

## 砂防設備におけるコンクリートの劣化状況の一考察

日本工営(株) ○松山洋平・坂口哲夫・長山孝彦・三池力・伊藤元洋・倉橋哲弘・相川信幸

### 1. はじめに

これまで、国土交通省をはじめとする砂防施設管理者によって砂防施設の点検が行われてきているが、砂防施設の健全度の評価方法は管理者によって様々であり、平成26年に公表された砂防関係施設点検要領(案)(以下「点検要領」という)を参考に、各管理者において点検手法、変状レベル評価手法や健全度評価手法の見直し、長寿命化計画の立案が進められているところである。

砂防施設の機能・性能に与える変状の程度、即ち変状レベルの評価基準の設定は容易ではなく、特にコンクリートに生じるひび割れに着目すれば、点検要領ではひび割れの長さを基準に変状レベル評価基準が示されている。

一方で、コンクリートに生じるひび割れは、同程度の長さを有するひび割れであってもその原因は様々であり、砂防施設の機能・性能に与える影響も同一ではない可能性がある。近年では砂防堰堤の温度応力解析<sup>1)</sup>、経年劣化・と損傷の傾向分析<sup>2)</sup>等の研究の事例はあるが、砂防施設のひび割れの原因や砂防施設に与える影響に着目して考察された研究は少ない。

本報告は、より効果的な点検手法及び変状レベル評価基準を検討するための基礎資料を得るため、砂防施設に生じたひび割れの原因の推定を試みたものである。

### 2. 砂防堰堤に生じるひび割れの種類

コンクリート診断技術<sup>15</sup>[基礎編]<sup>3)</sup>を参考にすれば、砂防施設に生じるひび割れの種類は以下に示すものがある。

- ・水和熱による温度応力ひび割れ
- ・コンクリートの沈下・ブリーディング
- ・不適當な打ち重ね
- ・構造物の不等沈下
- ・アルカリ骨材反応
- ・凍害

砂防施設に生じるひび割れは、堤体の一体性が失われていなければ致命傷にならないことも考えられるが、ひび割れが進展して断面欠損が生じ、設計上の必要断面が不足したり、土石流の衝突による損壊が生じやすくなることもあり、ひび割れの性質を把握することは適切な補修対策を行うために重要である。

ひび割れの原因は、その発生位置、ひび割れの進展方向、ゲル滲出等の状態に着目した外観調査や打音調

査等からある程度の推定は可能である。以下に調査事例を示す。

### 3. 砂防堰堤に生じたひび割れの例

#### 3.1 拘束ひび割れ

拘束ひび割れは、地盤や他の部材との接合面で拘束を受けているコンクリートが水和熱の低下に伴い収縮することによって生じるひび割れである。

写真-1は砂防堰堤の正面に生じたひび割れであり、基礎地盤から水通し天端に向かって鉛直方向に生じていることから、拘束ひび割れ(温度応力ひび割れ)であると推定される。

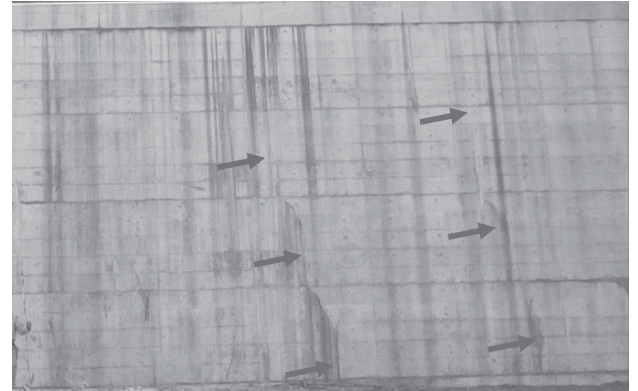


写真-1 温度応力ひび割れの可能性があるひび割れ

#### 3.2 材料・配合に起因するひび割れ

材料・配合に起因するひび割れにはアルカリ骨材反応がある。アルカリ骨材反応は、コンクリート中のアルカリと骨材のシリカ( $\text{SiO}_2$ )が反応し、骨材が膨張してひび割れを生ずるものであり、膨潤性骨材を使用しており、そこに水分が供給されると発生・進行するものである。アルカリ骨材反応は、コンクリートの表面に亀甲状のひび割れとゲルの滲出が認められる。

写真-2は亀甲状のひび割れ、ゲルの滲出が認められ、アルカリ骨材反応の可能性が高いと考えられる。

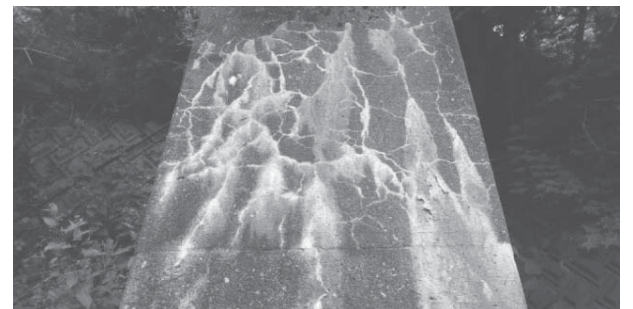


写真-2 アルカリ骨材反応の可能性のあるひび割れ

### 3.3 施工環境に起因するひび割れ

打継処理・締固め不良によるコールドジョイント・ジャンカ、レイタンス処理不足、コンクリートの急速な打ち込みによる型枠のはらみ出し等がひび割れの原因として考えられる他、不等沈下により目地や打継目の開口・ズレ、ひび割れが生じる場合もある。

写真-3は型枠のはらみ出し等の影響によって打継目が開口し、長年の摩耗等により開口が拡大したとみられるものである。



写真-3 施工環境に起因するとみられる打継目の開口

### 3.4 凍害

寒冷地においては、コンクリート間隙水の凍結・膨張によりコンクリート内部からひび割れを生じ、進行するとポップアウトが発生してコンクリート・骨材の剥落が進行する。

写真-4は砂防堰堤の袖小口部に生じた凍害とみられる変状であり、手で容易に崩れるほど劣化しており、ハンマーによる打音検査では鈍い音を発した。

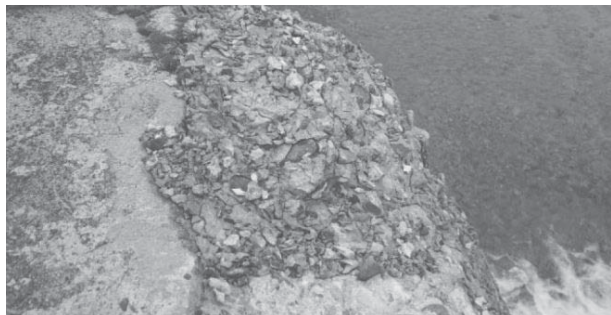


写真-4 凍害の例

## 4. 現地調査によるひび割れの原因推定手法

上述のひび割れの特徴を表-1に整理する。これらの特徴を砂防施設に生じている変状と照合し、ひび割れの原因となる現象を推定することが可能であると考えられる。

ただし、これらの外観からの判断はひび割れの原因の推定であり、コンクリートコア採取による分析、施工手順・施工環境の確認、周囲の地山の押出しや基礎地盤の地質・沈下の調査等、詳細調査を行った上で確

定診断を行う必要がある。

表-1 ひび割れの原因及び特徴

素因	現象	特徴
コンクリート性質	・拘束ひび割れ ※温度応力 乾燥収縮	・基礎から天端方向に連続するひび割れ ・天端等の上下流方向のひび割れ ・ヘアクラック (摩耗等により開口幅が広がる場合もある)
材料・配合	・アルカリ骨材反応	・亀甲状・ランダムなひび割れ ・コンクリート表面の茶褐色着色 ・ゲル滲出 ・剥離
	・凍害	・手で崩れるほど破砕されたように劣化 ・ポップアウト ・鈍い打音
施工環境	・目地・打継目の開口・ズレ ・断面欠損 ・不等沈下によるひび割れ	・目地や打継目に沿った開口・劣化・断面欠損

上記の損傷は気象条件や外力条件によって経年的に進行する場合がある。例えばアルカリ骨材反応は外部からの水の供給によって進行し、拘束ひび割れはコンクリートの水和熱が低下すれば進展しないが、一度生じたヘアクラックが摩耗により進展したり、開口幅が拡大する場合もある。

ひび割れの補修工法としてはモルタルや樹脂の注入、コンクリートの打ち換え等が主体になると考えられるが、砂防施設の長寿命化を図るためにはひび割れの原因を把握して対策を行う必要がある。

例えばアルカリ骨材反応を生じているコンクリートの補修は、表面のコンクリート補修のみではなく、水分の供給を遮断できるような工法やコンクリート配合を検討する等、原因を排除するための対策も必要となる。

このため、砂防施設の点検・調査時にひび割れの原因を推定しておくことが望ましい。

### 参考文献

- 1)清野ほか：砂防えん堤のコンクリート打設時における温度応力解析とその検証について、第58回砂防学会研究発表会概要集、pp.426-427、2009。
- 2)廣瀬ほか：砂防堰堤の経年劣化・損傷の傾向に関する考察、第63回砂防学会研究発表会概要集、pp.B-260-B.261、2014。
- 3)日本コンクリート工学会：コンクリート診断技術'15【基礎編】、pp.16-17、2015。