

集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策

樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用 「セキスイ アクアロード」の開発

町田 誠

集中豪雨時の道路冠水対策、地中への雨水浸透による河川氾濫対策を目的に道路直下へ適用可能な樹脂製雨水貯留浸透槽「アクアロード」（以下「本製品」という）を開発した。道路構造物として必要な強度と耐久性について、実構造物での走行試験と樹脂部材の促進耐久性試験を行い、道路下に設置できる長期的に安定した構造物材であることが確認できた。近年のゲリラ豪雨による道路冠水箇所において、この直下に貯留浸透槽を設置して雨水を処理する事で、安全な交通が確保されることが期待される。

キーワード：集中豪雨、道路冠水、雨水貯留浸透施設、樹脂製構造物材

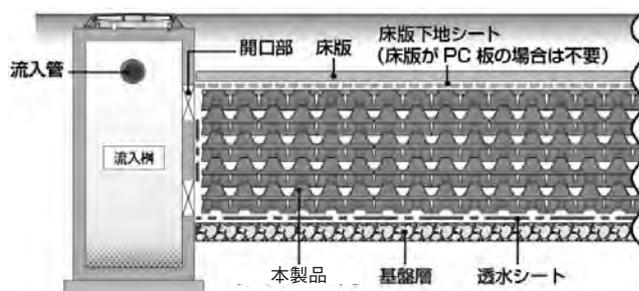
1. はじめに

近年、全国的に“ゲリラ豪雨”と呼ばれる集中豪雨が、道路冠水・家屋浸水等の被害をもたらしている¹⁾。対策として、大型調節池などの建設²⁾が進められているが、市街地では建設に必要な用地確保が容易でない状況にある。こうした背景を受け、集中豪雨による道路冠水被害を抑制する目的で、道路下に適用可能な樹脂製雨水貯留浸透槽本製品を開発した。

本製品は、耐久性のある樹脂部材（ポリプロピレン）を積層（写真—1）することで、雨水貯留浸透槽（図—1）が構築できる。樹脂部材は1枚7.3kgと軽量であるため、人力での運搬・施工が可能である。

部材の積層により構造体体積を33%に低減できる（図—2）ため、施工現場への輸送効率が高く、また現場での仮置きスペースも削減できる。

本報告は、本製品が、道路構造物として必要な性能



図—1 雨水貯留浸透槽



図—2 運搬時の積層状態



写真—1 本製品

を有することを確認した「実構造物での走行試験」と、50年の耐久性を有する樹脂部材であることを確認した「長期耐久性の評価」、並びに施工例について報告する。

2. 実構造物での走行試験

実構造物に舗装走行試験用荷重車を走行させた後、舗装構造に過大な変状がなく、道路としての十分な性能を有していることを確認した。

(1) 走行試験条件

走行試験の概要を図一3、試験条件を表一1、路面調査位置を図一4に示す。舗装設計は、本製品の設計CBRは8%と想定し、舗装計画交通量を250以上1,000未満台/日・方向(交通量区分N₅)として、舗装構成を決定した。

(2) 走行試験方法

荷重車を10万輪走行後、20万輪走行させた後に舗装構造への影響を確認した。試験方法を以下a)~c)に示す。舗装路面の調査は、舗装調査・試験法便覧³⁾に準じて行った。

- a) 横断凹凸量測定：S030 舗装面のわだち掘れ量測定方法(横断プロフィールメータによる方法)³⁾
縦断凹凸量測定：S028 舗装面の平坦性測定方法(3mプロフィールメータによる方法)³⁾
- b) ひび割れ測定：S029 舗装路面のひび割れ測定方法(スケッチによる方法)³⁾
- c) たわみ量測定：S047 フォーリングウェイトデフレクト(FWD)によるたわみ量測定方法³⁾

(3) 試験結果および考察

(a) 縦横断凹凸量

測定結果を表一2に示す。本製品埋設工区のわだち掘れ量と平坦性は、道路維持修繕要綱⁴⁾の「路面の補修要否判断の目標値」で交通量の多い一般道路で維持補修要否判断の目標値をクリアした。

本製品埋設工区のわだち掘れ量大きい原因は、本工区の舗装構成を設計CBRを8%と想定して試験を実施したためと考えられる。

(b) ひび割れ

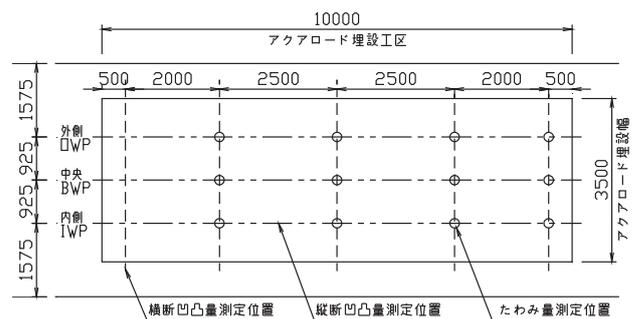
本製品埋設工区および比較工区共に、20万輪走行後において、路面のひび割れ発生はなかった。

(c) たわみ量

路面のたわみ量測定を行い、「たわみ量からの推定(式一1)」、「逆解析した弾性係数からの推定(式一2)」を用いて推定CBRを求めた。路床の推定CBRを表一3に示す。

表一1 試験条件

項目	試験条件
試験場所	独立行政法人土木研究所 舗装走行実験中ループ(L=628m) 30m区間
試験体	試験体形状：3500×10,000mm 積層段数：10段積(1,193mm) 覆土：600mm
走行車	車両重量：324.3kN (舗装走行試験用荷重車)
走行輪数	20万輪(49kN換算輪数)



図一4 路面調査位置

表一2 縦横断凹凸量測定結果

工区	横断凹凸量(わだち)		縦断凹凸量(平坦性)	
	内側(IWP)	外側(OWP)	内側(IWP)	外側(OWP)
一般施工区 ：比較工区	7.2 mm	9.8 mm	2.71 mm	2.79 mm
本製品 埋設工区	13.0 mm	12.2 mm	2.64 mm	3.28 mm
維持補修判断の 目標値	30 mm		4 mm	

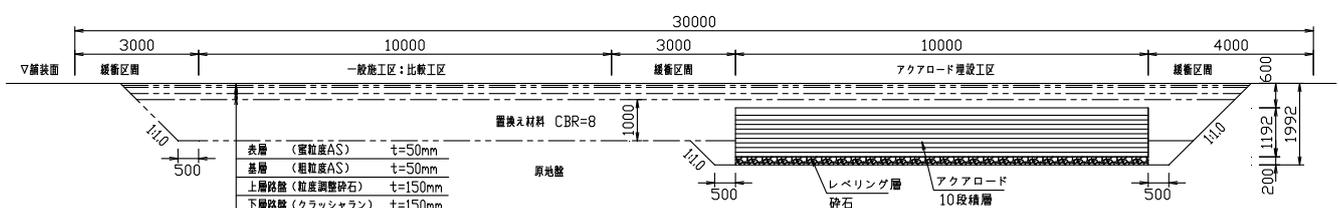
$$CBR = 1,000/D_{150} \dots\dots\dots (式一1)$$

D₁₅₀：载荷中心から150cmのたわみ量(μm)

$$CBR = E/10 \dots\dots\dots (式一2)$$

E：弾性係数(MPa)

推定結果は、路床の設計CBR8%に対して、用いた2つの方法ともに推定CBRが、比較工区は8%以上、本製品埋設工区は3%以上であった。



図一3 実構造物での走行試験の概要(縦断図)

表—3 路床の推定 CBR

推定方法		推定式			弾性係数逆解析		
走行輪数 (万輪)		0	10	20	0	10	20
一般施工区	内側 (IWP)	10	10	10	9	8	8
	中央 (BWP)	10	11	11	9	9	9
	外側 (OWP)	10	10	11	9	8	8
本製品施工区	内側 (IWP)	4	4	4	5	4	5
	中央 (BWP)	3	3	3	3	3	5
	外側 (OWP)	3	3	4	4	4	4

3. 長期耐久性の評価

本製品の素材に対する引張クリープ試験の温度促進試験を行い、50年使用における第3次クリープが発生しない応力を確認した。続いて本製品に作用する鉛直荷重により生じる部材応力度を確認し、第3次クリープ発生応力以下であり50年使用後も部材破断しないことを確認した。

(1) 引張クリープ試験条件

引張クリープ試験条件を表—4に示す。

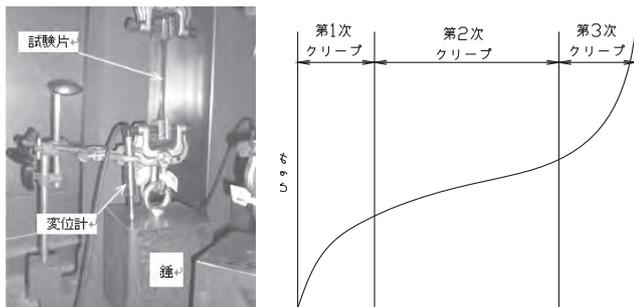
表—4 引張クリープ試験条件

項目	試験条件
試験片	長さ175mm, 幅10mm, 厚さ3mm (JIS K 7113)
負荷	定荷重: ① 8MPa (29%), ② 7MPa (25%) ③ 6MPa (22%), ④ 5MPa (18%)
温度	定温度: ① 70℃, ② 60℃, ③ 50℃
測定期間	第3次クリープが開始するまで

(2) 引張クリープ試験方法

試験装置の概要を写真—2に示す。

プラスチックのクリープ変形は、第3次クリープの発生により急激にひずみ量が増すことが知られている。各温度のひずみ量測定結果より、第2次クリープのひずみ速度 ($d\varepsilon/dt$) を求め、本製品の適用環境温



写真—2 引張クリープ試験

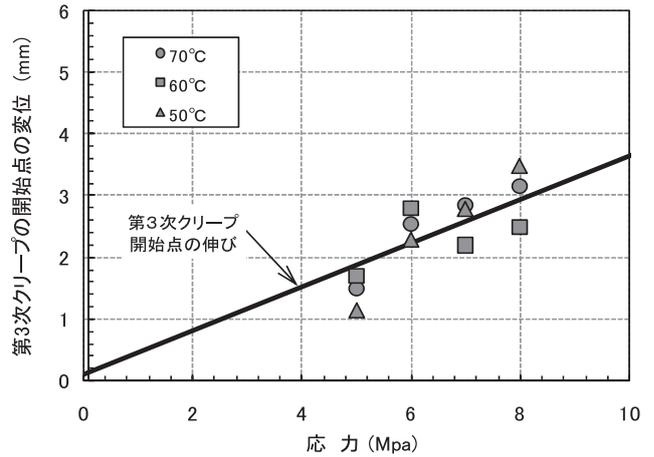
度30℃における50年後のひずみ量を予測した。

(3) 引張クリープ試験結果と考察

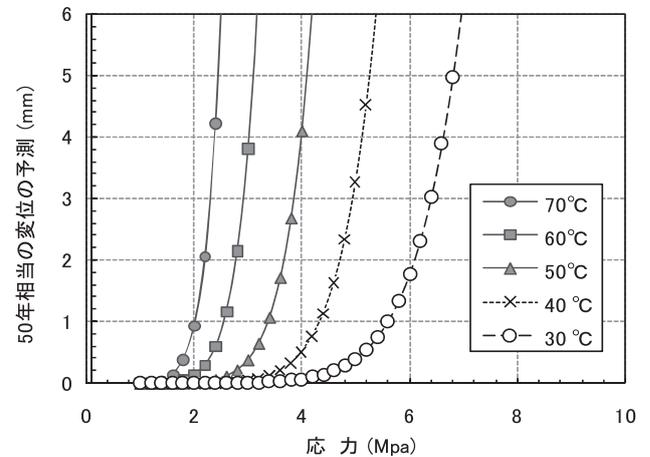
(a) ひずみ量予測

第3次クリープが開始するひずみ量と応力の関係を図—5に示す。また、ここで得られたクリープひずみ速度特性を下記Norton則より算定し、各応力における50年後のひずみを算出した。結果を図—6に示す。

$$d\varepsilon/dt = A\sigma^n \quad \text{クリープひずみ速度 (mm/t)}$$



図—5 ひずみ量測定結果



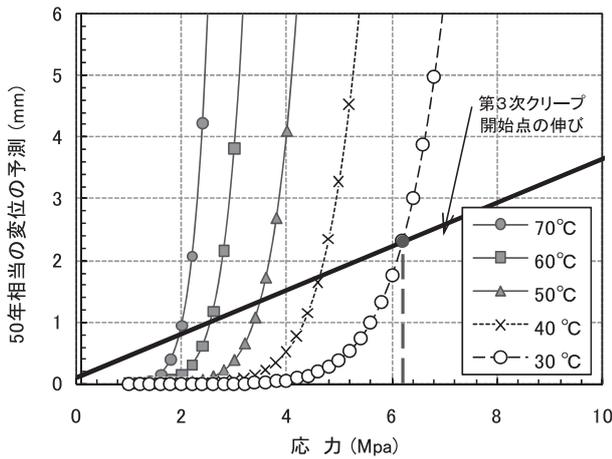
図—6 各応力における50年後のひずみ

(b) 第3次クリープ発生応力

確認結果を図—7に示す。本製品の適用温度である30℃における50年後の第3次クリープ発生応力は、6.2MPaであることが確認できた。

(4) 構造体の部材応力確認試験条件

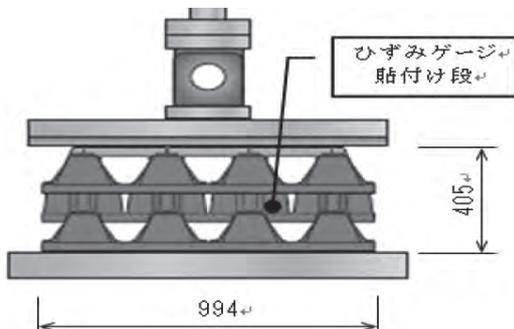
本製品の部材応力を鉛直荷重で発生するひずみ量で確認した。構造体の弱点を特定するため3ケースに分けて試験を実施した。試験条件を表—5に示す。



図一七 第3次クリープ開始点と50年後の変位

表一五 試験体条件

項目	試験体条件	
試験体	積層段数：3段積（高さ405mm） 対象部位：2段目（中間層）	
試験数	試験体：	
	ケース	実験ケースの目的
	ケース1	部材の弱点箇所を模索するため、既往の圧縮試験結果から部材の変状・損傷等を考慮して定めた測定箇所の表面ひずみを測定する。
	ケース2	曲げひずみの卓越する箇所に対して部材の両面（表、裏）にひずみゲージを貼付し、部材に生じる軸力を確認する。
ケース3	測定値の再現性およびばらつきを評価するため、弱点箇所に対して多点計測を実施。	
載荷重	段階載荷： 荷重段階：5 kN/m ² （1分間の荷重保持） 最大荷重：80 kN/m ²	
測定項目	・軸方向変位量 ・載荷重 ・ひずみ量	



図一八 圧縮試験の概要

(5) 構造体の部材応力確認試験

試験装置の概要を図一八に示す。

(6) 構造体の部材応力確認試験結果と考察

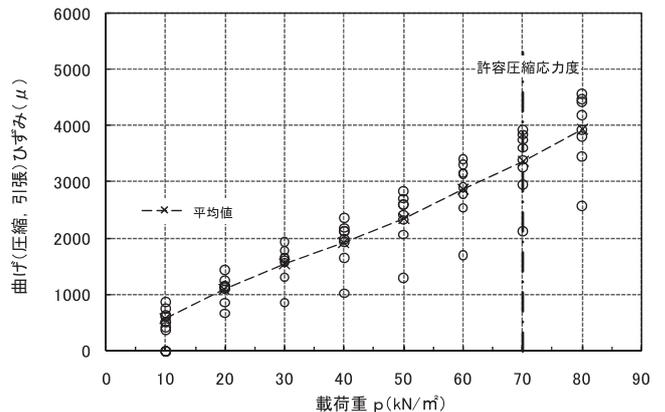
載荷重に対する曲げひずみの推移結果を表一六、図一九に示す。本製品が設定する許容応力度 70 kN/m² に対する部材の曲げ引張応力は、ひずみより算出すると 3.7 ~ 6.9 MN/m²、平均 5.9 MN/m² であった。

本応力は、構造体で応力が集中する箇所であるが、6.2 MN/m² を下回っており、長期的にも安定した構造部材であることが確認できた。

表一六 本製品部材の曲げひずみ (μ)

部位	測定点	載荷重 (kN/m ²)							
		10	20	30	40	50	60	70	80
凸部側面	①	78	347	652	923	1,206	1,534	1,808	2,097
	②	175	487	958	1,373	1,822	2,349	2,812	3,372
	③	150	348	614	898	1,256	1,660	2,058	2,462
	④	369	727	1,034	1,307	1,568	1,898	2,254	2,686
	⑤	252	580	905	1,200	1,532	1,904	2,283	2,634
	⑥	86	291	638	1,008	1,378	1,819	2,257	2,709
	⑦	98	279	628	1,004	1,431	1,941	2,397	2,920
	⑧	98	433	759	1,034	1,264	1,552	1,798	2,144
	最小値	78	279	614	898	1,206	1,534	1,798	2,097
	最大値	369	727	1,034	1,373	1,822	2,349	2,812	3,372
平均値	163	436	773	1,093	1,432	1,832	2,208	2,628	
凸部表面	⑨	510	1,092	1,665	2,123	2,598	3,152	3,611	4,195
	⑩	857	1,433	1,928	2,355	2,828	3,399	3,928	4,572
	⑪	598	1,150	1,601	1,974	2,415	2,906	3,390	3,930
	⑫	522	1,141	1,662	2,127	2,607	3,160	3,752	4,432
	⑬	631	1,138	1,577	1,949	2,334	2,798	3,282	3,827
	⑭	421	678	868	1,030	1,311	1,705	2,129	2,591
	⑮	755	1,265	1,793	2,195	2,717	3,327	3,864	4,495
	⑯	367	857	1,306	1,657	2,064	2,545	2,962	3,461
	最小値	367	678	868	1,030	1,311	1,705	2,129	2,591
	最大値	857	1,433	1,928	2,355	2,828	3,399	3,928	4,572
平均値	583	1,094	1,550	1,926	2,359	2,874	3,365	3,938	

注) 表中の曲げひずみは、絶対値で整理している。



図一九 載荷重に対する曲げひずみの推移

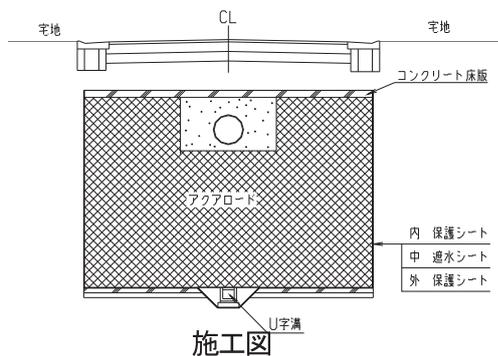
4. 施工例

本製品の施工例を紹介する。想定外の降雨量による道路冠水対策や、造成による雨水処理対策において道路直下が雨水貯留浸透槽として有効に活用されている。

(1) 鼓ヶ滝造成工事（兵庫県川西市，図—10）

延長 80 m（施工量 1,650 m³） 2007 年 8 月施工

宅地造成により必要であった雨水貯留施設を、本製品と砕石により道路直下に施工。土地の有効利用が図れた。



施工状況

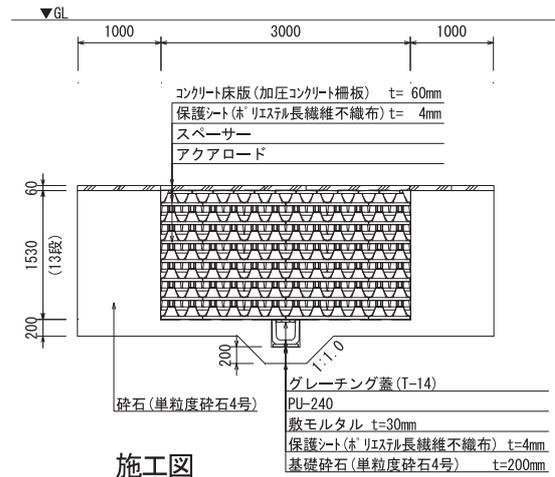


道路完成時

図—10 鼓ヶ滝造成工事

(2) 国道 50 号線拡張工事（群馬県みどり市，図—11）

延長 40 m（施工量 183.6 m³） 2013 年 2 月施工
道路の整備に伴う雨水対策において、周辺下水道へ



施工図



施工状況

図—11 国道 50 号線拡張工事

の負担を低減するため、道路下浸透施設として本製品が施工された。

(3) アンダーパス冠水対策工事（福岡県大野城市，図—12）

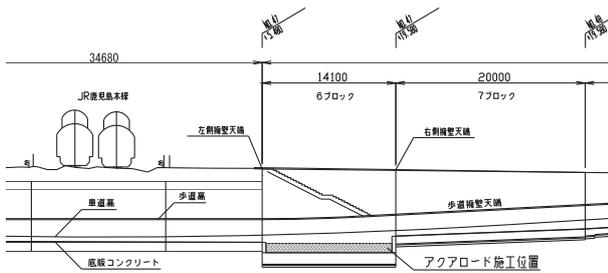
延長 13 m（施工量 91 m³） 2011 年 12 月施工
道路冠水が懸念されるアンダーパスに、雨水貯留槽として本製品が施工された。ボックスカルバート内でスペースが無い中、道路直下に薄く広い貯留空間をつくることで、必要貯留量を確保した。

(4) 国道 256 号タラガトンネル工事（岐阜県関市，図—13）

延長 29 m（施工量 47 m³） 2007 年 2 月
浸透管では処理できないほどの湧水処理のため、空隙率が 90% 以上と貯留量が多く、道路直下に設置可能な本製品が施工された。

5. おわりに

実構造物での走行試験結果より、本製品「アクアロード」の積層構造体を埋設した道路は、舗装面に有意なひび割れ、わだち等が認められなかったため、道路と



施工図



施工状況



道路完成時

図-12 アンダーパス冠水対策工事

しての十分な性能を有しており、車両交通に支障のないことが確認できた。また、長期耐久性の評価結果より、本製品は、50年を想定した長期間にも安定した構造部材であることが確認できた。

道路冠水箇所において、直下に雨水貯留浸透槽を設置し雨水浸透させる事で、安全な交通が確保されることが期待される。

なお、他の情報、実績等は、ウェブページに掲載されている。ご興味があれば、是非アクセスされたい。

謝 辞

本製品の研究開発に貴重なご意見とご支援を賜った、独立行政法人土木研究所の方々、財団法人土木研究センターの方々、関係者各位に、誌面を借りて謝辞を述べさせて頂く。

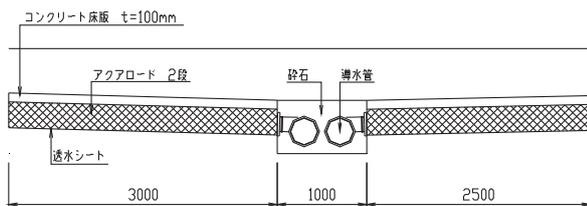
JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省 日本の水資源 2010 2010年
- 2) 国土交通省 国土交通省政策集 2010 2010年
- 3) 社団法人日本道路協会 舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕2007年
- 4) 社団法人日本道路協会 道路維持修繕要綱 1978年

[筆者紹介]

町田 誠 (まちだ まこと)
 積水化成工業株式会社
 第1事業本部 住環境開発グループ
 主事



施工図



施工状況

図-13 国道256号タラガトンネル工事