

鋼繊維補強超速硬コンクリートの付着特性実験

(株) 高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究室 正会員 ○和田 圭仙, 長谷 俊彦
(社) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 正会員 谷倉 泉, 松本 政徳

1. はじめに

近年、高速道路の鋼橋RC床版では、車両大型化対応や床版の劣化損傷に対して上面増厚工法が適用される事例が見られる。上面増厚工法は、既設コンクリートと増厚コンクリート（増厚層）を一体化することにより耐力力の増加を図る工法であるため、これら新旧コンクリート界面の付着特性が重要な要素となる。

そこで上面増厚工法の耐久性向上を目的に、新旧コンクリート界面の表面処理方法の違いや切削介在物（切削くず）等の施工要因が付着特性に及ぼす影響を把握するため、一面せん断試験および引張試験を行った。

2. 試験概要

新旧コンクリート界面は、特に増厚層の施工目地部（1次施工と2次施工の打継目）に水和熱、乾燥収縮、活荷重の作用等に伴うせん断力及び引張力が卓越して作用するため、これら両方の試験を実施した。

2.1 一面せん断試験

実施工で増厚界面の付着に影響を及ぼす要因としては、(1)研掃の有無、(2)清掃の有無、(3)施工目地部の表面処理状態（プライマーの有無）、(4)バイブレータ締固め程度、(5)施工目地部型枠下面からのセメントペースト分の回り込みなどが考えられる。一面せん断試験では、この内(1)～(3)の影響を把握することを目的として、模擬床版を用いて表2.1のケースで試験を行った。

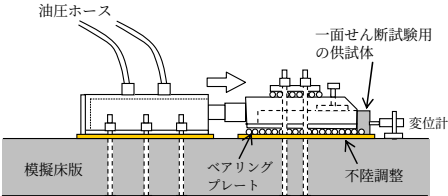


図 2.1 一面せん断試験

模擬床版の上面に打設する増厚層の供試体は、鋼繊維補強超速硬コンクリート(材齢 3 時間で $\sigma_c=24\text{N/mm}^2$ 以上)を使用し、 $19\text{cm}\times19\text{cm}\times6\text{cm}$ の大きさとし、締固めはバイブレータにより行った。

また、供試体の高さ 60mm に対し油圧ジャッキの直径 ($\phi 110\text{mm}$) が大きいので、供試体が一面せん断の載荷状態となるように、供試体上下面にベアリングプレートを介した治具を設置し回転が生じない構造とした。

2.2 引張試験

引張試験は、実施工で発生する可能性がある上記(1)～(5)の要因をパラメータとして、表2.1に示す試験ケースで実施した。模擬床版は、一面せん断試験を実施したものと同一の床版及び切削面を使用した。模擬床版上の増厚層は、一面せん断試験と同じ配合の鋼繊維補強超速硬コンクリートを使用し、締固めも同じ方法で行なった。コアの切削は、径 $\phi 80\text{mm}$ で増厚界面より数ミリ深く切削した後、引張治具をコンクリート表面にエポキシ樹脂で接着させ、強度発現後に引張試験を実施した。

表 2.1 試験ケース（一面せん断試験・引張試験）

試験名 供試体の 記号	一面せん断試験								引張試験					
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	A	E2	H	B	F	I
表面処理 条件	切削	切削	切削	切削	切削 +研掃	切削 +研掃	切削 +研掃	切削 +研掃	切削	切削	切削	切削 +研掃	切削 +研掃	切削 +研掃
締固め条件	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	バイブ レータ	敷き 均し	締固め なし	バイブ レータ	バイブ レータ	締固め なし
良好な 打継目 研掃なし 再現	●	●	●	●	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○
型枠下のセメント ペーストを再現														
清掃なし		●		●		●		●		●			●	
打継目の 表面処理なし														
締固め無し											●			●
敷き均し										●				
グライマー塗布			○	○			○	○						

増厚界面の付着強度に対して、○プラス要因、●マイナス要因を示す

3. 実験結果

3.1 一面せん断試験結果

一面せん断試験は、1 ケースあたり各 2 箇所ずつ全 8 ケースの試験を行った。各ケースの一面せん断試験結果を図 3.1 に示す。

表面処理状態の違いで比較すると、せん断強度は切削のみのケースに対して、切削後に研掃まで行ったケースの方が 0.3N/mm^2 程度改善される結果となった。切削後は、研掃しない場合に対して、研掃した場合では 0.5N/mm^2 ほど大きい値が得られた。次に、プライマー無しの場合に対して、プライマーありでは $0.5\sim 1.0\text{N/mm}^2$ 大きい値が得られ、プライマーを塗布することにより、せん断強度が 2 倍程度に向上する効果が得られた。また、増厚界面に切削くずが介在している状態では、せん断強度が 1~3 割低下する傾向にあり、さらにプライマーを塗布したケースの方が切削くずの影響を受け、せん断強度の低下が顕著であった。

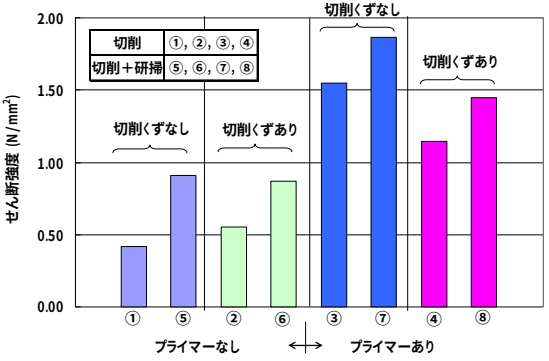


図 3.1 一面せん断試験結果

3.2 引張試験結果

各試験ケースについて、引張試験結果を図 3.2 に示す。増厚界面の引張強度は、研掃処理を行わない場合は、良好な打継面(A)での結果に対して 5~7 割低下した。また、締固めの不十分な状態を再現して突き棒で締固めた試験ケース(H)で、研掃がない状態では、良好な打継面(A)に比べて引張強度が約 7 割低下しており、付着力の低下は締固めの影響が大きいことがわかった。

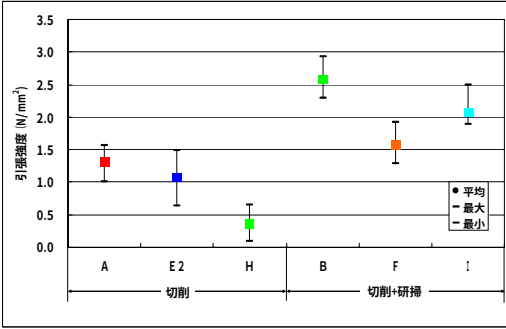


図 3.2 各試験ケースの引張強度

一面せん断強度と引張強度の比率を表 3.1 に示す。鉛直方向に荷重が作用していない場合、界面のせん断強度は引張強度の 3~5 割程度となった。次に表 3.1 の比率を用いて、引張試験結果から界面のせん断強度を比率換算した結果を図 3.3 に示す。切削のみの場合のせん断強度は $0.1\sim 0.6\text{N/mm}^2$ 、研掃処理を行った場合は $0.6\sim 0.8\text{N/mm}^2$ となった。

表 3.1 せん断強度と引張強度の比率

研掃の有無	一面せん断試験		引張試験		せん断強度 引張強度
	試験ケース	せん断強度 (N/mm²)	試験ケース	引張強度 (N/mm²)	
×	①	0.42	A	1.31	0.32
×	②	0.55	E2	1.08	0.51
○	⑤	0.91	B	2.59	0.35
○	⑥	0.87	F	1.58	0.55

また、増厚床版の弾性有限要素解析の結果、輪荷重 216kN を支間中央の縦目地近傍に載荷した状態で、施工目地部の水平界面に発生するせん断応力（増厚界面のずれ力）は、 $0.6\sim 0.9\text{N/mm}^2$ であった。このことから、切削後に研掃を行わない場合には、将来的に増厚界面のはく離が生じる可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究では、増厚界面に着目したせん断試験および引張試験を行った結果から、以下に示す知見が得られた。

- (1) 増厚界面のせん断強度は、研掃処理を行えば、切削のみの場合より 0.3N/mm^2 程度改善され、プライマーを塗布することにより 2 倍程度の強度増加が見られた。
- (2) 増厚界面の引張強度は、研掃処理を行わない場合、良好な打継面に対して 5~7 割低下した。
- (3) 鉛直方向に荷重が作用していない場合、せん断強度は引張強度の 3~5 割程度の大きさとなった。

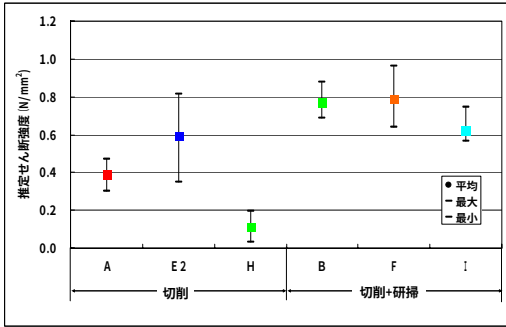


図 3.3 各試験ケースの推定せん断強度