

## (39) GFRP常設足場の耐衝撃性能試験

久保圭吾<sup>1</sup>・神野夢希<sup>2</sup>・永見研二<sup>3</sup>・浅野貴弘<sup>4</sup>・飯田浩貴<sup>5</sup>・上岡一成<sup>6</sup>

<sup>1</sup>正会員 宮地エンジニアリング株式会社 技術開発部 関西技術開発グループ  
(〒550-0001 大阪市西区土佐堀一丁目4-11)  
E-mail: kubo.keigo@miyaji-eng.co.jp

<sup>2</sup>正会員 宮地エンジニアリング株式会社 技術開発部 技術開発グループ  
(〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通り3)  
E-mail: kamino.yumeki@miyaji-eng.co.jp

<sup>3</sup>宮地エンジニアリング株式会社 開発営業部 開発営業グループ  
(〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町9-19)  
E-mail: nagami.kenji@miyaji-eng.co.jp

<sup>4</sup>正会員 西日本高速道路株式会社 関西支社 保全サービス事業部 改築第一課  
(〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1-13)  
E-mail: t.asano.ac@w-nexco.co.jp

<sup>5</sup>西日本高速道路株式会社 関西支社 保全サービス事業部 改築第一課  
(〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1-13)  
E-mail: h.iida.aa@w-nexco.co.jp

<sup>6</sup>西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 構造技術部 (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-4)  
E-mail: k\_kamioka@w-e-kansai.co.jp

近年、跨道橋や跨線橋では、点検及び維持管理の効率化のため、GFRP常設足場を設置する事例が増加しつつある。常設足場は、点検者の荷重だけでなく、作業時に点検者や工具等が落下した際の荷重に対する安全性も確保する必要がある。また、床版の損傷が顕在化している既設桁に取り付ける場合、床版下面コンクリート片が落下した際の、路下の第三者被害を防止する性能も求められている。本研究では、GFRP常設足場の設置方法毎に、点検者や鉄筋、はく落を想定したコンクリート板などを落下させることで、衝撃荷重に対する安全性の確認を行った。この結果、GFRP常設足場は、パネルの変形により、ある程度衝撃荷重を吸収できることから、貫通などは生じないが、パネル継手部にコンクリート板が落下した場合は、損傷の恐れがあることが確認できた。

**Key Words:** GFRP, Permanent Scaffolds, impact test

### 1. はじめに

近年、橋長2m以上の橋梁では5年に一度の近接目視点検が義務化されているが、検査路が設置されていない箇所や、検査路が設置されていても近接できない箇所の点検方法が課題となっている。特に、鉄道や幹線道路の上では、高所作業車や橋梁点検車で点検が困難となり、常設の足場（以下、常設足場）の必要性から、設計技術資料<sup>1</sup>が策定されたことで、設置事例が増加しつつある。

また、常設足場は、鋼橋における桁間の飛来塩分を防護することで、桁間の腐食環境改善効果<sup>2</sup>が期待できることから、点検通路の機能を有する<sup>3</sup>防護板としても適用できる。

常設足場は、足場自体の維持管理を省力化するため、耐食性に優れた材料を用いる必要があることから、ガラス繊維強化ポリマー（Glass Fiber Reinforced Polymer：以下、GFRP）を用いたGFRP常設足場を開発し、実用化<sup>4</sup>を図っている。GFRP材は、軽量な材料であり施工性に優れることから、新設橋のみならず、既設橋への後付け設置も可能となる。また、GFRP材が絶縁材料であることから、跨線橋で架線に近接している場合では、感電等にもなうリスクを低減できる。なお、常設足場は、点検者の荷重だけでなく、維持管理作業時の足場としても利用されることから、作業時の工具や資材の落下や、損傷した床版下面コンクリートのはく落に対しても、路下への第三者被害を防止する性能が求められている。

そのため、作業員や資材、床版下面コンクリートが GFRP 常設足場に落下した場合の衝撃荷重に対する安全性を確認するため、衝撃試験を実施した。ここでは、この試験結果について述べる。

## 2. GFRP 常設足場の概要

### (1) GFRP 常設足場の種類

GFRP 常設足場は、大別して、全面を覆うタイプと桁間に設置するタイプに分けられる。

全面タイプの場合、図-1(a)に示すように、FRP パネルをリブにて吊り下げる構造となることから、リブは上向きに配置する。一方、桁間タイプでは、常設足場として用いる場合は、図-1(b)に示すように、リブを下に向けて歩行面を平滑とするが、飛来塩分などから桁間の腐食を防御するため、密閉構造とする場合は、図-1(c)に示すように、リブを上に向ける構造を採用している。

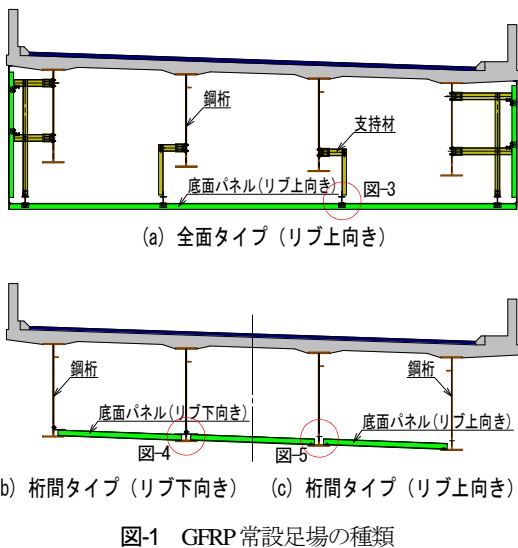


図-1 GFRP 常設足場の種類

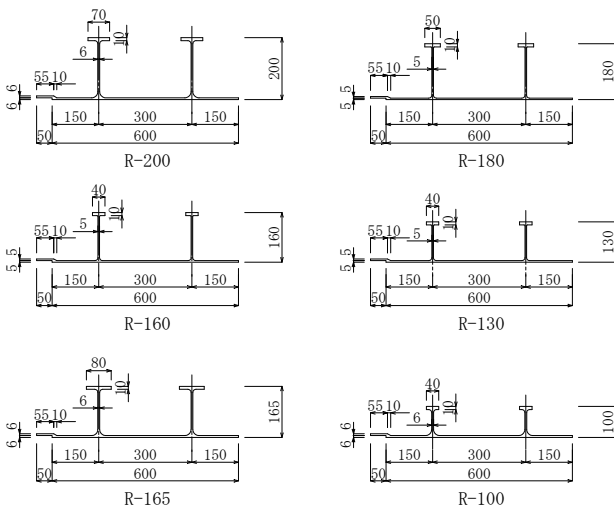


図-2 GFRP 引抜成形材の断面形状

### (2) GFRP の断面形状

GFRP 常設足場で用いる引抜成形材は、FRP 合成床版で用いる成型を準用することから、図-2 に示す 6 種類の断面形状から選定する必要がある。なお、R-200、R-165、R-100 は、底板の板厚が 6mm であり、その他は 5mm となっている。

### (3) 適用支間

FRP 常設足場では、リブ高さの異なる型材を適用することで、比較的大きな支間にも対応可能である。表-1 にリブタイプ別の標準的な適用最大支間を示す。

### (4) 取付方法

全面タイプでは、図-3 に示すように、支持梁と FRP リブを取付けアングルで固定する。桁間タイプのリブを下に向ける場合は、桁内から施工するため、図-4 に示すように、アングルで浮き上がりを防止し、ズレに対しては、アングルと FRP パネルをブラインドリベットで固定する。リブを上向きとする場合は、図-5 に示すように、フランジに取り付けたスタッドボルトで直接固定する。

表-1 リブタイプ別の適用最大支間

リブタイプ	適用最大支間(m)
R-200	6.0
R-180	5.0
R-160	4.4
R-130	3.4

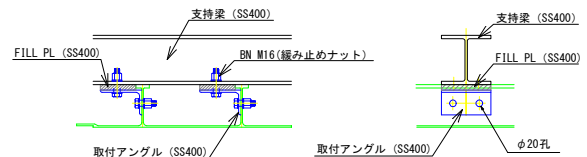


図-3 全面タイプの取付方法

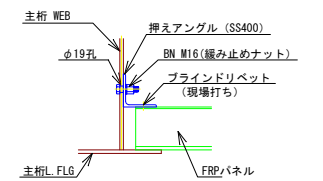


図-4 桁間リブ下向きの取付構造

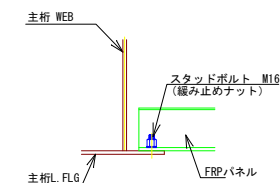


図-5 桁間リブ上向きの取付構造

### 3. 床版かぶりコンクリートのはく落を想定した衝撃試験

#### (1) 試験概要

常設足場は、床版下面のコンクリート片の落下に対して、はく落対策の代用となる性能を有することで、第三者被害を未然に防止し安心・安全が確保される。

床版下面コンクリートのはく落は、主に除塩不足の海砂を使用したことで下側鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートが落下するものであり、海砂の使用が多い西日本で多くの損傷事例がある。このはく落コンクリートは、最大 1m×1m、重量 120kg 程度であり、桁高を勘案すると、落下高さは 3m 程度となる。このため、コンクリート片が落下した際の安全性を確認するため、衝撃試験を実施した。

#### (2) 試験方法

##### a) コンクリート板

試験に用いるコンクリート板は、1m×1m、重量 120kg となるように、厚さを調整した。版厚は、重量が小さいコンクリート飛散防止用の溶接金網を無視し、コンクリートの単位体積重量 2.3t/m<sup>3</sup> を用いて算出した 55mm とした。なお、コンクリート板には、図-6 に示すように、試験時の吊下げ用に、四隅に吊孔を設けている。

##### b) FRP 材の使用断面

試験に使用する FRP 断面は、適用支間の大きい R-200 と、適用支間の小さい R-130 で実施する。なお、R-200 は板厚 6mm、R-130 が板厚 5mm である。

橋軸方向の幅は、コンクリート板より大きくするため、パネル 2 枚を接合するが、図-7 に示すように、施工誤差を考慮し、パネルの継手が最も開いた状態 (10mm) を再現した。

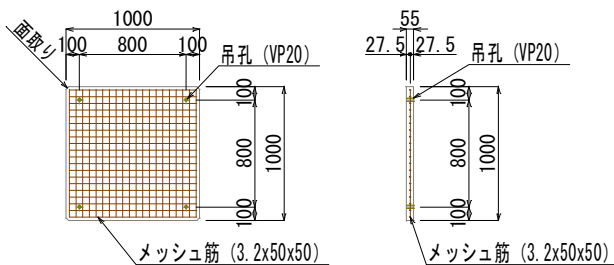


図-6 コンクリート板の構造

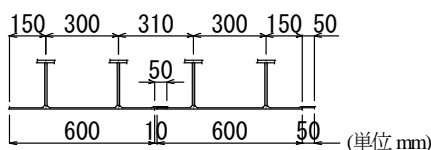


図-7 FRP パネルの断面形状

#### c) 試験条件

コンクリート板の落下高さは、コンクリート板の重心位置を 3.0m とした。試験体の支持方法は、図-3-5 に示す取付構造と同一とした。

コンクリート板の落下位置は、常設足場を構成するパネル、支持材の最も弱点となる位置を想定した。

また、コンクリート板は、水平に落下させることを基本とするが、落下時に鉛直となることを想定して、鉛直に落下させるケースの試験も実施した。なお、リブが上向きで鉛直落下では、継手に対しては、リブ平行に落下させた場合の方が厳しくなるが、リブに対しては、リブに直角に落下させた方が厳しくなるため、それぞれで実施するものとした。

支持部に着目した端部荷重は、支持点に直接落下しないように、支持点から 500mm 離れた箇所に鉛直に落下させ、リブに直角に落下させるものとした。桁間リブ上向きタイプの落下位置を図-8 に示す。

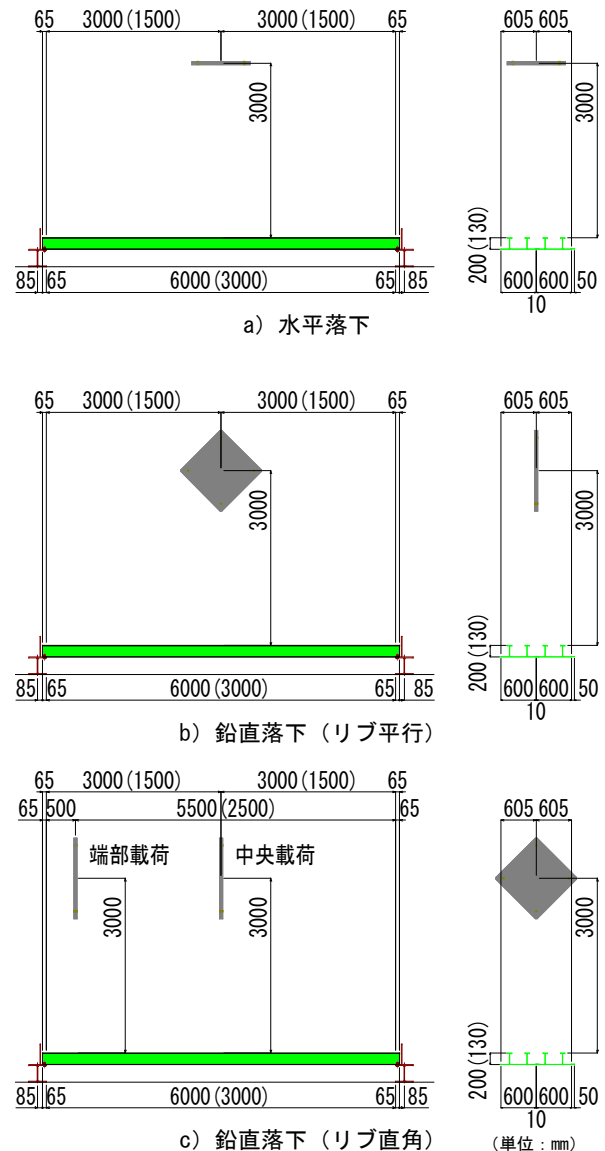


図-8 支間 6m(3m)桁間タイプの落下位置

表-2に、実施した試験ケースを示すが、鉛直リブ平行落下では、コンクリート板の角を下にしたひし形状(◇)に落下させると貫通落下することから、四角形状(□)に落下させたケースも実施している。また、支間 3m の R-130 では、現実の落下に近いケースとして、45 度に傾けて落下させるケースの試験も実施した。

パネルの継手は、ブラインドリベットにより固定することを基本とするが、支間 6m の R-200 では、ブラインドリベットを施工しない試験も実施している。

コンクリート板の重量は、全て 120kg 以上であり、落下の衝撃により、割れや欠けが生じることから、試験毎に替えている。ただし、割れや欠けがないコンクリート板(表-2の番号の枝番)は、再利用している。

### (3) 衝撃荷重の推定

コンクリート板落下による衝撃荷重は、FRP パネルの変形により緩和され、このときの FRP パネルのバネ値は、式(1a)で示される。実際の衝撃に対する評価は困難であるが、衝撃に対する目安とするため、簡易的にコンクリート板の位置エネルギーが、全て FRP パネルの変形のエネルギーに変わったと仮定すると、式(1b)で示される。

ここから、衝撃によるたわみを、式(1c)で、衝撃力を式(1d)で求めた。

$$k = \frac{F}{\delta} = \frac{48EI}{L^3} \quad (1a)$$

$$\frac{1}{2}k\delta^2 = mgh \quad (1b)$$

$$\delta_i = \sqrt{\frac{2mghL^3}{48EI}} \quad (1c)$$

$$P_i = \frac{48EI\delta}{L^3} \quad (1d)$$

このとき、 $k$ :バネ値、 $F$ :弾性力、 $\delta$ :衝撃たわみ、 $m$ :質量、 $g$ :重力加速度、 $L$ :支間、 $E$ :弾性係数、 $I$ :断面 2 次モーメント、 $P_i$ :衝撃力 とする。

表-3に、各支間毎の衝撃たわみ、衝撃力を、材料特性とともに示す。なお、この表には、衝撃力を、図-7のパネル2枚(幅 1200mm)で負担するとして求めた GFRP の応力も記載している。これより、支間が大きい R-200 の方が衝撃たわみが大きく、衝撃力、衝撃応力が小さいこ

表-2 試験ケースと試験結果

リブ高 支間(m)	足場仕様		落下方向	リベット	載荷位置	ケース名 ( )内の記号を列記	コンクリート板		試験結果			
							重量(kg)	番号				
R-200 (6)	全面 (F)	リブ 上向 (U)	鉛直 (V)	水平(H)	無	中央(C)	6FU-H-無-C	131.3	(1)	損傷なし		
				リブ平行 (rH)	◇	無	中央(C)	6FU-VrH◇-無-C	133.6	(2)	貫通	
					◇	有	中央(C)	6FU-VrH◇-有-C	136.0	(3)	50mm程度貫通	
					□	有	中央(C)	6FU-VrH□-有-C	134.5	(5)	瞬間的に貫通して継手がラップ	
				リブ直角 (rT)	◇	無	中央(C)	6FU-VrT◇-無-C	130.8	(4)-1	落下部に傷	
					◇	無	端部(E)	6FU-VrT◇-無-E	130.8	(4)-2	継手部分がラップ	
	桁間 (G)	リブ 下向 (L)	鉛直 (V)	水平(H)	無	中央(C)	6GL-H-無-C	129.8	(6)-1	損傷なし		
				リブ平行 (rH)	◇	有	中央(C)	6GL-VrH◇-有-C	129.8	(6)-2	100mm程度貫通	
					□	有	中央(C)	6GL-VrH□-有-C	133.2	(7)	一部リベットに浮き	
					◇	有	端部(E)	6GL-VrT◇-有-E	135.3	(8)	リブに沿った割れにより一部貫通	
				リブ上向 (U)	鉛直 (V)	水平(H)	無	中央(C)	6GU-H-無-C	132.7	(10)-1	損傷なし
						リブ平行 (rH)	□	有	中央(C)	6GU-VrH□-有-C	129.4	(9)
	◇	有	中央(C)				6GU-VrH◇-有-C	134.4	(21)	瞬間的に貫通して継手がラップ		
	リブ直角 (rT)	◇	有	中央(C)	6GU-VrT◇-有-C	130.2	(11)	落下部に傷				
	□	無	中央(C)	6GU-VrT□-無-C	132.7	(10)-2	落下部に傷					
	□	無	端部(E)	6GU-VrT□-無-E	132.7	(10)-3	リブに付け根に割れ					
	R-130 (3)	全面 (F)	リブ 上向 (U)	鉛直 (V)	水平(H)	有	中央(C)	3FU-H-有-C	133.2	(17)-1	損傷なし	
					リブ平行 (rH)	□	有	中央(C)	3FU-VrH□-有-C	133.2	(17)-2	貫通
◇						有	中央(C)	3FU-VrB◇-有-C	129.0	(22)	落下部に割れ	
□						有	中央(C)	3FU-VrT□-有-C	136.1	(15)	リブ頭部に割れ	
リブ直角 (rT)					□	有	端部(E)	3FU-VrT□-有-E	133.8	(16)	リブ腹板の割れ	
					◇	有	中央(C)	3FU-45rB◇-有-C	127.2	(23)	落下部に割れ	
桁間 (G)		リブ 下向 (L)	45°	水平(H)	有	中央(C)	3GL-H-有-C	133.0	(18)	損傷なし		
				リブ平行 (rH)	□	有	中央(C)	3GL-45rH□-有-C	139.0	(19)	落下部にリブ平行の割れ	
					◇	有	中央(C)	3GL-45rH◇-有-C	134.2	(20)	落下部にはく離・割れ	
					◇	有	中央(C)	3GL-45rT◇-有-C	134.6	(24)	落下部にはく離・割れ	
				リブ上向 (U)	鉛直 (V)	水平(H)	有	中央(C)	3GU-H-有-C	133.7	(13)-1	リブ頭部に割れ
						リブ平行 (rH)	□	有	中央(C)	3GU-VrH□-有-C	133.0	(12)-1
◇		有	中央(C)				3GU-VrH◇-有-C	132.1	(14)	貫通		
リブ直角 (rT)		□	有	中央(C)	3GU-VrT□-有-C	133.0	(12)-2	リブ頭部に割れ				
□		有	端部(E)	3GU-VrT□-有-E	133.7	(13)-2	リブに付け根に割れ					

表-3 材料特性と衝撃力

		R-200	R-130	
引張強さ	N/mm <sup>2</sup>	412	345	
引張弾性率	kN/mm <sup>2</sup>	31	30	
圧縮強さ	N/mm <sup>2</sup>	482	413	
落下質量	kg	120	120	300
支間	m	6.0	3.0	3.0
衝撃たわみ	mm	100	68	107
衝撃力	kN	70	104	165
衝撃応力	N/mm <sup>2</sup>	145	291	460

とが確認できる。このときの衝撃応力は、R-200では余裕があるものの、R-130では、ほとんど余裕がないことから、GFRPの負担断面が小さくなった場合には、破壊の恐れがあると推定される。

#### (4) 試験結果

##### a) 水平落下

表-2に、各ケースの試験結果を示す。コンクリート板を水平に落下させたケースでは、いずれも、ほとんど損傷が生じないことが確認できた。なお、3GU-H有-Cのケースでリブ頭部に割れが生じているのは、図-9に示すように、落下時にリブとコンクリート板が平行となっていなかったためと思われる。

##### b) 鉛直リブ平行落下

表-2の赤枠に、鉛直リブ平行落下の試験結果を示す。支間6mでは、ブラインドリベットで接合していない試験体(6FU-VrH◇-無-C)で貫通落下したが、接合した試験体では、瞬間的、あるいは、図-10、図-11に示すように50~100mm程度貫通するものの落下には至っていない。これは、ブラインドリベットの締結力により、継手の開きが抑制されたためと考えられる。なお、6GL-VrH◇有-Cのケースで貫通していないのは、ビデオ映像から判断して、落下位置が、継手部から5~10cm程度ずれていたためと考えられる。一方、支間3mでは衝撃力が大きいため、貫通落下するが、3GU-VrH◇有-Cケースでは瞬間的に貫通するものの、貫通落下には至っていない。これは、図-12に示すように、底板がボルトで固定されており、水平方向にずれないことから、パネル間の開きが小さくなったためと考えられる。

図-13に、継手のないリブ間に落下させたケース(3FU-VrB◇有-C)の落下状況を示す。リブ間では、ガラス繊維が連続しているため、接触面積が小さい、ひし形状(◇)に落下させても、表面に割れ、はく離が生じる程度であり、貫通していない。これは、リブ間の変形により、衝撃荷重が緩和されたこと、および下面表層のガラス繊維マットにはく離や破断が見られるものの、内部のガラスロービングが切断されていないことによるものと推察できる。



図-9 3GU-H有-Cケースの落下状況



上面 下面  
図-10 6GL-VrH◇有-Cケースの落下状況



上面 下面  
図-11 6GU-VrH□有-Cケースの落下状況



落下時 落下後  
図-12 3GU-VrH□有-Cケースの落下状況



落下時 落下後  
下面  
図-13 3FU-VrB◇有-Cケースの落下状況



落下時 落下後  
図-14 6FU-VrT◇無-Eケースの落下状況

### c) 鉛直リブ直角落下

コンクリート板を鉛直とし、リブ直角方向に落下させたケースでは、リブが衝撃荷重を負担するため、貫通落下することはないことが確認できた。ただし、端部にひし形上(◇)に落下させたケースでは、ひし形の下側の部分が、リブより下側に突出するため、パネルが自由端となる端部では、図-14 に示すように、リブに沿った割れが生じた。

### d) 斜め45度落下

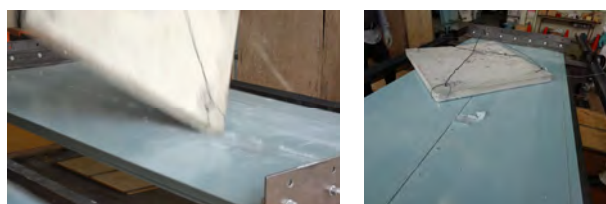
コンクリート板を鉛直に落下させた場合、継手部で貫通するケースがあることが確認できたものの、実際のコンクリート板はく落においては、このような落下ケースは生じないと考えられる。そのため、実際の落下状態に近いケースとして、斜め45度に傾けて落下させた試験を実施した。このときの落下ケースを、表-3の緑色着色部に示す。この結果、リブ平行にコンクリート板を落下させた場合、図-15 に示すように、コンクリート板の辺に沿ったひび割れが生じた。これは、引抜直角方向のガラス繊維が少ないためと考えられる。また、角から落下させた図-16、図-17 では、GFRPの表面のガラスマット層が部分的に破断するものの、内部のガラスロービングは切断されないことから貫通しないことが確認できた。以上から、FRP常設足場は、コンクリート片のはく落に対して、十分な安全性を有していることが確認できた。



落下時 落下後  
図-15 3GL-45H□-有-Cケースの落下時状況



落下時 落下後  
図-16 3GL-45H◇-有-Cケースの落下時状況



落下時 落下後  
図-17 3GL-45r◇-有-Cケースの落下時状況

## 4. 終局状態を想定した衝撃試験

終局状態を想定した衝撃試験として、表-4に示す衝撃応力(460N/mm<sup>2</sup>)が、引張強さ(345N/mm<sup>2</sup>)より大幅に大きく、破壊が想定される303.3kgのコンクリート板を落下させる試験を実施した。この試験は、衝撃に対して厳しい支間3mとし、GFRPパネルはR-130、支持条件は桁間タイプリブ下向きケースで、支間中央に鉛直に落下させた。

図-18に、試験時の状況を示す。落下の衝撃により、GFRPパネルのWEBが座屈、圧壊するものの、軸方向の

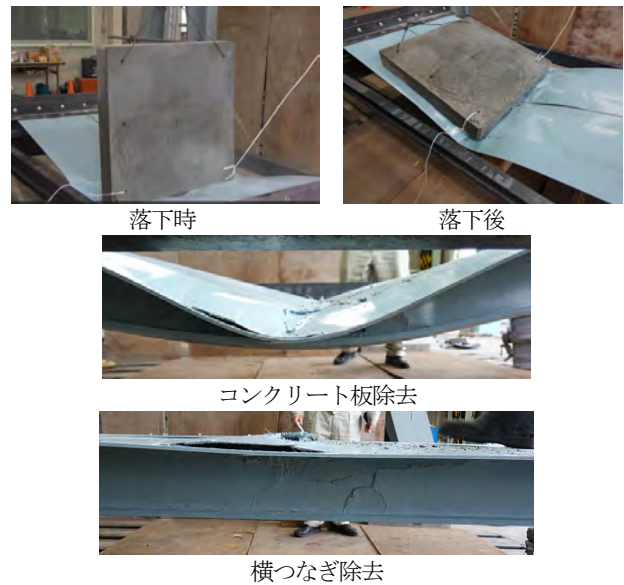


図-18 300kg鉛直落下時の状況



落下時



上面 側面  
図-19 300kg-45度落下時状況



落下後 落下面  
図-20 85kg砂袋落下時の状況

ガラスロービングが破断していないことから、コンクリート板の上載荷重を保持していた。ただし、支持桁を繋いでいた横つなぎ材がずれ、支持桁が傾いた状態となっていたことから、コンクリート板を除去した後も、GFRP パネルの変形が残っていた。なお、横つなぎ材の拘束をとると GFRP の変形が元に戻っており、この結果からも、軸方向の繊維が破断していないことがわかる。

図-19に、303.3kgのコンクリート板を斜め45度で落下させた時の状況を示す。これより、45度で落下した場合は、GFRP 上面がリブ上で部分的に破断し、WEB 部圧縮せん断破壊することが確認できた。この破壊は、鉛直に落下させた場合と比べ損傷が軽微であることから、45度とすることで、衝撃荷重が大幅に低減されると推察される。

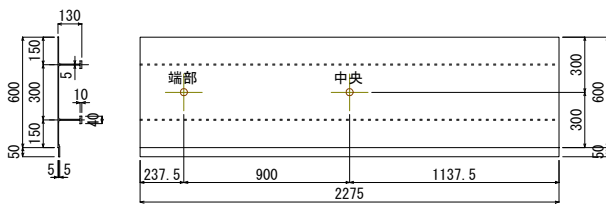


図-21 試験体概要と落下位置

表-4 試験ケースと試験結果

設置方向	落下位置	载荷回数	試験結果
リブ 上向き	中央	2回	層間はく離
	端部	2回	層間はく離 裏面落下部はく離
リブ 下向き	中央	3回	層間はく離 裏面リブ近傍割れ
	端部	3回	層間はく離 裏面落下部はく離

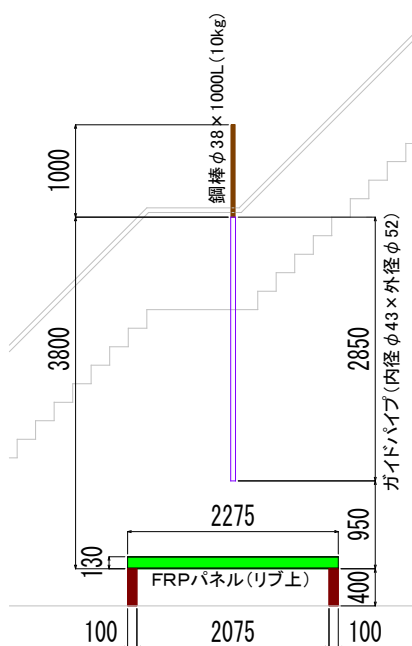


図-22 試験概要 (リブ上向き)

## 5. 作業員の落下を想定した衝撃試験

床版取替などの作業時に、作業員が桁上から落下することを想定し、85kgの砂袋（底面400mm×400mm）を、4.7mの高さから落下させる試験を行った。この試験は、支間3mとし、GFRPパネルはR-130、支持条件は桁間タイプリブ下向きケースで実施した。落下位置は、パネル中央の継手位置とした。

この結果、図-20に示すように、砂袋直下のブラインドリベットに浮きが生じていたものの、GFRPの割れ、貫通・脱落はないことが確認できた。

## 6. 鋼棒落下を想定した衝撃試験

### (1) 試験概要

常設足場を設置した状態で、床版取替作業を行う場合、配筋作業時に鉄筋を落下させる恐れがある。このため、橋面から常設足場に、10kgの鋼棒が高さ3.8mから落下する場合を想定した衝撃試験を実施した。

### (2) 試験方法

試験体は、図-21に示すように、R-130のFRPパネルを用い、試験体長さ2275mmの両側を100mmの架台で支持する構造とし、落下位置は、リブ間中央の支間中央と端部とした。常設足場では、リブを上向きとする場合と下向きとする場合があるため、それぞれの設置状態で試験を

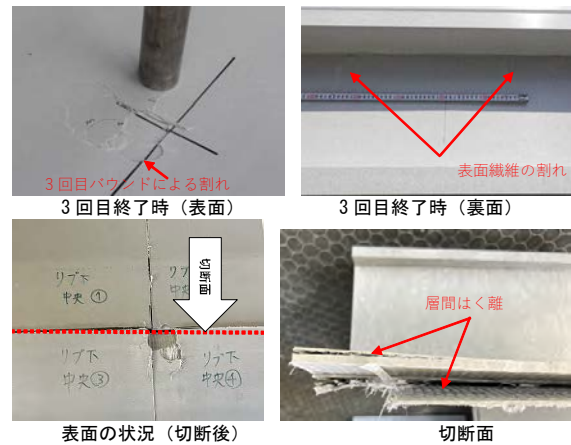


図-23 試験結果 (リブ下向き中央)

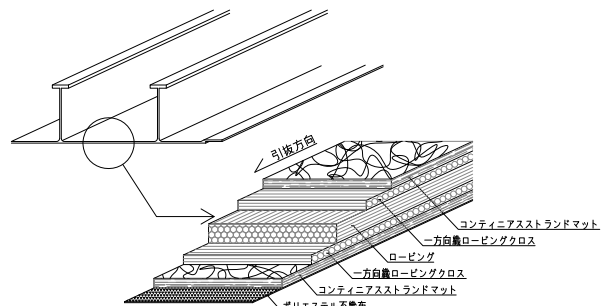


図-24 GFRP引抜成形材の繊維構成

実施することとし、同一箇所複数回落下させることで、落下後の健全性を確認することとした。このときの試験ケースを、表-4に示す。

鋼棒の落下は、図-22に示すように、内径43mmのガイドパイプを設置し、この中を通すことで、鉛直に落下させた。なお、FRPパネルとガイドパイプの隙間は、950mmと鋼棒より短くすることで、落下後の鋼棒の逸脱を防ぐ構造とした。落下に用いた鋼棒は、直径38mm、長さ1m、重量10.2kgとした。

### (3) 試験結果

衝撃試験の結果を表-2に示す。これより、すべての载荷に対し、層間はく離は見られるものの、鋼棒が貫通することがないことから、鋼棒の衝撃に対して十分な耐力を有していることが確認できた。

図-23に示すリブ下向き中央の試験結果から、1回目から3回目まで、それぞれの落下時に鋼棒の外周に沿った割れが見られ、裏面のリブ付近にもリブ直角方向に割れが見られた。また、切断面では、表面のマット層に破断が見られるものの、引抜方向のロービングは破断しておらず、界面での層間はく離が見られた。これは、FRP材が複合材であることから、図-24に示すようにガラス繊維が様々な方向に配置されており、部分的にガラス繊維が切断した場合でも、健全な繊維が荷重分担できることによるものと推察できる。

## 7. まとめ

衝撃試験の結果、以下のことが確認できた。

- 1) 約120kgのコンクリート板による衝撃試験の結果、鉛直にコンクリート板を落下させると、継手部で貫通する恐れがあることがわかった。

- 2) 現実に起こりうる最も厳しい载荷として、45度傾けた状態でコンクリート板を落下させたケースでは、貫通などは生じず、はく落の衝撃荷重に対して十分な耐力性能を有していることが確認できた。
- 3) 終局状態を想定した約300kgの衝撃荷重に対しても、内部の繊維が切断されないことから、衝撃载荷後も、ある程度の荷重を保持できる。
- 4) 85kgの作業員が4.7mから落下することを想定した衝撃荷重の結果、貫通・脱落は生じないことが確認できた。
- 5) 約10kgの鉄筋を想定した衝撃試験では、同一箇所3回落下させた場合においても、鉄筋は貫通しない。

今後の課題として、コンクリート片の落下に対するパネル継手部の対策等を含めた検討や、衝撃荷重に対する安全性を、衝撃試験ではなく、設計的に照査する方法の確立が必要と考えられる。

### 参考文献

- 1) 首都高速道路株式会社：恒久足場設計技術資料，2015。
- 2) 久保圭吾，亀子学，山下修平，下里哲弘，有住康則，矢吹哲哉：FRP防護板を用いた鋼桁間の腐食環境改善に関する研究，土木学会第67回年次学術講演会，I-165，pp329-330，2012。
- 3) 山下修平，久保圭吾，下里哲弘，田井政行，有住康則，矢吹哲哉：FRP防護板における点検用通路としての性能確認試験，土木学会第68回年次学術講演会，I-389，pp777-778，2013。
- 4) 宮地エンジニアリングの製品紹介：FRP防護板，宮地技報，No.33，p101，2020。

(Received August 25, 2023)

## EXPERIMENTAL STUDY ON IMPACT RESISTANCE FOR GFRP PERMANENT SCAFFOLDS

Keigo KUBO, Yumaki KAMINO, Kenji NAGAMI,  
Takahiro ASANO, Hiroki IIDA and Kazunari KAMIOKA

Permanent scaffolds must be safe not only from the load of inspectors, but also from the load of falling inspectors and tools during work. In addition, when scaffolds are installed on existing girders where damage to the slab is evident, they must be able to prevent damage to third parties below the roadway in the event of falling concrete fragments on the underside of the slab.

In this study, the safety of GFRP permanent scaffolds against impact loads was verified by dropping an inspector, a rebar, and a piece of concrete that was assumed to fall, for each installation method. As a result, it was confirmed that GFRP permanent scaffolds can absorb impact loads to some extent due to the deformation of the panels, and that penetration does not occur, but concrete pieces falling on the panel joints may cause damage.