

コンクリート擁壁面の緑化に関する研究

— 植栽孔方式による補強土擁壁面の緑化について —

伊藤 浩*

要約： コンクリート擁壁面を経済的かつ容易に緑化するため、コンクリート壁を削孔等により背面砕石部まで貫通させ植栽孔を設置する方式を考案し、実際の擁壁面において生育試験と温度環境調査を行った。実験場所には補強土擁壁のコンクリート壁面を用いた。擁壁部盛土の土質は砂質土およびロームの2種類で、砂質土の南面、ロームの南北両面および南面土嚢のみの面での植栽も行った。供試植物は、南北壁面の環境特性に応じて、壁面緑化に適するとされている17種を選定した。植栽孔内部の温度環境については、温度計測を、南面と北面で1箇所ずつ、それぞれ壁面、表面から深度30cm、深度60cmの3点で行った。表面および孔内温度の日較差は、表面が大きく変動するのに対し、深度30cmでは5度を超える日はなく、深度60cmではさらに変動が少ない。また季節毎の平均温度は、冬季は深度が深いほど高く、夏季は深度が深いほど低くなる傾向が見られた。これより、壁面下30cm程度で根付けば、急激な温度変化の影響が少ないことがわかった。生育調査については、約1年間の調査を行い、17種のうち14種が順調な生育を示し、既設壁面の緑化工法として、本植栽孔方式が可能であることが確認できた。

キーワード： 壁面緑化、擁壁、補強土、生育調査、温度測定

目次： 1.はじめに
2.実験方法
3.環境測定結果

4.生育調査結果
5.おわりに

1. はじめに

近年の環境に対する関心・意識の高まりとともに、土木構造物に対しても、環境への配慮が求められている。鉄道盛土や道路、宅地造成等で造られる土留めコンクリート擁壁においては、景観性の向上やヒートアイランドの防止、生態系への配慮といった観点から、擁壁面を緑化する例が増えている。

そこで、既設・新設を問わずコンクリート擁壁面を経済的かつ容易に緑化する方法として、コンクリート壁を表面から背面まで貫通させ、その中に基盤材をいれて、コンクリート背面にある砕石部に根を活着させる植栽孔方式を考案し、既設の盛土擁壁面において生育試験と植物の生育環境について検討を行なった。

通常、コンクリート壁面の緑化では、植物の生育に対しコンクリートの温度上昇と乾燥により生育障害が多発することが多い。本方式でもこの点に着目して、植物を植え込んだ植栽孔内部の温熱環境を測定しながら、生育実験を実施した。ここでは、約1年間の生育調査結果および環境測定結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 植栽方式

考案した方式を図1に示す。擁壁背面の砕石部分までコアリングやパイプ等により孔を設けた後、補助基盤材を充填して植物を植え付け、擁壁背面の砕石部分に根付かせる方法である。本方式の特徴には次のものがある。

- ①根が擁壁背面の砕石部分に根付くため安定する。したがって低木や中木の植栽も可能となる。また砕石部は雨水の浸透による水分の供給があると同時に、コンクリートで被覆されるため蒸発が少なく乾燥しづらい。さらに通気性も良好である。したがって一度根が活着すれば乾燥障害を起こす可能性が極めて低く、灌水作業や灌水装置などを必要としない。
- ②通常の擁壁面に孔を開けるだけなので、新設・既設でも施工が容易である。

2.2 植栽方法

今回の実験に用いた植栽孔は、既設コンクリート擁壁面に直径10cmの孔を、壁面に対して直角に背面盛土部分（仮抑え部）まで貫通させ、基盤材（ヤシダストを使用）を充填し植栽孔とした。

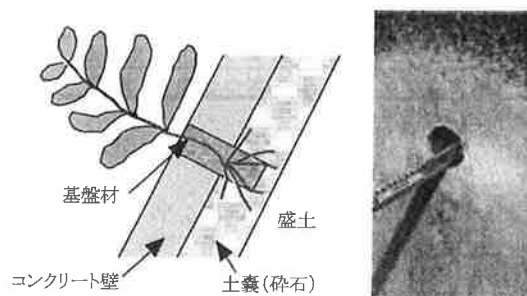


図1 植栽孔方式の概略

2.3 実験場所

実験は補強土擁壁（RRR工法）のコンクリート壁面を用いた（東京都分寺市）。擁壁の概観を写真1に示す。擁壁高さは約5m、壁面はほぼ垂直で、削孔部の壁厚は約60~100cm、背面砕石厚は約30cmである。

本盛土は、砂質土およびロームの2種類がほぼ同じ構造で構築されており、それぞれ南北に同じ構造でコンクリート擁壁が設けられている。砂質土の南面、ロームの南北両面の3面で、それぞれ1m間隔で植栽孔を設け、植栽を行なった。また、ローム南面では、コンクリート面だけでなく、土壌のみの面での植栽も行なった。



写真1 実験場所

2.4 供試植物と生育調査

供試植物は、南北壁面の環境特性に応じて、壁面緑化に適するとされている表1および2に示す低木、草本、ツル性植物を選定した。

植え込みは98年11月に行い、99年11月まで月1回の生育調査を実施した。調査内容は、生育量を把握するため、草丈、株の寸法（壁面に対し、縦・横・厚み）、葉数を計測するとともに、目視による観察を実施した。

表1 南面の供試植物

植物名	生理生態分類	
ミヤギノハギ	木本低木	落葉 *
ピラカンサ	木本低木	常葉 *
マツバギク	草本	常緑性
ハマナス	木本低木	落葉
モッコウバラ	木本つる性	半常葉
スイカヅラ	木本つる性	半常葉
ノウゼンカヅラ	木本つる性	落葉
カラライナジャスミン	木本つる性	半落葉 *
テイカカヅラ	木本つる性	常葉 *

*土壌南面はなし

表2 北面の供試植物

植物名	生理生態分類	
ヒメウツギ	木本低木	落葉
ヤマブキ	木本低木	落葉
ロニセラ・ニティダ	木本低木	常葉
コトネアスター	木本	常葉
ヘデラヘリックス	木本つる性	常葉
ツルマサキ	木本つる性	常葉
ツルニチニチソウ	草本	宿根
フィカスプミラ	木本つる性	常葉
ノウゼンカヅラ	木本つる性	落葉

2.5 環境測定方法

植物の生育と温度環境の関係を評価するため、植栽孔内の温度測定を行なった。測定は、南北面それぞれ同じ植物（ノウゼンカヅラ）が植栽された孔を選定し、表面より30cm地点および60cm地点の2地点で熱電対を用いて行なった。同時に、南北面コンクリート表面温度および盛土上の気温を測定した。なお、測定間隔は1時間毎とした。

3. 環境測定結果

3.1 降雨量

調査期間の降雨状況を図2に、また平年値との比較を図3に示した。なお、用いたデータは、調査期間中のデータは府中での観測値（府中市幸町）、平年値は、東京管区気象台のデータである。

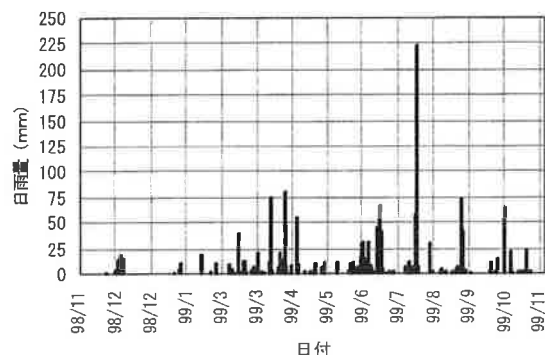


図2 調査期間中の日降雨量

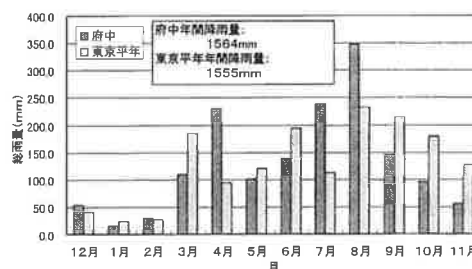


図3 降雨量の平年値との比較

調査期間約1年間の降雨量は、ほぼ平年の値であった。

各日、月の降雨量をみると、最初の植栽を行った98年11月以降、12月7日から1月20日頃までの約40日間はほとんど降雨がなく、冬季でも水を必要とする半常緑・常緑の植物にとってはかなり厳しい乾燥状態が続いたといえる。春の雨期および梅雨の時期は、降雨量が多く、降雨の間隔も分散しているため、植物にとってはよい状態が続いたと考えられる。梅雨明け後は、8月の月間降雨量では盆前の豪雨のため平年値に比べ多いが、9月に入ると平年を下回り、大雨がまとまって降ったため、植物にとっては、あまり好ましくない状態が続いていたものと考えられる。

このことから、年間降雨量では、平年並みであったが、植物にとっては乾燥障害を起こしやすい条件であったといえる。

3.2 温熱環境

生育調査期間中(98年12月~99年12月)の南面および北面の日平均温度、日最高温度、日最低温度、日温度較差の推移を、5日間隔でプロットしたデータを図4に示す。温度状況をまとめると以下のようになり、通常の地表~地中の関係とほぼ同様の傾向であることがわかった。

①日平均温度

日平均温度の推移については、南面では、夏季はコンクリート表面が孔内に比べてやや高く、冬季は孔内の方が高

くなった。一方、北面ではコンクリート表面と孔内に差はほとんどみられなかった。なお、年間の平均温度では、南面、北面とも孔内とコンクリート表面の差はほとんどなく、南面>気温>北面の順となった。

②日最高・最低温度

日最高温度および日最低温度の推移は、コンクリート表面では外気および日射の影響を直接受けるため変化が大きくなった。一方、孔内では変化が緩やかで、季節変化に伴う気温の変化程度であった。年間最高温度は、南面コンクリート表面で50℃近くを記録したが、一般的にいわれている水平コンクリート面の70℃までは達しなかった。孔内では、南面の深度30cm地点でも30℃を若干超える程度であった。同様に、年間最低温度でも、孔内は外気の影響を受けにくく、南面度孔内では10℃程度、北面孔内でも3℃程度であった。

③日温度較差

日温度較差の推移は、孔内では年間を通して南北面とも深度60cm地点では2℃以内、深度30cm地点では4℃以内に収まっていた。一方、表面の日温度較差は、南面では夏季および冬季に較差が大きくなる傾向が認められ、最大で40℃近くになった。北面では南面ほど日射の影響を受けないため、南面に比べ日温度較差は小さかった。

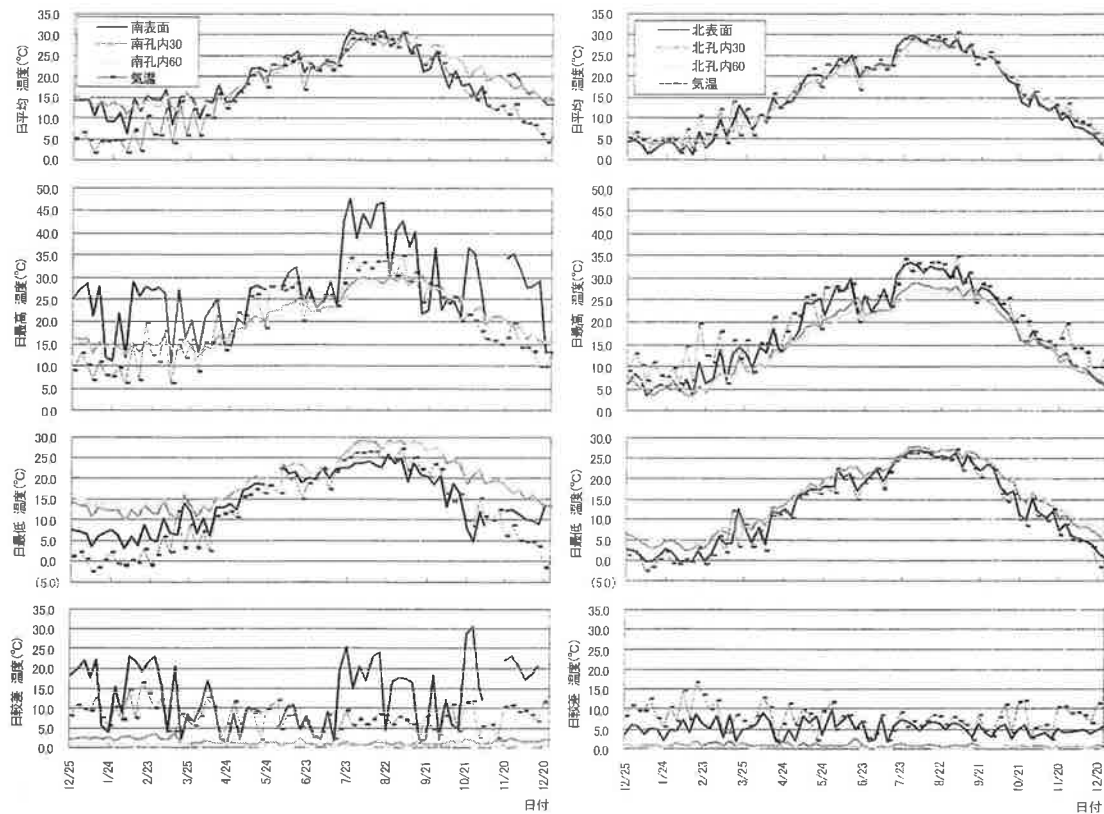


図4 温度測定結果

4. 生育調査結果

冬季はほとんど供試植物の生長はみられなかったが、春を迎えて栄養生長を開始し、11月までの期間にほとんどの植物の評価をできる状態になった。各植物の生育概況についての評価を表3に、各植物の草丈等植物体の伸張量の推移を図5～8に、1シーズン経過後の植栽状況を写真2に示した。

各供試植物生育状況をまとめると以下のようになる。

①コンクリート南面：砂質盛土

ハマナスおよびカロライナジャスミン以外の種類で、順調な生育状態を示した。

②コンクリート南面：粘性土盛土

ハマナス、カロライナジャスミン、ピラカンサ以外の種類で、順調な生育状態を示した。しかし、砂質土の植栽と比べると、生育状態、生育量は若干悪いように見受けられた。

スイカヅラと同じ孔に植えたノウゼンカヅラは枯死したが、単独で植えたところ、極めて旺盛な生育を示した。砂質土では、枯死しなかったものの、生育状態がよくなったことから、本方式においては、1孔に1種に限定して植栽したほうがよいものと考えられる。

③コンクリート北面：粘性土盛土

コトネアスター以外は、枯死するものはみられなかったが、全体に生育は緩慢であった。なお、コトネアスターについては、虫害により枯死した可能性が高い。

④土嚢南面（コンクリート壁面なし土嚢部分）

粘性土南面と同様に、スイカヅラと同じ孔に植えたノウゼンカヅラは枯死したが、それ以外はほぼ順調な生育状態を示した。コンクリート壁面のものと比べると、生育量は若干劣るよう見受けられた。これは、コンクリートが表面にないため、根域の水分が蒸発しやすいことが原因と考えられる。

以上のように、植栽した17種のうち明らかな生育不良が認められたものは、ハマナス、カロライナジャスミン（以上、コンクリート南面）、コトネアスター（コンクリート北面）の3種であった。生育不良の原因は乾燥によるものが大きいと考えられる。この3種以外14種は、植物の生育という点では最低条件を満たしており、既設壁面の緑化工法として、植栽孔方式が可能であることが確認できた。

また、南面の3箇所の生育を比べると、砂質が最もよく、ローム土、土嚢の順となる。水分条件の観点からみると、砂質土では盛土背面への降雨が浸透しやすく、植物根域への水供給がスムーズに行われているためと考えられる。また、土嚢のみの面では、表面からの浸透も多いが、表面からの蒸発量もコンクリート面に比べて多いため、水分が不足したのと考えられる。

表3 供試植物の生育概況

植物	南面						北面		
	砂質土		ローム		土嚢面		植物	ローム	
	生育状況	評価	生育状況	評価	生育状況	評価		生育状況	評価
ミヤギノハギ	冬季休眠。4月に新芽、6～9月非常に生育旺盛で開花。11月末に落葉。	◎	冬季休眠。4月に新芽、6～9月非常に生育旺盛で開花。11月末に落葉。	◎	—	—	ヒメウツギ	3月まで休眠。3月末より新芽が出始め、5月に開花。6月以降は状態維持。	○
ピラカンサ	冬季常緑。4月に着実、4月～9月に非常に生育旺盛。	◎	1月に枯死。6月植え替え後は、状態はよいが、生育量は少ない。	△○	—	—	ヤマブキ	冬季休眠。2月末より新芽が出始め、4～5月に生育旺盛。6月以降は維持。	◎
マツバギク	冬季常緑。3月より生長11月まで続く。4月末～11月開花が続き。	◎	冬季常緑。3～11月まで生長。4月末～8月開花が続くが9月以降、花が減少。	◎	冬季常緑。4月より10月まで生長が続くが、やや緩慢。花も少ない。	○	ロニセラ・ニティダ	8月まで状態維持。8月から生長し始め、11月まで継続。	◎
ハマナス	冬季休眠。3月より新芽が出始め、4月～9月の生育良好。10月中より落葉。	○	冬季枯れたまま新芽出ず。6月に植え替えも8月に枯死。	×	8月に生育旺盛。開花も見られた。	◎	コトネアスター	冬季常緑。4月末に花芽、それ以降衰弱。7月に毛虫発生。9月に枯死。	×
モッコウバラ	冬季常緑。5月～9月に非常に生育旺盛。花芽はつけたが、開花は未確認。	◎	冬季常緑。5月～9月に非常に生育旺盛。花芽はつけたが、開花は未確認。	◎	6月から生育旺盛。8月に虫害が発生した。コンクリート面に比べ生育量は少なめ。	○	ヘデラヘリックス	冬季常緑。6月より順調に生育し、生長量も多い。	◎
スイカヅラ	冬季やや黄変も常緑。4月～9月に非常に生育旺盛。	◎	冬季やや黄変も常緑。4月～9月に非常に生育旺盛。	◎	4月～6月に生育旺盛。コンクリート面に比べ生育量は少なめ。	○	ツルマサキ	冬季常緑。4月より継続的に生長。	◎
ノウゼンカヅラ	冬季休眠。4月より新芽が出始め、9月まで生長。やや生育量が少ない。	○	6月新規植え込み。10月まで、旺盛に生育。	○	1月に枯死。6月に同じ孔に植え替えも、8月には枯死。	—	クハチニチウ	冬季変化なし。3月末に新芽が出、以後生育旺盛。地面に根を張り、生長。	◎
カロライナジャスミン	12月に着蕾するも3月には枯死。6月植え替え後、生育量は少なく、乾燥気味。	△	3月には枯死。6月植え替え後も、9月に枯死。	×	—	—	フクスミ	6月に新規植え込み。生長量は少ないが、順調に生育。	—
テイカカヅラ	冬季常緑。6月に開花。8月～10月に非常に生育旺盛。	◎	3月には枯死。6月植え替え後は、旺盛に生育。	◎	—	—	ノウゼンカヅラ	冬季休眠。4月末に新芽がみられ、6月以降、生育旺盛。	◎

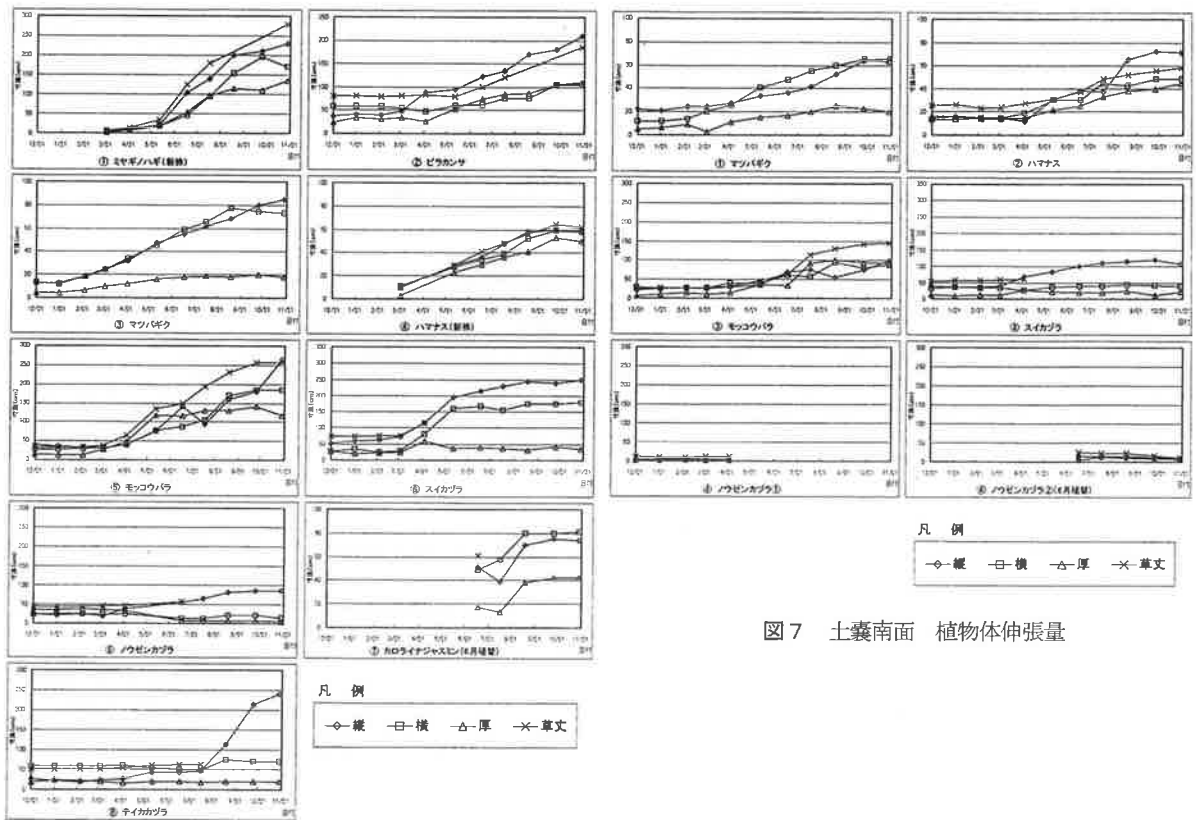


図5 砂質土南面 植物体伸張量

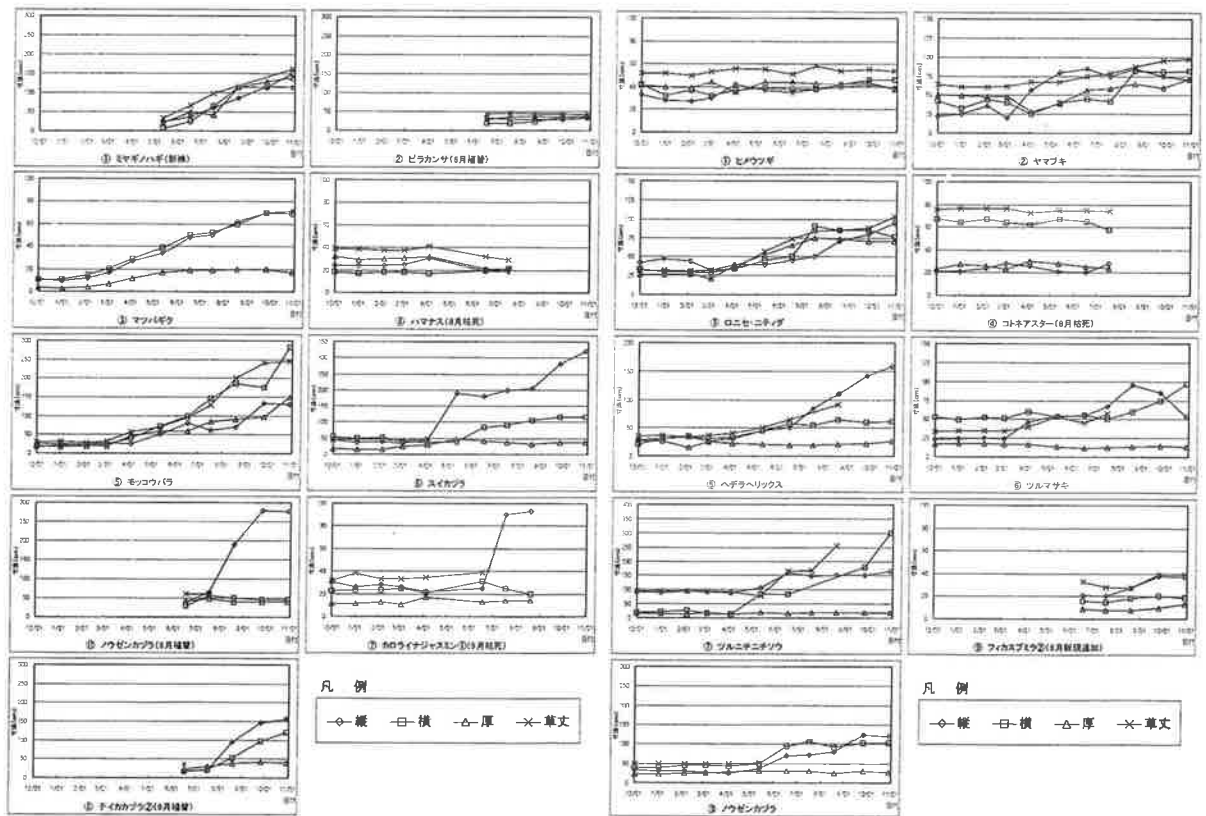


図6 ローム南面 植物体伸張量

図8 ローム北面 植物体伸張量

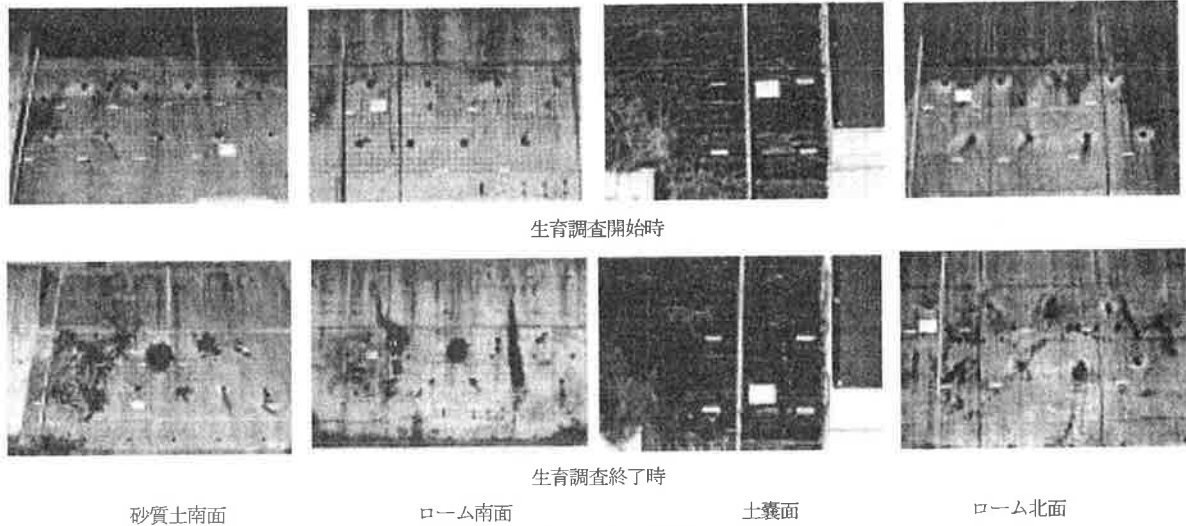


写真3 土囊南面植物の植物体の伸張量

5. おわりに

既設壁面の緑化工法として植栽孔方式という新しい工法を用い、1年間の生育調査を実施してきた。

一般の植物では、根が高温による生育障害を起こす温度は30℃以上と言われている。また、短期間での温度較差の少ない方が、根にストレスが掛かりにくい。調査結果では、コンクリート擁壁面に削孔した孔内で表面より30cm程度の深さがあれば、コンクリート面における温度上昇や、急激な温度変化がかなり低減され、季節変化に伴う気温の変化程度となることから、植物の生育を阻害しないような

根群域の温度環境を維持し得ることがわかった。

今回の実験は比較的根が活着しにくい秋に植え込みを行い、冬季の乾燥および、夏季の高温条件でも供試した80%程度の植物の生育が確認でき、植栽孔方式による擁壁面の緑化は十分可能であると考えられる。一方、枯死した植物の枯死原因は乾燥と考えられ、このような植栽孔方式においては、水分を保持している擁壁背面へ根をいかに早く生育・到達させるかが重要であることがわかった。

謝辞

本研究は、RRR工法の共同研究の一環として実施したものである。末筆ながら関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) (財)都市緑化技術開発機構：特殊空間緑化シリーズ③新・緑空間デザイン植物マニュアル,p125～144
- 2) 伊藤他、植栽孔方式によるコンクリート擁壁面の緑化に関する研究-植栽孔の温度環境について,第35回地盤工学研究発表会
- 3) 伊藤他、植栽孔方式によるコンクリート擁壁面の緑化に関する研究-植物の生育状況について,第54回土木学会年次学術講演会

A STUDY ON GREENING FOR THE SURFACE OF THE CONCRETE RETAINING WALL BY HOLING METHOD

H.Ito

We devised the new method by holing for greening for the surface of the concrete retaining wall easily. We did growth test and measured temperature inside the hole for 1 year.

This report is described about the estimation for growing test data of each plants and the temperature environment inside the hole. We selected 17 kinds of plants to be suitable for greening for the surface of the concrete wall as testing plants, and selected 2 places they are the south and north face, and measured 3 points, surface, 30 cm and 60 cm in depth 1 place each. As a result, we got that if the plant takes root about 30 cm in depth, the root growth are not inhibit by the sharp temperature change on the concrete surface.

About the growth test, we estimated that the holing method is suitable for greening for the surface of the concrete retaining wall, because 14 kinds of plants have been good condition among 17 kinds of plants.