニタリング計測

堤防の変状等を定量的に把握するため、暫定対策した堤防の天端や亀裂の両脇に木杭及びびんを設置し、余震発生後や出水時の情况把握等で継続的に杭間距離を測定した。

堤防天端(切り返し実施箇所)及び堤防法面(法面亀裂箇所)の確認方法を図-2、図-3に示す。

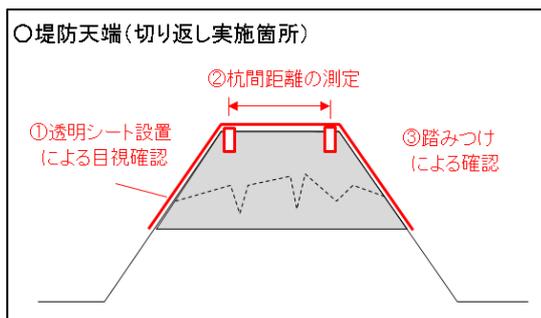


図-2 変状等の確認方法 (堤防天端)

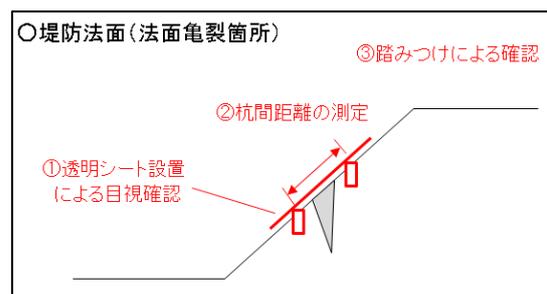


図-3 変状等の確認方法 (堤防法面)



写真-10 木杭及びびんの設置状況 (2011年9月)



写真-11 杭間距離の測定状況 (2011年9月 台風15号)

写真-10は木杭及びびんの設置状況、写真-11は2011年9月台風15号の際の情况把握で杭間距離を測定している状況である。

護岸ブロック沈下・護岸ブロックはらみ出し箇所については、最初にカラーズプレーでマーキングを行い、堤防部と同様に継続的に変位量を測定した(写真-12)。

このように堤防や護岸などの変状を計測しモニタリングすることで、より具体的に変状や被災の進行状況を把握することができるようになった。

(3) その他

a) 紫外線による土のう袋の劣化について

前述の2つの課題とは異なるが、シートの設置に関連する事項として、土のう袋の耐候性の話題について少し触れておきたい。

通常、暫定対策でシートを設置した後は、風でシートがめくれないように抑え土のうを設置する。土のう袋の材質にもいくつか種類があり、今回の暫定対策で使用した土のう袋の多くは、安価なポリエチレン製土のう袋であった。しかし、このポリエチレン製土のう袋は紫外線による耐候性に乏しく、設置後数ヶ月で劣化してしまった(写真-13)。そのため、出水期間中に再度、大量の



写真-12 護岸ブロックはらみ出し箇所のマーキング状況 (2011年8月)

土のう袋を設置することとなった(写真-14)。

写真-3などに写っている緑色の土のう袋は、出張所で備蓄してあった耐候性土のう袋である。材質は同じポリエチレン製だが耐候安定剤が含まれていて、3~5年程度の耐用年数があり、製作後3年が経過したものを使用した。設置期間中劣化することは無かった。



写真-13 紫外線による土のう袋の劣化状況



写真-14 土のう袋追加設置状況



写真-15 堤防表面確認状況

5. 試行結果

(1) ブルーシート下面の堤防変状の確認

ブルーシートの代わりに透明シート（建築用ポリエチレンシート）を設置した結果、堤防表面の状況は真上から見るとはっきりと確認することができた（写真-15）。

今回の試行で透明シートを設置した期間は3ヶ月程度（2011年9月～12月）であったが、その間、紫外線等で劣化することもなく、ブルーシートと同等程度の耐候性を確認することができた。

しかし、透明シートを設置した時期が9月からであったため、紫外線の一番強い7月、8月の時期についての耐候性は今回確認することができなかった。

また、経済性を比較すると、ブルーシートの材料単価が1m²当たりおよそ33円（#2000の単価で算出）に対し、今回使用した透明シートの材料単価は1m²当たりおよそ25円であり、ブルーシートよりも安価であった。

ブルーシートは1枚が3.6m×5.4mの長方形タイプを重ね合わせて使用しており、風によるめくれが度々発生しその都度補修を余儀なくされていたが、今回使用した透明シートは2.0m×50mのロールタイプを使用したため、長い区間を一枚で設置できるのでめくれの問題が少なく、日々の維持管理の面においても負担軽減を図ることができた。

(2) 堤防変状の定量的な把握

杭間距離の測定によるモニタリング結果を表-1に示す。モニタリングは、透明シートと同様3ヶ月程度実施し、観測期間中にははん濫危険水位を超える出水（2011年9月台風15号）や震度4の余震が2回発生したが、変位量は最大で9mmと大きな変状は見られなかった。

次に、護岸の沈下・はらみ出し部におけるモニタリング結果を表-2に示す。護岸部のモニタリングは4ヶ月程度実施し（2011年8月～12月）、はん濫危険水位を超える出水が1回、震度4の余震が3回発生したが、変位は特に見られなかった。

これらのことから、新たな出水や度重なる余震を受けても、堤防および護岸の状態が定量的に安定していることが確認され、災害復旧工事が始まるまでの間、安心して維持管理を行うことができた。

(3) その他

a) 紫外線による土のう袋の劣化について

土のう袋の材料の単価を比較すると耐候性土のう袋は通常のポリエチレン製土のう袋に比べて1袋当たりの単価が5倍ほど高価となるが、材料代よりも土のう袋を設置する人件費の割合の方が大きいいため、ポリエチレン製土のう袋を2回設置した場合と、耐候性土のう袋を1回設置した場合の費用を比較した結果、耐候性土のう袋の方

表-1 杭間距離の測定によるモニタリング結果

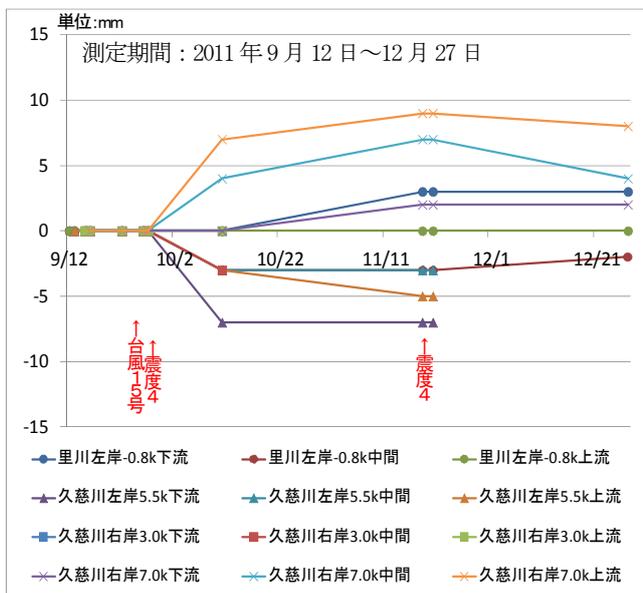
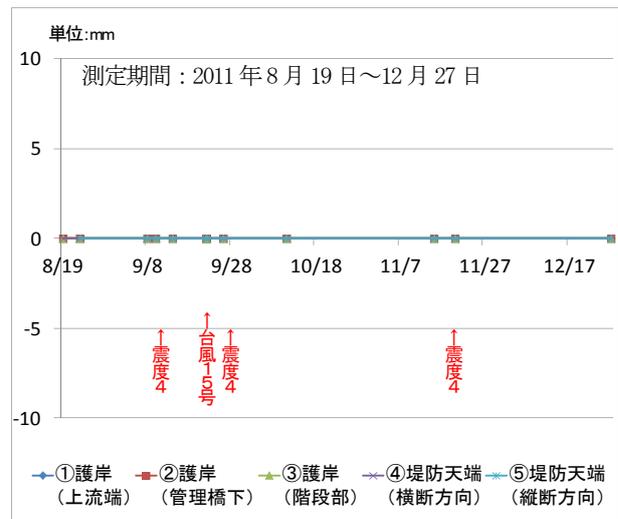


表-2 護岸沈下・はらみ出し部におけるモニタリング結果



が30万円程度安価であることが分かった（1回につき土のう袋1,000袋を設置するものとして比較）。

土のう袋にはポリエチレン製の土のう袋、耐候性土のう袋の他に、その中間的な強度、価格帯のポリプロピレン製の土のう袋もあり、使用する期間や用途に応じて種類を使い分けることが重要である。

6. 今後の課題

透明シートや土のう袋は、紫外線による劣化など耐候性の面で検討がまだ不十分であり、設置時期や設置期間を変えて試験を継続する必要がある。また、材質についても複数の種類があることから、シートや土のう袋の材質の違いによる耐候性、経済性についても比較検討する必要がある。そのため2012年7月より、久慈川下流出張所敷地内において材質、厚さの違う6種類のシート及び材質の違う3種類の土のう袋を設置して紫外線に対する耐候性の実地試験を開始した（写真-16）。

2012年8月末現在、設置後1ヶ月が経過したところ、シートにはまだ変化は現れていないものの、ポリエチレン製の土のう袋には劣化が現れ始めている。

今年度の検討では、シート及び土のう袋の材質の違いによる耐候性及び耐用期間を把握し、暫定対策の設置時期や設置期間に応じて種類を使い分けることで、効率的な維持管理が可能になると考えている。

また、土のうとロープによる固定だけでは風や流水によりシートがめくれてしまう場合がある為、土のうやロープの他にピン等を使用するなど、シートの止め方の工夫やブルーシートと透明シートの材質の違いによる滑りにくさなどについても比較し検討する必要がある。

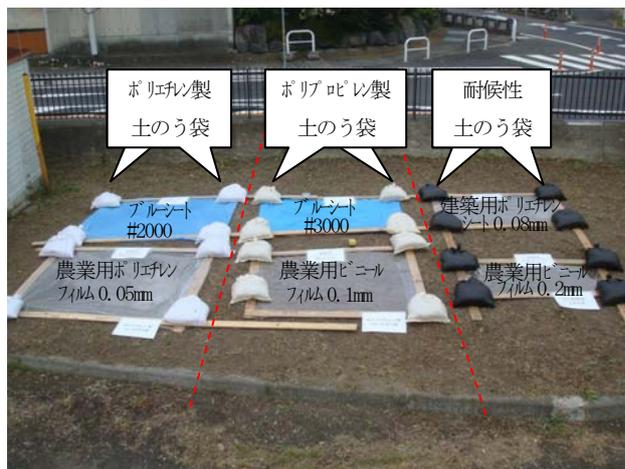


写真-16 透明シート及び土のう袋の耐候性試験状況
(2012年7月設置)

地震直後は被災箇所の詳細調査と暫定対策に追われ、暫定対策後の維持管理を行う中で当初想定していなかった課題が発生し、どの様に対応したら良いか先例の無い中で非常に苦慮した。

そこで、今回ご紹介した様な透明シートの活用や堤防の変状を確認する為のモニタリング手法、及び各事務所で実施した事例等を広く収集して、「震後対応の手引き（案）」等のマニュアルに、暫定対策後の維持管理手法として記載を追加し、事前に対応方法を確立しておくとともに、これらの対応を暫定対策の施工時に実施することで、今後、新たな地震が発生した場合にも円滑な震災対応が実施できるのではないかと考える。