

線形判別関数を用いた新旧コンクリート打継面の付着特性評価法

長崎大学大学院 学生会員 ○海部貴裕  
 長崎大学大学院 学生会員 岩本康平  
 長崎大学 正会員 松田浩  
 長崎大学 非会員 森山雅雄  
 コサカ設計・アソシエーツ 上阪康雄  
 (株) ビービーエム 岡村哲夫

1. はじめに

近年多数の橋梁において老朽化が進行しており、長寿命化や維持管理の重要性がクローズアップされてきている。中でも特に、道路橋 RC 床版においては、劣化・損傷が継続的かつ繰返し発生しており、重傷に至るケースも増加しつつあることから、効果的な対策が望まれている。道路橋 RC 床版の長寿命化に向けて、材料の高耐久性化が求められており、損傷部位を修復し、高強度で劣化の進行を食い止める耐久性の高い新しい材料、工法の開発が進められている<sup>1)</sup>。超高性能繊維補強コンクリート(以下、UHPFRC)も、その1つである。

本研究では、現場打設可能 UHPFRC を用いて、新旧コンクリートの付着性能の検証を目的に、旧コンクリートに対していくつかの表面処理を行い、付着せん断試験を実施した。また、表面粗度と付着破壊形態の関係を求めるために線形判別関数を用いた判別も行った。

2. 試験概要

試験体中央部に傾斜角度 45°の打継目を設けて新旧コンクリートを打継いだ角柱試験体(寸法: 100×100×400mm)を計 45 体作製した。打継部の端部には、10×10mm の切欠きを設け、旧コンクリートに普通コンクリート、新コンクリートに超高性能繊維補強コンクリート(以下、UHPFRC)を使用した。旧コンクリートの表面処理は、無処理、高圧水、チップング、ワイヤブラシの4種類とし、各処理は打設翌日に行った。全ての角柱試験体において一軸圧縮試験機を用いて、圧縮力を作用させ、打継面に垂直応力とせん断応力を作用させる方法を採用した。表面粗度は、デジタル画像相関法(以下、DICM)より計測した座標データを用いて算術平均粗さ(以下、Ra)として評価した。

判別分析とは、既知のデータから、未知のデータの所属群を分類する手法である。今回、付着破壊形態の判別には、線形判別関数を用いた。試験体概要、ひずみゲージ、クリップゲージ、パイ型変位計の計測位置を図1に示す。DICMでの計測は試験体の全範囲とした。表面処理後の試験体打継面及び計測状況を写真1, 2に示す。また、材齢28日における圧縮強度は、普通コンクリートは52.4N/mm<sup>2</sup>、UHPFRCは140.9N/mm<sup>2</sup>である。

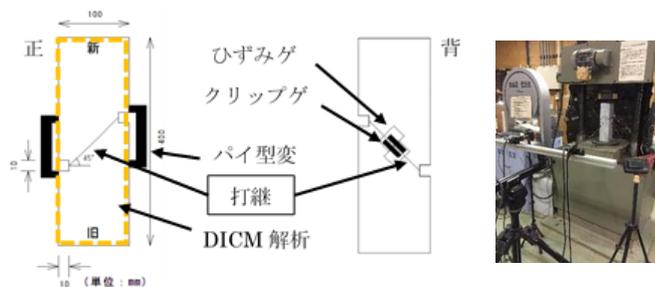


図1 試験体概要図 写真2 計測状況

3. 試験結果

表1に全試験体の試験結果を示す。fullRaは表面全体のRaを、dRaは表面を4分割して算出したRaのmaxからminを引いた値である。図2にRaの算出範囲を示す。破壊形態のCは圧縮破壊をSはせん断破壊を表す。また、破壊時応力度は、圧縮破壊した試験体は圧縮応力σをせん断破壊した試験体は、せん断応力τを使用した。σ及びτは、以下の式のように導出した。

$$\sigma = P/A \cos \alpha \quad \tau = P \sin \alpha / A$$

Pは最大荷重(kN)、Aは打継面面積(mm<sup>2</sup>)、αは傾斜角度(°)を表す。

表1 試験結果

No.	fullRa	dRa	破壊時 応力度	破壊 形態	No.	fullRa	dRa	破壊時 応力度	破壊 形態
1	78.7	19.4	19.0	S	2	89.1	10.0	21.8	S
3	51.0	51.9	6.1	S	4	67.0	53.7	7.7	S
5	105.6	71.1	7.0	S	6	160.9	183.4	154.1	S
7	99.2	36.1	91.5	S	8	80.2	9.0	222.3	S
9	90.4	25.2	4.6	S	10	136.4	91.9	6.7	S
11	297.3	340.9	17.1	S	12	183.7	125.0	25.2	S
13	330.3	177.3	46.0	C	14	301.2	40.8	7.9	S
15	368.2	118.2	30.4	C	16	426.2	73.9	29.0	C
17	331.6	69.3	28.7	C	18	316.7	54.5	32.0	C
19	337.3	66.9	33.5	C	20	411.5	51.9	30.2	C
21	240.4	55.9	41.0	C	22	196.2	82.8	47.7	C
23	286.4	343.5	45.3	C	24	248.0	209.1	23.3	S
25	317.0	76.9	43.9	C	26	307.5	28.0	45.0	C
27	197.4	33.9	29.1	C	28	175.5	94.0	13.8	S
29	244.2	159.8	30.1	C	30	157.2	34.9	17.8	S
31	144.3	74.3	22.8	S	32	150.4	39.7	17.8	S
33	86.6	18.4	42.7	C	34	76.5	20.7	46.3	C
35	147.3	129.8	43.1	C	36	108.2	37.7	51.8	C
37	155.1	58.3	32.6	C	38	219.0	187.8	51.3	C
39	285.1	274.1	45.0	C	40	144.8	171.9	9.8	S
41	54.9	56.6	6.7	S	42	83.9	62.4	9.7	S
43	103.5	56.8	17.9	S	44	117.7	180.3	12.2	S
45	97.5	27.8	17.2	S					

S=せん断破壊 C=圧縮破壊

キーワード: 繊維補強コンクリート, 算術平均粗さ, 線形判別関数, 道路橋 RC 床版

住所: 〒852-8135 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学大学院工学研究科総合工学専攻構造工学コース 電話, FAX: 095-819-2590



図2 Ra算出範囲

図3にせん断破壊時応力度と fullRa, 図4にせん断破壊時応力度と dRa の関係を示す. それぞれの相関係数 R は 0.31 と 0.16 となっている. このことから, dRa よりも fullRa の方がせん断破壊時応力度との相関が高いことがわかる.

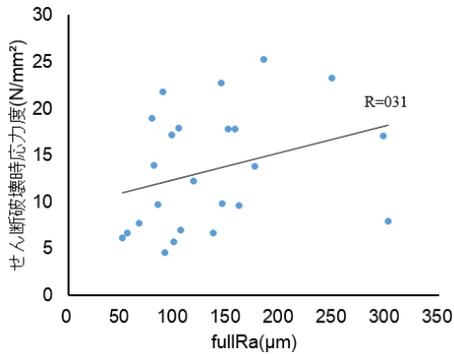


図3 せん断破壊時応力度と fullRa の関係

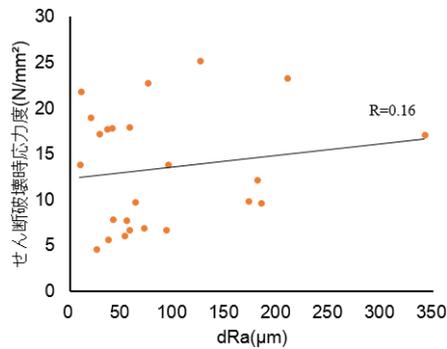


図4 せん断破壊時応力度と dRa の関係

4. 付着破壊形態の判別

旧コンクリートの表面粗度を計測することで, 新旧コンクリートの付着の有無を判断することを目的として判別分析を行った. 付着破壊形態の判別を行う際, 全45体の試験体 No.の偶数番目の22体の fullRa, dRa, 破壊形態を既知のデータとして線形判別式を導出し, 試験体 No.の奇数番目の23体を未知のデータとして付着破壊形態の判別を行った. 22体の試験体データから導出した式を以下に示す.

$$L=0.145fullRa + 0.004dRa - 2.264 \dots (1)$$

(1)式に fullRa と dRa を代入した時の値が正となれば圧縮破壊に, 負となればせん断破壊になる. 残りの23

体の試験体を式(1)に反映させた結果を図5に示す. 破壊形態の判別率的中率は, 82.6%であった. このことから, 実際の現場で新コンクリートとして UHPFRC を使用する場合, 旧コンクリート打継面の fullRa と dRa を確認することで, 付着が充分に取れるかどうかを判断することが出来る. 判別率の中率の精度を高めるためにも付着せん断試験結果のデータ数を増やす必要がある.

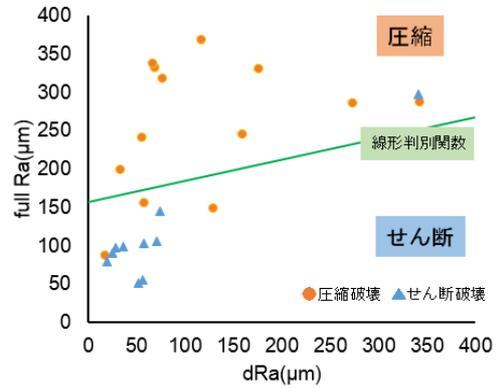
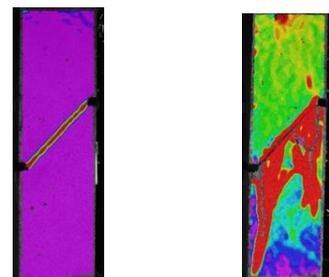


図5 判別結果

5. 表面のひずみ分布

図6に DICM より計測したせん断破壊した試験体及び圧縮破壊した試験体の最大荷重時の表面ひずみ分布図を示す. せん断破壊した試験体を見ると, 主ひずみが打継面に集中していることがわかる. 圧縮破壊した試験体に注目すると, 主ひずみが試験体全体に分布しており, 新旧コンクリートが一体となっている様子が確認できる. 今回表面粗度及び表面ひずみの算出に DICM を用いたが, より簡便に算出できる計測方法についての検討も行っていく.



(せん断破壊) (圧縮破壊)

図6 最大荷重時の表面ひずみ分布図

6. まとめ

- ・せん断破壊時応力度との相関性は dRa よりも fullRa の方が高い.
- ・表面粗度と破壊形態から線形判別関数を導出することが出来, 実際に判別を行うと 82.6%の精度で破壊形態を推測することが出来た.
- ・DICM から試験体の表面ひずみ分布を確認できた.

参考文献

1) 松井 繁之 「道路橋床板の長寿命化技術」