

進化する環境関連技術

1. 法面の完全崩壊を未然に防ぐコンクリートブロック

地球温暖化による異常気象によって引き起こされる集中豪雨による河川氾濫や土砂崩れ等や、地震による法面崩壊等の被害が毎年のように発生しています（図－1，2）。



図－1 令和元年台風第19号による洪水



図－2 ブロックの崩壊

国土交通省は河川堤防に関しては、「越水した場合であっても堤防が決壊するまでの時間を少しでも引き延ばす」とした「越水しても粘り強い河川堤防」を目指すべきとしています。決壊に至るメカニズムは、越流水によって裏法面部が侵食され、その後天端の崩壊へと進行し決壊へと繋がっています。図－3は裏法面部が侵食され崩壊した状況です（千曲川堤防調査委員会報告書 令和2年8月）。



図－3 裏法面部が侵食され崩壊した状況

また、図－4は地震による常磐自動車道の法面崩壊状況です（国土交通省における 防

災・減災、国土強靱化の推進について（令和5年4月7日）。



図ー4 地震による高速道路法面崩壊状況

このような崩壊を防止する方法として、図ー5のように継手を付けたコンクリートブロックが考えられます（特許取得）。お互いを剛結するものではなく、継手同士をUシャックルで連結するものであり、コンクリートブロック単体では上下左右に稼働域があるため、コンクリートブロック下の法面変形には追従する構造となっています。



図ー5 継手付きコンクリートブロック

そこで、河川堤防に関しては、特に裏法面にこのような継手付きのコンクリートブロックを敷設してコンクリートブロックをお互いに連結させることで、越流による法面浸食を低減できると考えられます。また、道路法面等には継手付きのコンクリートブロックを敷設することで道路までの崩落を一時的に防ぐことが考えられます。

2. 工場で緑化を可能としたコンクリートブロック

地球温暖化防止策としての緑化はCO₂を吸収し、さらには遮熱効果も期待できます。また、河川堤防での裏法面緑化は、葉や茎による耐侵食性効果があるとも言われています（粘り強い河川堤防の構造検討に係る 技術資料（案）国土交通省 令和5年3月）。図-6は、コンクリートブロックの中央（図-5の中央のくぼみ部分）にポーラスコンクリートを打設し、ポーラスコンクリートの空隙に特殊保水材を混合した土を流し入れて充填し、その上に種子を散布して植生を行ったものです（特許取得）。上部2cm程度に現地土を使えば、現地植物の生育も可能となります。コンクリートブロック製造工場で発芽させた状態で現場に搬入することで、現場での緑化作業が無くなります。その結果、現場での緑化工程が省けることで、現場工期短縮、コスト削減が図れます。なお、継手の有無は用途に応じて適用可能です。図-7のような擁壁の場合は、擁壁表面に図-5のようなくぼみを設ければ、同様な植生工が可能です。



①バピアグラス 種子散布 162日後
②クローバー 種子散布 91日後

図-6 生育状況



図-7 道路擁壁

図-8は、工場での植生状況です。工場で発芽させて、現場ではブロックを施工するのみで同時に植生工も可能となります。



図-8 工場内で発芽させて現場に搬入

使用している特殊保水材の特徴は、雨水を吸水し、温度が上昇してくると水を吐き出し、これを繰り返します。従って、気温が30℃を超える状況が続いても枯れることはありません。

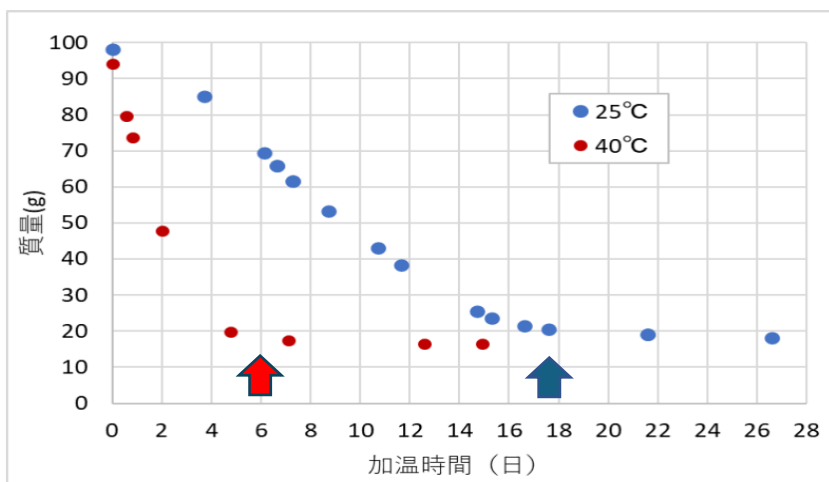


図-9 保水材をオープンに入れた時の質量変化

図-9は吸水させた特殊保水材をガラスシャーレ(半径 6.3cm、保水材厚さは約0.8cm)に入れ、オープンで25℃と40℃で保管し、適宜オープンから取り出して質量を記録したものです。この結果、40℃では6日間程度まで吸水していた水を蓄えていることが分かり、25℃では18日間程度まで吸水していた水を蓄えていることが分かります。

また、この特殊保水材は水を吐き出した後も吸水します。図-10は吸水させた特殊

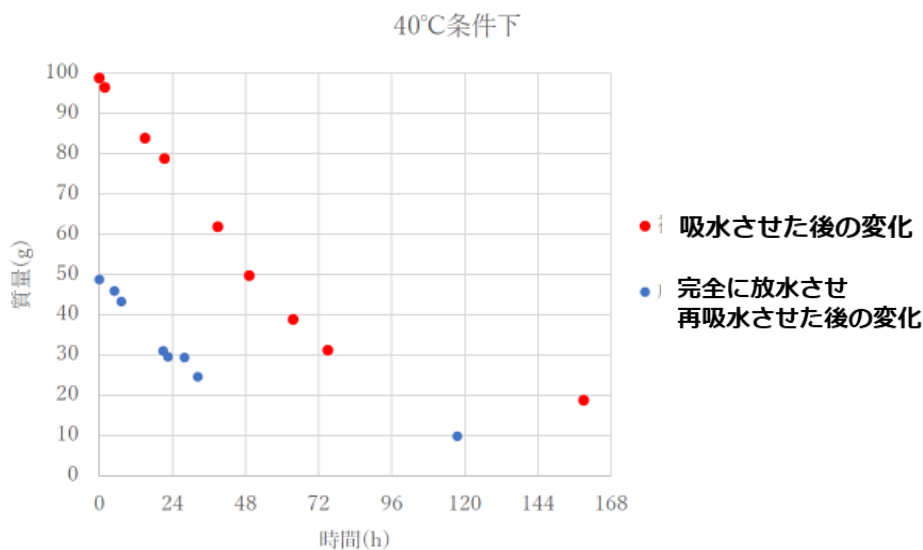


図-10 特殊保水材を完全に放水させた後に再度給水させた後の質量変化

保水材を40℃のオーブンで7日間保管し、完全に放水させた後に、再度吸水させて40℃のオーブンに入れて、適宜オーブンから取り出して質量を記録したものです。完全に放水した特殊保水材は、吸水させると半分程度の吸水量ではあるが、吸水して再度放水することが確認できました。実験は特殊保水材をガラスシャーレに（保水材高さ約0.8cm）で入れた過酷なもので、実際は図-5のようにくぼみは15cmの深さがあり、この中の土は40℃を超える温度でも完全放水はしないものと言えます。従って、この特殊保水材は、雨水を吸水し、温度が上昇してくると水を吐き出し、これを繰り返します。

また、保水材に含まれる特殊固化材は、土との混合時は流動状態を保ちますが、時間と共にゲル化をします。よって、土に特殊保水材を混合した時点では流動性のある混合土なので、ポーラスコンクリート内に充填出来、充填後時間の経過と共にジェル状になり、その後はコンクリートブロックを傾斜させても土は流れ出ることはありません。図-11は特殊保水材の経時変化を示したものです。特殊保水材を水に溶かした状態は水溶液ですが、30分～1時間程度でジェル状となります。



＜土と混合した直後
フロー値 250～300mm＞



＜土と混合して30分経過後
ジェル化が始まる＞



＜土と混合して1時間経過後
完全に流れ出ない＞

図-11 特殊保水材の流動性

従って、急斜面への設置やゲリラ豪雨に対しても、土が流れ出ることがありません。

図-12は植生コンクリートブロックを傾斜地15度、30度、45度に置き、雨による土の流出の有無を確認した実験です。図-13は時間100mmのゲリラ豪雨が約2時間降り続いた後の状況ですが、土が流れ出ないことが確認出来ました。



図-12 傾斜地への設置状況

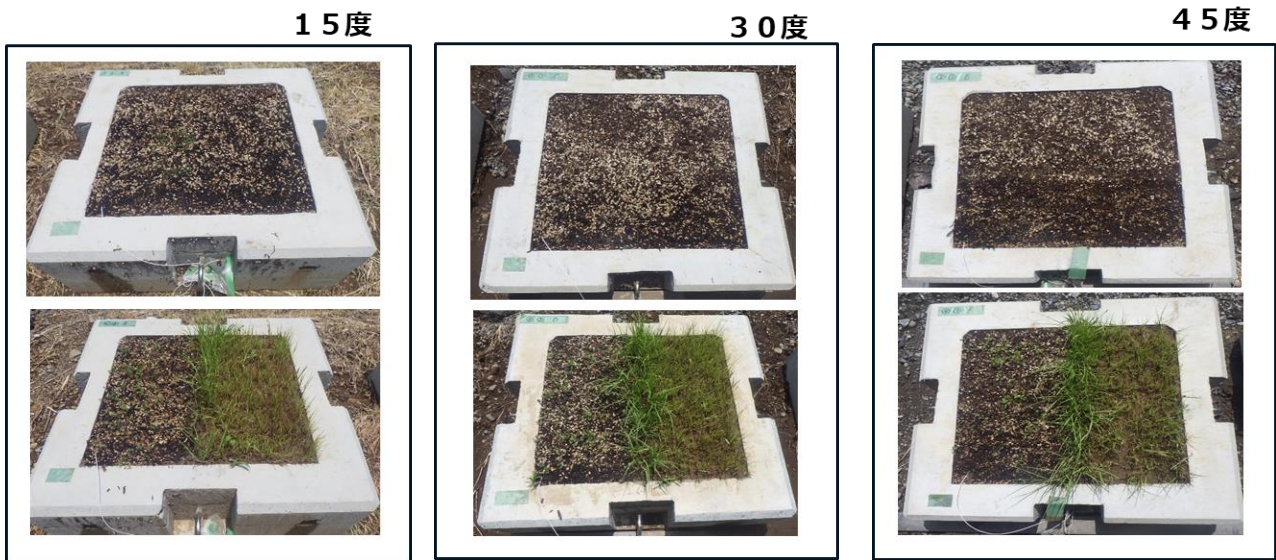
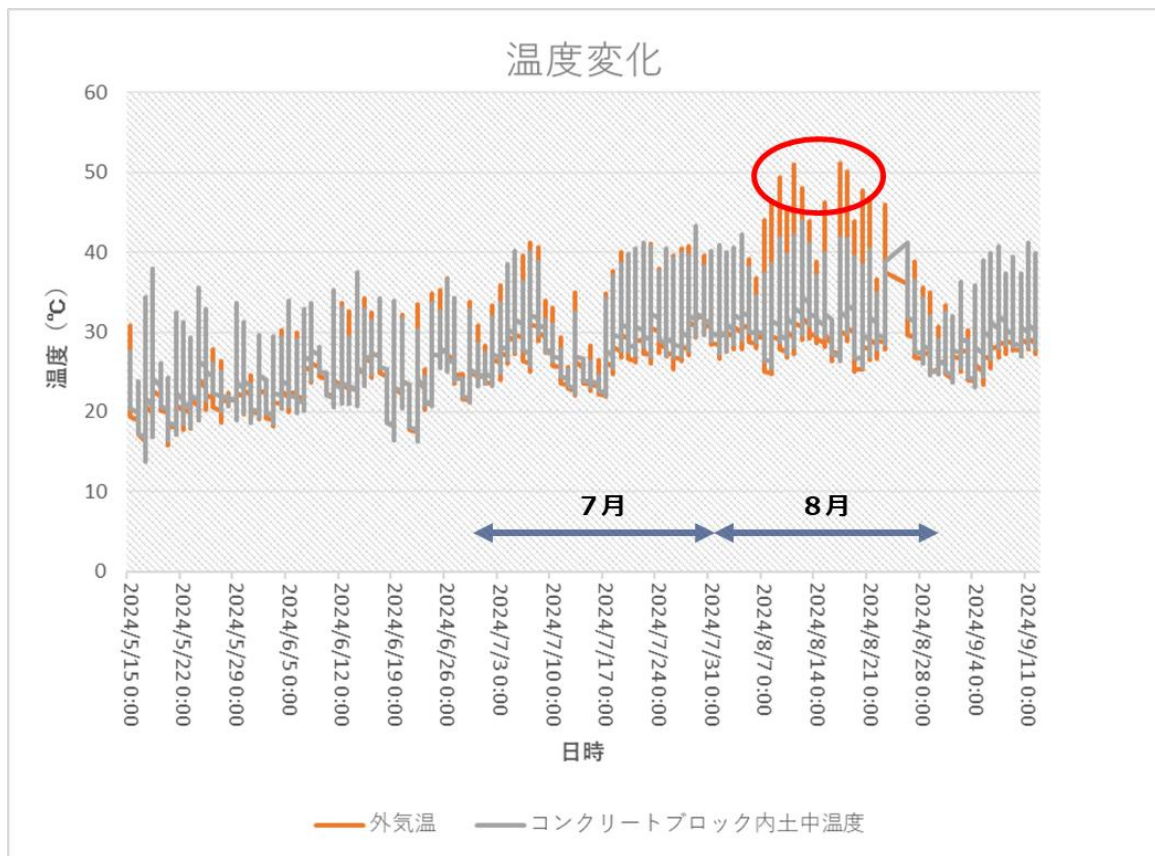


図-13 時間 100mm のゲリラ豪雨が約 2 時間降り続いた後の状況



※外気温は計測器をコンクリートブロックの表面に接して置いてあるので、ほぼコンクリート表面の温度

図-14 外気温とコンクリートブロック内の土中温度の経時変化

図-14は外気温とコンクリートブロック内の土中温度の経時変化を示したもので

す。外気温（コンクリートブロック表面温度）は8月には50℃を上回っています（図-14の赤丸）。この時のコンクリートブロック内土中温度は40℃を超えている状況でした。図-15のように、①パヒアグラスは6月下旬から発芽し、8月の猛暑にも耐えて生育し続けました。



図-15 8月26日の①パヒアグラス

②クローバーは暑さに弱い多年草なので猛暑で衰弱しましたが、その後復活して図-6のように11月には大きく成長しました。

このように、コンクリート表面にくぼみを作っておき、その中にポーラスコンクリートを打設し、特殊保水材を土と混合してポーラスコンクリートに充填し、種子を散布することを工場内で行ってしまうので、図-16のような現場での植生工は必要がなくな

<客土種子吹付>



ラス網を敷設して
その上に吹付施工

<緑化用マット>

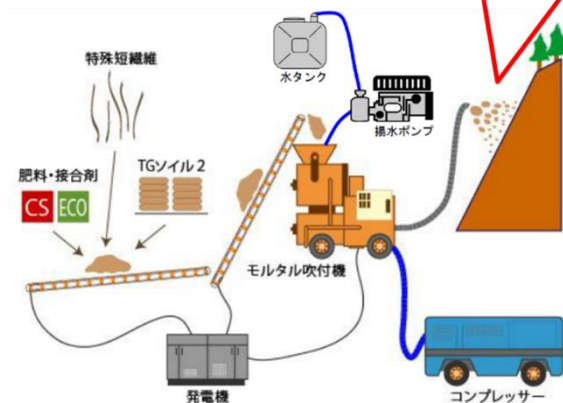


図-16 従来の現場での植生工

ります。また、図-16のような植生工は、現場での雨による影響を受けますが、今回紹介した植生工は工場内で行うため、雨による影響も受けずに行えます。よって、現場工期短縮、コスト削減が図れます。