

# 各種非破壊試験法による低強度コンクリートの強度推定方法に関する研究 (その2：引っかき傷法)

低強度コンクリート 非破壊試験法  
引っかき傷法 強度推定精度

正会員 ○西川 奈津子\*<sup>1</sup>  
同 山根 政夫\*<sup>2</sup>  
同 谷川 恭雄\*<sup>3</sup>  
同 鈴木 計夫\*<sup>4</sup>

## 1. まえがき

前報告(その1)に引き続き、本報(その2)では、低強度コンクリートの強度を推定するための引っかき傷試験方法<sup>1)</sup>に関する実験結果について報告する。

## 2. 試験装置の開発

今回開発した引っかき傷試験装置を写真-1に示す。これはコンクリート面に9.8Nで加圧されるピン(湯浅ら<sup>1)</sup>が開発し、日本塗床工業会認定品として市販されている製品)を固定し、そのピンが上部回転ハンドルを回すことによりほぼ等速にスライドして引っかき傷を付けることができるメカニズムとして



写真-1 引っかき傷試験器

いる(写真-1参照)。

引っかき傷幅の測定は、コンクリート面に付けた傷をCCDカメラで撮影し、画像処理を施すことにより行う。その精度は0.02mm単位で、自動的に測定できる光学測定器を開発し、その性能試験を行った(写真-2参照)。



写真-2 光学測定器

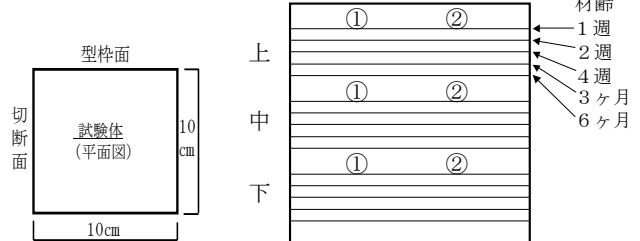
## 3. 実験方法

試験体、水セメント比および試験材齢については、前報(その1)に記載した通りである。角柱試験体での測定は2面を用いている。そのうち、1面は切断面とし、既存躯体からダイヤモンドコアドリル等で切り出した面を仮定して荒れた切削面となっている。他の1面は、型枠面を想定して平滑な打放し面とするため、鋼製の型枠を使用した。

引っかき傷の長さは、コンクリート試験体のほぼ全長とし、引っかき傷を付ける面に黒色に着色した。黒色に着色したのは、引っかき傷が付いた部分と傷の付いていない部分を明確に認識するためである。

測定点はコンクリートの打設高さに対して、上、中および下の部分で各材齢のラインごとに①、②の2点ずつ計

6点を計測した(図-1参照)。



引っかき試験位置ライン(立面図)

図-1 角柱供試体と測定箇所

## 4. 実験結果とその考察

試験体の2面について各々の圧縮強度と引っかき傷幅の関係を図-2と図-3に示す。

引っかき傷幅はコンクリートの型枠面、切断面にかかわらず、コンクリートの強度レベルが低くなるにつれて大きくなり、同じ強度レベルでは、コンクリート試験体の型枠面は切断面よりも引っかき傷幅が大きくなる傾向がある。表層部は内部に比べて強度が小さいことが原因と考えられるが、表面状態の違いによる影響を現時点では明確にすることができなかった。

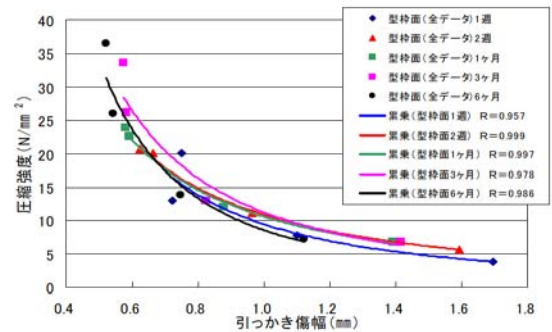


図-2 平滑な面(型枠面)での測定結果

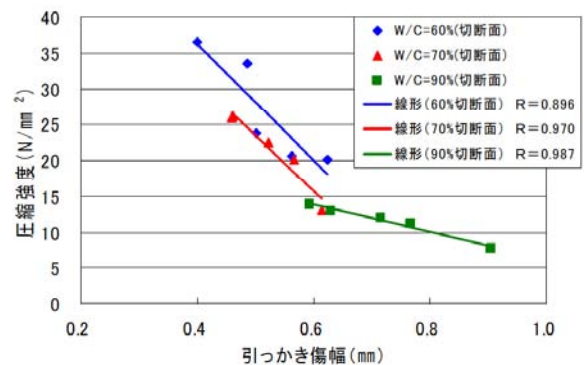


図-3 切り出し面(切断面)での測定結果

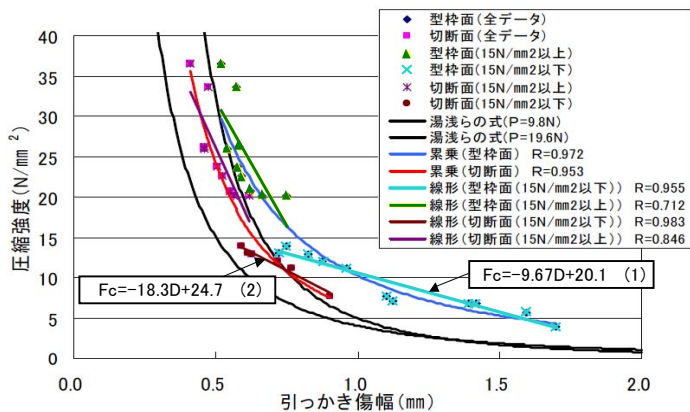


図-4 圧縮強度と引っかけ傷幅の関係

また、強度レベルが 15 N/mm<sup>2</sup>以上と 15 N/mm<sup>2</sup>以下の範囲で両者の関係式が異なることが明らかになった。

図-4 には、湯浅ら<sup>1)</sup>による推定式も併示したが、本実験結果は、定圧力(P)=19.6N 時の湯浅らによる式とほぼ同様の傾向を示している。

市販されている引っかけ傷装置を今回開発した計測機に取り付けることにより、一定の針圧と速度でコンクリートを引っかけることができるようになった。さらに、光学式計測器を用いることにより、引っかけ幅を人為差なしに測定し、瞬時にその場で引っかけ傷幅を測定することが可能になった。以上2点により、この計測システムを使用することで、コンクリートに関する専門的な知識を持っていなくても操作でき、個人差のない計測結果を導き出すことができる。これらにより、本来の目的である現場で比較的精度良く且つ簡易的にコンクリート強度を推定することが可能になった。

### 5. 引っかけ傷法のまとめと今後の課題

今回の検証実験は、現在社会問題にもなっている低強度域(約 6~13N/mm<sup>2</sup>)のコンクリートを中心としてはいるが、この装置の今後の展開も考慮して高強度域(~35 N/mm<sup>2</sup>)まで範囲を広げておいた。引っかけのための針圧は 9.8N で行ったが、以下のような結果が得られた。

- 1)文献<sup>1)</sup>と同様に、引っかけ傷幅と強度との間には強い相関関係がある(図-2および3参照)。
- 2)上記低強度域の関係は1次式で表すことができる(表-1式(1)・(2)及び図4参照)。
- 3)低強度域から高強度域までを一つの直線式で表すことは不可能である(図-3および4参照)。
- 4)高強度域にこの試験法を適用するには、針圧を高くする必要がある。

なお、今後の課題として、以下の事項が挙げられる。

- 1)精度を一層高めるため、実際の低強度コンクリートのデータを更に集積する。
- 2)針圧を高くした高強度域の実験を行う。
- 3)コア抜き表面のほか、他の表面状態の場合の試験も行う。

### 6. 各種非破壊試験法による強度推定精度の比較

本研究では、4種類の非破壊試験法を用いて低強度コンクリートの強度推定方法に関する一連の実験を行った。本実験によって得られた圧縮強度が 15N/mm<sup>2</sup>以下の低強度コンクリートのデータを、実用性を考慮して直線式で表示した場合の各非破壊試験法による強度推定式を表-1に示す。

表-1 低強度コンクリート用強度推定式と相関係数

測定方法	測定面	推定式	相関係数
引っかけ傷法	型枠面	$F_c = -9.67D + 20.1$ (1)	0.955
	切断面	$F_c = -18.3D + 24.7$ (2)	0.983
超音波速度法	—	$F_c = 6.77V - 16.2$	0.867
ウィンザー・ピン法	—	$F_c = 57.4W - 33.6$	0.757
反発度法	—	$F_c = 0.328R - 0.194$	0.652

[注] Fc: 圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>), D: 引っかけ傷幅(mm)

V: 音速 (km/s), W: ウィンザー・ピン貫入抵抗値, R: 反発度

この表によれば、強度推定精度は引っかけ傷法が最も高く、以下、超音波速度法、ウィンザー・ピン法、反発度法の順となる。ただし、反発度法については、何らかの方法で水セメント比や材齢がわかれば、強度推定精度を大幅に向上させることができる。

【謝辞】本研究の実施に際して助力を得た名城大学卒業生・鳥居卓郎氏および中森啓介氏に謝意を表します。

### 【参考文献】

- 1)湯浅昇・笠井芳夫・松井勇・篠崎幸代：引っかけ傷によるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.115-122、2003.8
- 2)畑中重光・和藤浩・谷川恭雄：劣悪コンクリートの簡易診断に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集、No.573、pp.29-35、2003.11
- 3)和藤浩・王曉梅・畑中重光：劣悪コンクリートの強度推定に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、pp.357-362、No.2、1997

\*<sup>1</sup>株式会社構造総研 技術開発室

\*<sup>2</sup>株式会社構造総研 技術開発室

\*<sup>3</sup>名城大学理工学部建築学科 教授・工博

\*<sup>4</sup>大阪大学 名誉教授・工博

\*<sup>1</sup> Technology Development Division, General Research of Structure Co., Ltd.

\*<sup>2</sup> Technology Development Division, General Research of Structure Co., Ltd.

\*<sup>3</sup> Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Technology, Meijo Univ., Dr.Eng.

\*<sup>4</sup> Prof. Emeritus, Osaka University, Dr. Eng.