

FRPジベルのせん断伝達耐荷性能に関する基礎的検討

摂南大学大学院 学正員 湯室 貴章 摂南大学工学部 正会員 平城 弘一
 （独）北海道開発土木研究所 正会員 三田村 浩 大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之
 鹿島技術研究所 フェロー 須田 久美子 鹿島技術研究所 正会員 福田 一郎

1. まえがき

一般に鋼床版舗装用基層材には、防水性・たわみ追従性に優れ、ひび割れが発生しにくく、転圧不要な流し込み工法である、などの利点に着目されて、グースアスファルトが使用されている。グースアスファルトは220 ~ 260 に加熱攪拌されて、鋼床版のデッキプレート上に流し込まれるため、実施工において、縦リブ・横リブなどに変形を引き起こすことや、デッキプレートと両リブとの溶接部に残留応力を生じさせることなどが懸念される。さらに、グースアスファルトは比較的薄く施工され、温度変化の影響により剛性が低下する。車輪の路面走行位置は一定箇所に集中しがちであることから、近年の交通量の増加・車両の大型化もあり、他の舗装材を用いた一般道路舗装部に比べてわだち掘れが発生しやすいことも指摘されている。このような問題を解消するために、グースアスファルトに代わる新材料の開発が求められている。また、近年の疲労損傷事例の増加から、鋼床版の設計では、疲労問題は避けて通れない重要な課題である、と考えられている。

そこで本研究では、鋼床版舗装用基層材として、新材料である高韌性繊維補強セメント複合材料(Engineered Cementitious Composite, 以下ECCと略記)を用いることを考えた。ECCは常温で施工され、ECCはひび割れ発生後も、ECC内に混入された繊維(ビニロン)の架橋効果により、変形性能を飛躍的に向上させることができる。従来のモルタルに比べて大きな変形性能(約100倍程度)を有している材料である。

鋼床版のデッキプレートとECCとを一体化させるために、鋼床版のデッキプレートには繊維強化プラスチック(以下FRPと略記)製のプレート型ジベルを接着剤(アクリル樹脂系)で設置した。また、路面に凍結防止剤が散布される際の鋼床版の遮塩性を高めるために、高性能ポリウレア系表面被覆材(以下、防水層と略記)を、FRPジベル部を除いて敷設する構造とした(図-1参照)。なお、防水層の上面はECCとの摩擦力を高めるためにエンボス状に施工されている。

本文は、鋼床版の舗装用基層材としてECCを用いた場合を想定して、鋼床版とECC間のせん断伝達耐荷性

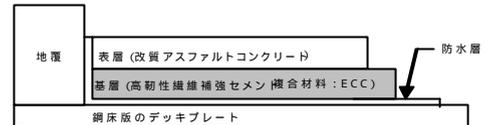


図 - 1 新しい鋼床版舗装の提案

表 - 1 試験体の種類

試験方法(シリーズ)	FRPジベルの接着面の表面処理(タイプ)	防水層の有無(ケース)	試験体数	試験体数内訳	試験体名
静的(S)	紙ヤスリ(A)	有(a)	8体	3体	S-A-a
疲労(F)		(表面の凹凸:有)		5体	F-A-a
静的(S)	ショットブラスト(B)	有(a)	8体	3体	S-B-a
疲労(F)		(表面の凹凸:有)		5体	F-B-a
静的(S)	ショットブラスト	無(n)	10体	5体	S-B-n
疲労(F)		(発泡スチロール)		5体	F-B-n
静的(S)	ショットブラスト	有(t)	10体	5体	S-B-t
疲労(F)		(表面の凹凸:無)		5体	F-B-t



写真 - 1 試験状況

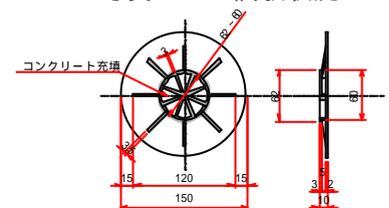


図 - 2 FRPジベルの形状寸法

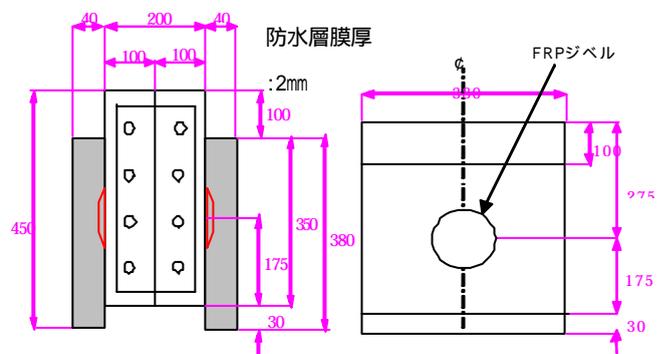


図 - 3 試験体の形状寸法

キーワード 合成構造, 高韌性セメント材料, 鋼床版, ずれ止め

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17番8号 TEL(072)-839-9127

能を確認するために実施した一連の実験結果について述べるものである。

2. 試験体の種類および試験方法

試験体の種類を表 - 1 に示す。試験体のパラメータは、FRPジベル接着面の前処理方法と、防水層の有無である。写真 - 1, 図 - 2, 図 - 3 に、それぞれの試験状況, FRPジベルの形状寸法, 試験体の形状寸法を示す。

静的試験は、荷重初期は荷重制御で、鉛直変位が0.1mmに達した以降は変位制御に切り替えて行った。一方、疲労試験は、下限荷重を4.9kNと定めて上限荷重を変化させて所定の荷重範囲を設定した。

3. 試験結果および考察

3.1 静的試験

1) 終局せん断耐荷力およびずれ性状：静的試験結果(S シリーズ)を表 - 2 に示す。防水層表面に凹凸を設けた試験体において、FRPジベル接着面をショットブラストで前処理してFRPジベルを接着した試験体のほう(B-a)が紙ヤスリの結果(A-a)に比べて、かなり高い値を示していることがわかる。また、防水層および発砲スチロール表面に剥離材を塗布してECCとの付着をなくした(B-n)・(B-t)はほぼ同じ値を示していることがわかる。

全タイプの代表的な荷重 - 鉛直変位(ずれ量)関係を図 - 4 に示す。この図から明らかなように、防水層に凹凸をつけ、ショットブラストで前処理された試験体のずれ性状において、初期勾配、ピーク値とも高い値を示すが、ポストピークの下り勾配が急激であることがわかる。なお、防水層とECC間の付着をなくした試験体(B-n),(B-t)の結果では、防水層とECCの付着力がある試験体に比べて初期勾配が緩やかで、ピーク値を示したあとも耐荷性能の低下は小さいことが確認された。

2) 破壊状況：写真 - 2 に代表的な剥離破壊と支圧破壊したものを示す。この写真から明らかなように、剥離破壊を起こした場合は(上側)、FRPジベルが鋼板から完全に剥離しているもの(左側)と、剥離と同時にFRPジベルの中央に設けられた垂直フランジ(直径60mm, 高さ8mm)の下側で、FRPジベルの底部フランジ(直径150mm, 厚さ2mm)にもひび割れを伴っているもの(右側)があった。一方、支圧破壊の場合は(下側)、ECCが垂直フランジの支圧側において支圧破壊を起こし、さらにFRPジベルの頂部にも若干損傷していたもの(左側)と、FRPジベルの垂直フランジの根元部において、直接せん断破壊を起こしているもの(右側)があった。

3.2 疲労試験

今回の試験で得られた試験体名：F-B-nのS - N曲線を図 - 5 に示す。この図から明らかなように、試験データはほぼ直線上に図示することができた。相関係数は0.978と高くデータのバラツキが小さいことが分かる。

表 - 2 静的試験結果

試験体の種類	No.	押抜きせん断耐荷力	ずれ定数	破壊形式
		Qu (kN/個)	(kN/mm)	
S-A-a	1	179.3	1121	鋼板からジベルの剥離破壊
	2	80.2	994	鋼板からジベルの剥離破壊
	3	111.7	1087	鋼板からジベルの剥離破壊
	平均値	95.9	1041	
S-B-a	1	123.4	1175	鋼板からジベルの剥離破壊とECCの支圧破壊
	2	271.0	3061	ECCの支圧破壊
	3	271.0	3650	鋼板からジベルの剥離破壊とECCの支圧破壊
	平均値	271.0	3356	
S-B-n	1	23.8	210	ECCの支圧破壊
	2	29.0	118	ECCの支圧破壊
	3	38.2	165	ECCの支圧破壊
	4	35.4	131	ECCの支圧破壊
	5	35.2	137	ECCの支圧破壊
	平均値	32.3	152	
S-B-t	1	43.0	214	ジベルのせん断破壊
	2	34.5	138	ジベルのせん断破壊
	3	36.5	250	ジベルのせん断破壊
	4	35.5	182	ジベルのせん断破壊
	5	35.5	200	ジベルのせん断破壊
	平均値	37.0	197	

*特異な値を示したので、平均値を算出するときに除外した

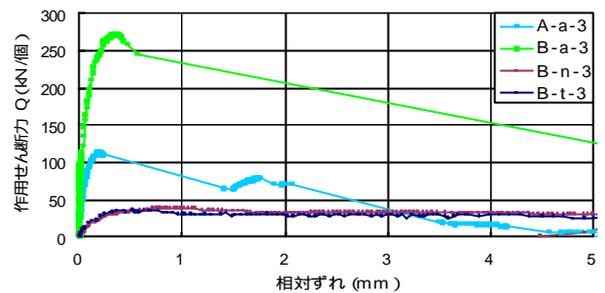


図 - 4 全タイプの荷重 - 鉛直変位(ずれ量)の関係

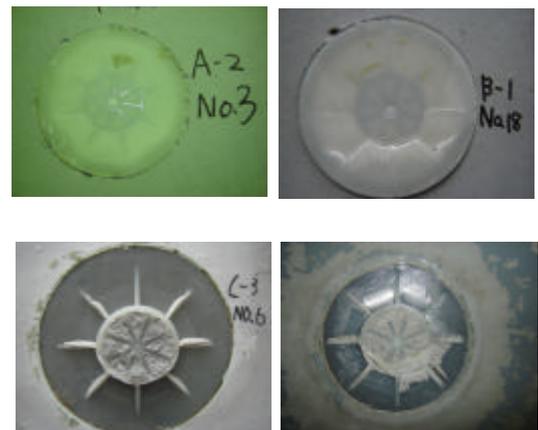


写真 - 2 破壊状況

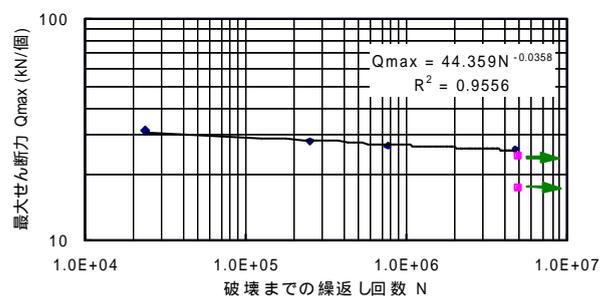


図 - 5 試験体名: F-B-nのS - N曲線