

三次元計測装置を用いたコンクリート表面粗度の定量化と付着強度特性

長崎大学大学院 工学研究科 学生員 ○ 和田 眞禎
 長崎大学 工学部 正会員 松田 浩
 (株)日本構研情報 非会員 山本 晃・仲村 政彦
 (株)小沢コンクリート工業 正会員 鶴田 健

1 はじめに

コンクリート構造物は耐久性や耐荷力劣化のないメンテナンスフリーの建設材料であると言われてきたが、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物に、塩害や中性化、アルカリ骨材反応、化学的腐食、水の浸透による鋼材腐食膨張などによる、耐久性や耐荷力の劣化・老朽化が多く見られるようになり、これらのコンクリート構造物を補修・補強を効果的かつ経済的に行うための点検、診断、設計および施工技術が急務となっている。

現在、コンクリート構造物の補修・補強工事では、既設コンクリートに新しいコンクリートを打継ぐとき、付着性状の改善を目的としてコンクリート表面を表面処理をする場合が多い。その際、健全な部分と部分的に劣化した部分をうまく処理し、かつ新旧コンクリート構造物を一体化させ改築していく技術が要求されている。また、下地処理方法とその処理程度が、構造物の一体化に大きく影響を及ぼすため、使用用途、目的に応じた処理方法と処理程度を規定、定量化する必要がある。

本研究は、コンクリート打継ぎ部を対象として、種々の表面処理工法により施工されたコンクリート凹凸面をいくつかの指標を用いて定量的に評価するとともに、これらの評価結果とコンクリート打継ぎ部の付着強度特性について明らかにすることを目的としたものである。表面凹凸の計測には、当研究室で開発したレーザと CCD カメラを用いた三次元計測装置を用い、付着強度は新旧コンクリート打継ぎ部の傾斜せん断試験結果から得られる強度を用いることとした。

2 三次元計測装置と表面粗度の定量化

2.1 三次元計測装置の概要

当研究室で開発した三次元計測装置を写真 1 に示す。本計測装置は CCD カメラ 2 台とレーザ投光器、およびキャリブレーションボードから構成され、ステレオ画像法、スポットレーザ投光法、およびスリットレーザ投影法の 3 手法による計測が可能である。

2.2 コンクリート表面粗度の定量化

三次元計測装置によって測定された 3 次元データは、次の項目に着目して定量化を図り、処理表面の形状特性を把握するための検討を行う。

(1) 処理面の表面積

表面処理による凹凸形状が著しい場合、コンクリート表面上の測線距離は投影面積と比較して長くなると推測される。そこで、縦、横、それぞれの測線距離の平均値 ($\bar{L}_x, \bar{L}_y$) の積を求め、これを処理面の表面積 A と仮定することにより、投影面積と比較し、増減率により凹凸形状の著しさを数値化するものとする。

$$L_x = \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta z_i^2}, \quad L_y = \sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta y_i^2 + \Delta z_i^2} \quad (1)$$

Δx_i : 測定間隔, Δz_i : 深さの差 (測線は x 方向)

Δy_i : 測定間隔, Δz_i : 深さの差 (測線は y 方向)

$$A = \bar{L}_x \times \bar{L}_y, \quad H = A/T \times 100 - 100 \quad (2)$$

$\bar{L}_x$: x 方向の累積距離の平均値

$\bar{L}_y$: y 方向の累積距離の平均値

A : 処理面の表面積, H : 増減率, T : 投影面積

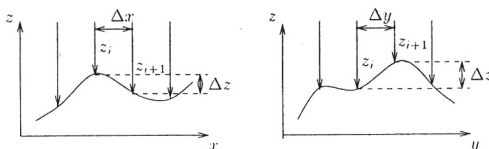


図 1. 測線の累積距離

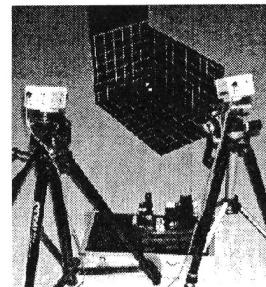


写真 1. 三次元計測装置

(2) 山数の頻度分布

処理面の凹凸個数 (山数) を区分的に集計し頻度分布で表したものである。

(3) 表面深さの頻度分布

ある基準面から処理面までの発生頻度を集計し頻度分布で表したものである。

(4) 平面方程式と各データの距離の分布

全 3 次元データから最小二乗法により平面方程式を求め、得られた平面から各計測点までの距離を分布で表したものである。

(5) 斜面の角度特性

表面処理した凹凸の水平に対する角度を集計し分布で表したものである。

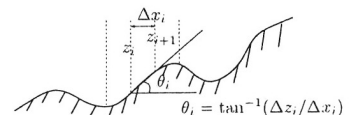


図 2. 斜面の角度特性

(6) ひび割れ面性状係数: S

ひび割れ面凹凸の傾斜部傾きの標準偏差を用いることにより、ひび割れ面性状を定量的に表わす係数。

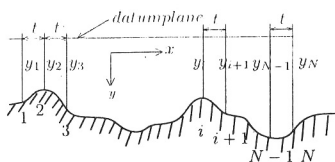


図3. ひび割れ面性状

$$\sigma_n = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{1}{N-2} \left\{ \sum_{i=1}^{N-1} (y_{n(i+1)} - y_{ni})^2 - \frac{1}{N-1} (y_{nN} - y_{n1})^2 \right\}} \quad (3)$$

M: 測定ライン数 n: ひび割れ面内の測定ライン
l: 基準線上の測定間隔 y_i : 測定 i の基準線からの距離
 σ_n : n での隣接測定間の標高差で表した傾きの平均傾斜に対する標準偏差

$$S = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \sigma_n^2} \quad (4)$$

3 実験概要

3.1 使用材料およびコンクリートの配合

コンクリート試験体の製作に使用したコンクリート材料を表1、およびコンクリート配合表を表2に示す。

3.2 試験体

まず、図4に示す既存コンクリート部を打設した。表面処理方法として、表3に示すように、既存コンクリート打ち込み時の処理法としてA～D、また、既存コンクリート硬化後はE～Iの処理法により表面処理を行い、9種類の表面処理をもつ試験体を各3体ずつ合計27試験体を製作した。なお、表面処理部分以外は付着を切るように表面に離型材を塗布した。

既存コンクリート部が硬化後、後打ちコンクリート部を打設し、図4に示すような形状の試験体を製作した。

3.3 実験方法

図4に示す状態の試験体を固定し、後打ちコンクリート表面から載荷する、傾斜せん断試験を行った。

表1. 使用材料一覧表

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)
20	8	3	55.3	47.8

表2. コンクリートの配合一覧表

単位量 (kg/m ³)					
水	セメント	細骨材	粗骨材		AE 減水剤
			A(5号)	B(6号)	
183	333	839	468	468	1.249

表3. 試験体と表面処理の一覧表

試験体 NO.	呼び強度 N/mm ²	表面処理方法	
A	24	既存コンクリート 打ち込み時処理	ボラコン散布
B			遅延剤処理
C			ホウキ目処理
D			エアセル処理
E		既存コンクリート 硬化後処理	グラインダー処理
F			チッピング (浅)
G			チッピング (深)
H			ショットブラスト (浅)
I			ショットブラスト (深)

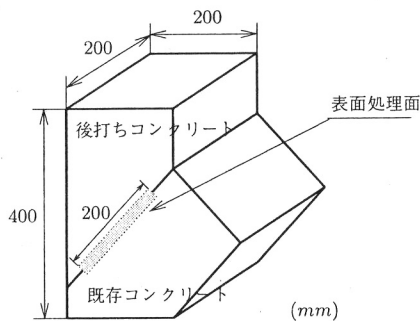


図4. 試験体

4 実験結果および考察

傾斜せん断試験は2月初旬に行う予定で、コンクリート表面粗度の定量化と傾斜せん断試験結果は発表会当日に発表する。

5 参考文献

- [1] ビーター H・エモンズ: イラストで見るコンクリート構造物の維持と補修、鹿島出版社
- [2] 和田他: レーザと CCD カメラを用いた三次元計測装置の開発とその適用例、土木学会平成 11 年度全国大会概要集
- [3] 西村他: ひびわれ RC 部材のせん断伝達作用に対するひびわれ面性状の影響、土木学会論文集, 第 360 号 /V-3.1985