

半連続プレキャスト床版に用いる充填材に関する実験的検討

新日鉄住金エンジニアリング(株) 正会員 ○北 慎一郎

新日鉄住金エンジニアリング(株) 正会員 櫻井 信彰 新日鉄住金エンジニアリング(株) 中山 逸人

太平洋マテリアル(株) 正会員 佐竹 紳也 太平洋マテリアル(株) 正会員 杉野 雄亮

東京大学大学院教授 フェロー 前川 宏一 東京大学大学院 学生会員 丸野 幹人

1. はじめに

我が国の高速道路は高度経済成長以降着実に整備が進められ、東・中・西日本高速道路(株)が管理する橋梁において供用後 30 年以上を経過した橋梁の割合が約 4 割ある。これらは老朽化の進展並びに変状の発生が顕在化しており、大規模更新・大規模修繕が計画されている。特に RC 床版は疲労劣化が顕著であるため、道路延長で約 230km の取替工事などが見込まれている¹⁾。

現計画ではプレキャスト PC 床版をループ継手で接続する工法が標準的なものと想定されている。しかし、この工法には①継手部における鉄筋の曲げ加工の制約により床版厚が薄い場合に適用できない、②継手部の施工に時間を要する、③一度に複数の技能工を集める必要がある、といった課題がある。そこで筆者らは継手構造にセメント系充填材のみを用いる新しい構造を考案した²⁾。

この提案構造を成立させるためには、本体となるプレキャスト PC 床版のコンクリートよりヤング係数が 1/10～1/100 程度低く、また界面剥離を生じさせないために、コンクリートの引張強度と同等以上の付着強度・付着せん断強度を有する充填材を用いる必要がある。また、施工後の環境劣化を考慮すると、セメント系の無機材料であることが望ましい。ところが、充填部に付着せん断性能を期待した構造はこれまでになく、その為付着せん断性能を保証した既存材料はない。そこで、充填材として適した材料候補を得るとともに今後の研究において有限要素モデルの界面構成則を決定するため、適切な剛性を有した既存材料をいくつか選定し、付着せん断強度の確認試験を実施した。本稿では、充填材料の選定、試験方法、およびその試験結果を報告する。

2. 試験概要

界面の付着せん断強度の値は、試験方法により大きく異なるため、用途に合った試験方法を選択することが重要である。例えば異種材料間の付着特性に関する多くの研究では、一面せん断試験が採用されている³⁾が、この試験方法では異種材料界面端部にせん断応力が集中し、寸法効果もあって定量的な付着せん断強度が得られない。今回は均一な応力分布が得られ、かつ付着せん断強度が容易に算出できる純ねじり試験方法を採用した⁴⁾。純ねじりせん断試験結果からせん断応力は次式により求められ、これを付着せん断強度と定義した。

$$Z_p = \pi d^3 / 16$$
$$\tau = T_q / Z_p = 16 T_q / \pi d^3$$

$$Z_p : \text{極断面係数}(\text{mm}^3)$$
$$d : \text{直径}(\text{mm})$$
$$\tau : \text{せん断応力度}(\text{N/mm}^2)$$
$$T_q : \text{トルク}(\text{N}\cdot\text{mm})$$

表- 1 候補材料の物性値と試験体数

材料名	ヤング係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	付着強度 (N/mm ²)	試験体数	
					界面処理 無し	界面処理 有り
超速硬型ポリマーセメントモルタル	1.47 x 10 ⁴	35.7	3.3	2.6	2	3
高じん性繊維補強セメントモルタル	1.44 x 10 ⁴	34.1	3.4	1.1	1	3
軽量型セメント系無収縮モルタル	1.01 x 10 ⁴	32.6	1.2	0.2	1	1
軽量充填モルタル	3.90 x 10 ³	11.4	1.0	0.8	1	1
セメントアスファルトモルタル	1.60 x 10 ³	3.0	0.6	0.6	1	1

表- 2 ねじり試験機諸元

最大加振力	± 100 kgf-m
最大変位	± 50deg
最大速度	± 110deg/s

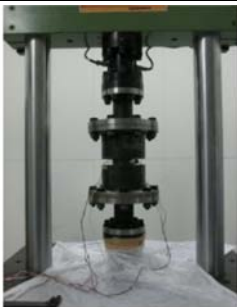


図- 1 試験体概要

試験体は表-1 に示す通り充填材料と界面の目粗し有無をパラメータとし、全 15 体作製した。試験体の概要を図-1 に示す。鋼製治具兼型枠(内径 156.2mm、高さ 118mm)の中にコンクリートを打設したものを 2 つ用意し、コンクリ

Keyword : プレキャスト PC 床版, 継手構造, 充填材, 付着せん断強度

連絡先 : 〒141-8604 東京都品川区大崎 1-5-1 大崎センタービル 新日鉄住金エンジニアリング(株)

ート面を対面させ、間に充填孔と空気孔を設けた発泡スチロール製の型枠(内径 80mm、高さ 25mm)を挟み、仮ボルトで固定した。次に、充填孔から各種材料を充填し、養生後に脱型した。最後に純ねじり試験機に設置し、仮ボルトを外した。試験機の諸元を表-2 に示す。载荷速度については明確な基準がないが、文献-5 を参考にせん断応力度が毎秒 0.02N/mm² となる速度を保ちながら、破壊に至るまで载荷した。

3. 実験結果および考察

各試験の結果を表-3 に示す。超速硬型ポリマーセメントモルタルは結果にばらつきがあるものの、最大値で大きな付着せん断強度が確認できた。高じん性繊維補強セメントモルタルにおける付着せん断強度の最大値は超速硬型ポリマーセメントモルタルに比べて 0.5 倍と小さいが、図-2 に示す通り付着せん断強度に到達後もせん断ひずみが伸びており、超速硬型ポリマーセメントモルタルより脆性が低いと定性的に言える。その他の材料は微小なトルクでせん断破壊が発生し、充填材として適さないと考える。

また破壊面に占める、充填材・界面・被着体の面積の割合を整理した。超速硬型ポリマーセメントモルタル、高じん性繊維補強セメントモルタル共に、界面処理無しの場合は界面破壊の割合が大きい。このことから、界面における目粗しの効果は大きく、充填材本来の性能を発揮するには界面の目粗しは必要である。

4. まとめ

今回の実験的検討で、以下の知見が得られた。

- ① 超速硬型ポリマーセメントモルタルは十分な付着せん断強度を有しており、充填材への適用可能性がある。
- ② 高じん性繊維補強セメントモルタルは付着せん断強度が不足しているが、脆性が低く、充填材への適用可能性がある。
- ③ 安定した付着せん断力を得るために、界面の目粗しは必須である。

今後も充填材に適した材料を探索すると同時に基礎的な構造実験を実施し、提案構造の妥当性の検証を継続する。

<参考文献>

1) 高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 報告書、2014.1.22。
2) 北、櫻井、前川、松井；床版取替に向けた半連続プレキャスト床版構造の検討 コンクリート工学年次論文集 2016 年
3) 例えば、古内、酒井、上田；ポリマーセメントモルタルの付着特性に与える界面粗度および粗骨材寸法の影響 コンクリート工学年次論文集 2006 年 Vol.28 No.2
4) 下屋敷、本橋、藤本；ねじりせん断による仕上げ・下地モルタルの付着性状評価に関する実験的研究 日本建築学会学術講演梗概集 2006 年 9 月
5) JIS A 1106 コンクリートの曲げ強度試験方法

表- 3 最大トルクと付着せん断強度・破断面

供試体 No.	材料名	界面処理の有無	極断面係数 Z _p (mm ³)	最大トルク T _{max} (N・m)	付着せん断強度 τ (N/mm ²)	破壊面積率 (%)		
						充填材	界面	被着体
1	超速硬型ポリマーセメントモルタル	無し	107,224	59.00	0.55	0	63	37
2			111,319	4.70	0.04	0	84	16
3		有り	115,310	560.80	4.86	33	0	67
4			110,635	53.00	0.48	47	0	53
5			104,929	209.70	2.00	35	0	65
6	高じん性繊維補強セメントモルタル	無し	110,066	187.00	1.70	0	94	6
7			105,149	183.10	1.74	88	10	3
8		有り	109,600	151.40	1.38	74	26	0
9			109,720	267.10	2.43	56	12	32
10			115,038	30.00	0.26	49	51	0
11	軽量型セメント系無収縮モルタル	無し	108,439	50.20	0.46	35	0	65
12		有り	111,017	1.40	0.01	38	62	0
13	軽量充填モルタル	無し	104,097	2.50	0.02	62	0	38
14		有り	108,489	15.00	0.14	35	65	0
15	セメントアスファルトモルタル	有り	110,003	22.60	0.21	0	100	0

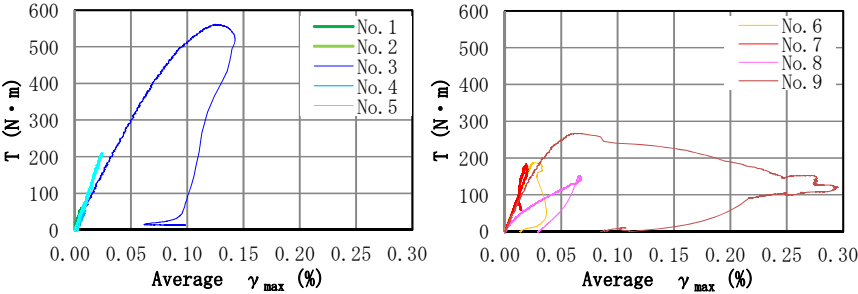


図- 2 载荷トルクとせん断ひずみの関係