

ひび割れ検出機器を用いて検出したひび割れの検出精度に関する検討

日研高圧平和キドウ(株) 正会員 〇秋元 新一 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司
鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸 (株)ピーエス三菱 正会員 久徳 貢大
鹿児島大学大学院 学生会員 江口 康平

1. はじめに

現在、コンクリートは主要な建設材料として広く普及しているが、温度応力や乾燥収縮、施工不良等の原因により供用開始前後に初期ひび割れが生じてしまう事例が少なくない。このようなひび割れは耐久性や景観の観点から補修する必要があるが、従来のクラックスケールでの測定では、足場の設置が困難な場所での作業性や、作業員の人的誤差が生じることなどが危惧される為、簡便で精度の高い検出方法の確立が求められている。

そこで本研究では、外部拘束による温度ひび割れが発生するような配合2種類で、実構造物を模擬した大型コンクリート供試体を作製し、接触型のひび割れ検出器あるいはデジタル画像からひび割れを非接触で検出できるソフトウェアを利用して検出したひび割れ幅と、従来のクラックスケールを用い得られたひび割れ幅とを比較検討することで、これらの検出方法の妥当性を検討した。

2. 実験概要

表-1 供試体配合およびフレッシュ性状・圧縮強度

供試体名	W/C (%)	s/a (%)	セメント量 (kg/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度(°C)	材齢28日圧縮強度 (N/mm ²)	
							標準養生	現場養生
No.1	53.5	43.5	331	12.5	4.0	31.0	23.13	22.54
No.2	46.0	41.7	389	12.0	3.7	30.0	25.58	28.21

2.1 使用材料および供試体配合
使用したコンクリートは水セメント比の異なる2種類で、その配合ならびに、打設現場でトラッ

※目標スランプ12.0±2.5cm, 目標空気量4.5±1.5%

クアジテータから採取し試験した生コンクリートのフレッシュ性状を表-1に示す。実験に使用したセメントは高炉セメントB種(密度3.04g/cm³)であり、粗骨材には砂岩碎石2005(密度2.64g/cm³)、細骨材には海砂(密度2.52g/cm³)、陸砂(密度2.55g/cm³)、砕砂(密度2.68g/cm³)を容積比60:20:20の割合で混合したものをを用いた。また、混和剤は暑中コンクリートに対応したAE減水剤遅延形I種を用い、スランプ値および空気量が目標値を満足するようにその混入量を調整した。なお、表-1には、標準養生あるいは現場養生を28日間施した後の圧縮強度結果についても併せて示す。

2.2 実験概要

大型壁供試体の形状と寸法を図-1に示す。鉄筋はD16を使用し、一般的な擁壁を参考として配筋を行った。コンクリートの打設は、2種類のコンクリートそれぞれについて、まず、フーチングを打設し、7日後にその脱枠を行った後、直ちに本体壁の打設を行った。型枠養生(在置)期間はいずれも7日間とした。なお、今回の配合、供試体寸法および現場の気象等の条件から、ひび割れ発生確率が両供試体ともに100%であることを温度応力解析により事前に確認を行っており、熱電対による内部温度モニタリングについても同時に実施した。

ひび割れの調査に関しては、本体壁の脱型日から調査を行い、その後も定期的にひび割れの進展状況を調査した。調査方法はひび割れスケッチとカードタイプのクラックスケール(最小単位0.05mm)によるひび割れ幅の測定を基準とし、ひび割れ幅を自動計測できる接触型検出装置(以下、接触型と称す)で得られたひび割れ幅の妥当性を検討する。また、非接触型の検出方法として、壁正面2mの位置からデジタルカメラで分割撮影した画像データに画像処理を施し、専用ソフトウェアを使用し色の濃淡でひび割れの検出を行う方法(以下、非接触型と称す)についても、その検出精度に関する検討を行うこととした。

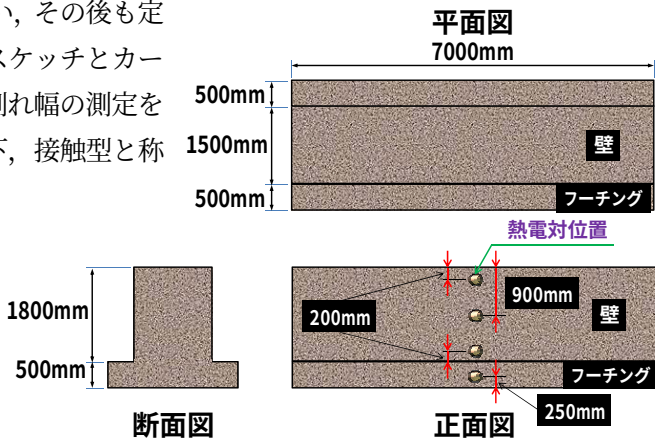


図-1 供試体形状

キーワード：温度ひび割れ，マスコンクリート，ひび割れ検出手法
連絡先：〒891-0115 鹿児島市東開町 4-26 日研高圧平和キドウ(株) TEL099-269-0339

3. 実験結果

3.1 ひび割れ追跡調査

ひび割れ観測は脱型直後から開始した。ひび割れの発生状況を表-2 に示す。最初のひび割れは脱型から約 6~7 時間後に確認され、No.2 供試体中央付近の南北両面に幅 0.05mm 程度のひび割れが 1 本ずつ、フーチングと壁の境界から上部へ垂直に発生しており、温度ひび割れに分類されるものと考えられた。その後、脱型後 5 日経過した時点で No.1 供試体にも No.2 と同様な位置にひび割れが発生していることが確認された。なお、その時点で No.2 は既に北面に 4 本、南面に 3 本のひび割れが発生しており、単位セメント量が多く、水セメント比の小さい No.2 の方が初期ひび割れの発生する本数が多い状況であった。なお、このときのひび割れ幅の大きさは何れもクラックスケールによる目視測定で 0.05mm 未満であった。一方、3 ヶ月経過後の温度ひび割れの数と最大ひび割れ幅を表-2 に示す。この時点までにひび割れ本数および幅は明らかに増大していた。

一例として、材齢 3 か月経過後の No.2 供試体北面におけるひび割れスケッチ図を図-3 に示す。図-4 には、画像処理ソフトを使用し No.2 北面の 8 分割写真を 1 枚に合成した画像を、図-5 には、ひび割れ検出ソフトを用い、図-4 からひび割れの検出を試みた結果を示す。その結果、明らかにひび割れではない汚れ、雨水の流れた跡あるいは型枠の跡等も検出されていたことが確認されたことから、これらの明らかにひび割れではないと判断できる部分を削除するように条件を設定に加え、再度検出を試みた。その結果を図-6 に示す。図-3 に示すスケッチ図と比較すると、検出できていない部分もあるが、2m 程度離れた距離から撮影した場合でも、ひび割れが生じている箇所を概ね把握でき、作業性を向上出来ることが確認された。図-7 には任意に選んだ 26 点のひび割れ位置においてクラックスケールで測定したひび割れ幅と、上記した非接触法あるいは別途実施した接触型自動測定装置で検出したひび割れ幅との関係を示す。0.05mm 以下のひび割れは検出できていないが、何れの検出機器でもクラックスケールと同程度の精度でひび割れ幅を検出できることが確認できた。

4. まとめ

壁を模擬した大型供試体を用いて、様々なひび割れ検出を行った結果、接触型あるいは非接触型の検出器を用いることで 0.15mm 以上のひび割れを精度よく検出でき、これらのシステムを有効に利用することで、人的誤差や足場設置等の労力を低減できる可能性があることを確認した。加えて、画像ファイルとすることで、ひび割れの進展状況を経時的に確認できること等の利点があることも分かった。ただし、今回の検討では撮影距離が 2m と至近距離であったことから、今後、より遠望で撮影した場合についてもその精度を検証する必要がある。

表-2 内部の最高温度およびひび割れ進展状況

供試体名	面の方角	供試体最高温度 (°C)	最初のひび割れ発生時期	脱型後3ヶ月	
				ひび割れ	最大幅
No.1	北面	75.1°C	脱型5日後(0.05mm)	3本	0.35mm
	南面			3本	0.35mm
No.2	北面	81.8°C	脱型6~7時間後(0.05mm)	5本	0.35mm
	南面			9本	0.45mm

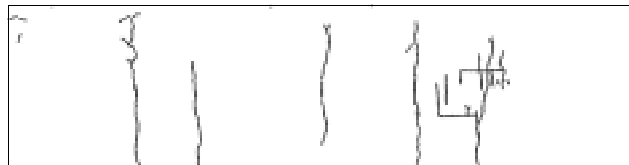


図-3 目視によるスケッチ図 (No.2 北面)

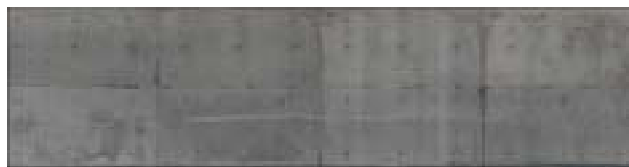


図-4 写真合成図 (No.2 : 北面)

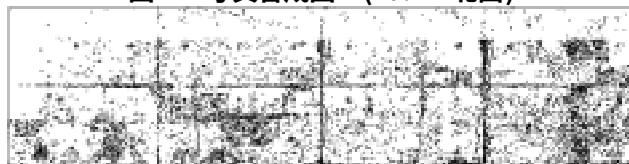


図-5 検出ひび割れ図 (No.2 北面)



図-6 補正した検出ひび割れ図 (No.2 北面)

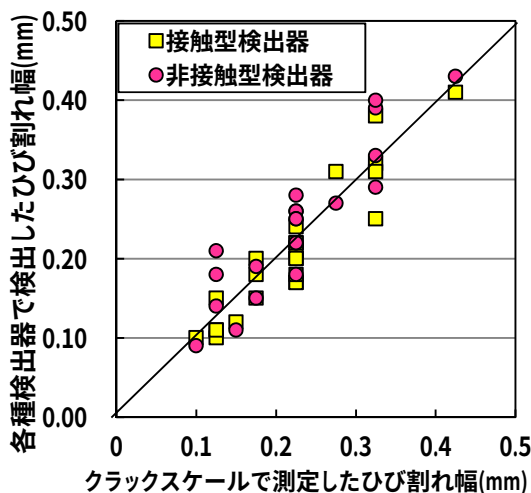


図-7 クラックスケールで測定したひび割れ幅と各検出器で測定したひび割れ幅の関係

謝辞：本研究は、鹿児島大学と米盛建設グループとの共同研究で実施した研究の一部である。関係各位に心より感謝致します。