

デジタル画像相関法を用いたき裂を有する石膏のひび割れ発生・進展に関する研究

長崎大学大学院 学生会員 ○ 杉山 拓巳 長崎大学大学院 学生会員 前田 弦輝
(株)長大 非会員 板井 達志 同済大学 非会員 趙 程 長崎大学 正会員 松田 浩

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理や長寿命化の観点から、現在、様々な要因で発生するひび割れの評価に注目が集まっており、ひび割れ発生の原因の明確化、ひび割れ進展の予測が求められている。ひび割れ進展挙動を正確に評価できれば、ひび割れの抑制や技術向上に繋がり、維持管理や長寿命化に役立つと考えられる。

本研究では、均一性の高い脆性材料である石膏を用いて、円孔およびき裂を有する石膏の圧縮試験を行い、有孔板およびき裂がひび割れ進展に及ぼす影響について検討した。急速に進展するひび割れ、ひび割れ進展に伴う試験体表面の状態変化過程を捉えるため、高速度カメラ、デジタル画像相関法で計測を行った。

2. 試験概要

本試験では縦 100mm×横 40mm×厚さ 10mm の寸法を有する有孔版、き裂を含んだ試験体を作成し、一軸圧縮試験を行った。载荷は 300kN 万能試験機にて試験体が破壊するまで行い、その破壊挙動について高速度カメラ、デジタル画像相関法による全視野ひずみ計測を行った。計測には 2 つの高速度カメラを使用し、シャッター速度を 1/1000 秒として、25.6 秒間に 1536 枚撮影した。計測時には白色発光ダイオード(白色 LED)ライトを使用し、試験体表面の明るさを一定に保った。

試験風景を写真 1 に示す。試験体と試験機との間には接地面の摩擦を軽減するためにテフロンシートを敷いた。

試験体は水と石膏を 1 : 5 の割合で作成した。使用した石膏の材料特性を表 1 に示す。円孔は円の直径を 10, 15, 20mm, き裂は 1 つのものを Group1, 2 つのものを Group2 とした。Group2 はき裂間をつなぐ角度 β の違いにより、5 つのパターンに分けられる。き裂の角度 α は Group1 で 15, 30, 45, 60, 75°を作成し、Group2 で 30, 45, 60°を作成した。試験体概要を図 1 に示し、Group2 のき裂部分の詳細を図 2 に示す。

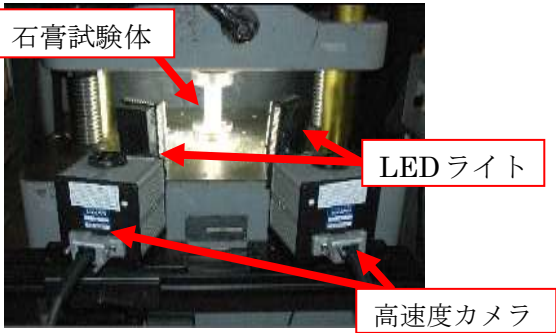


写真 1 計測風景

表 1 試験体の材料特性

σ_c [MPa]	σ_t [MPa]	E_s [MPa]	ν
47.4	2.5	28700	0.23

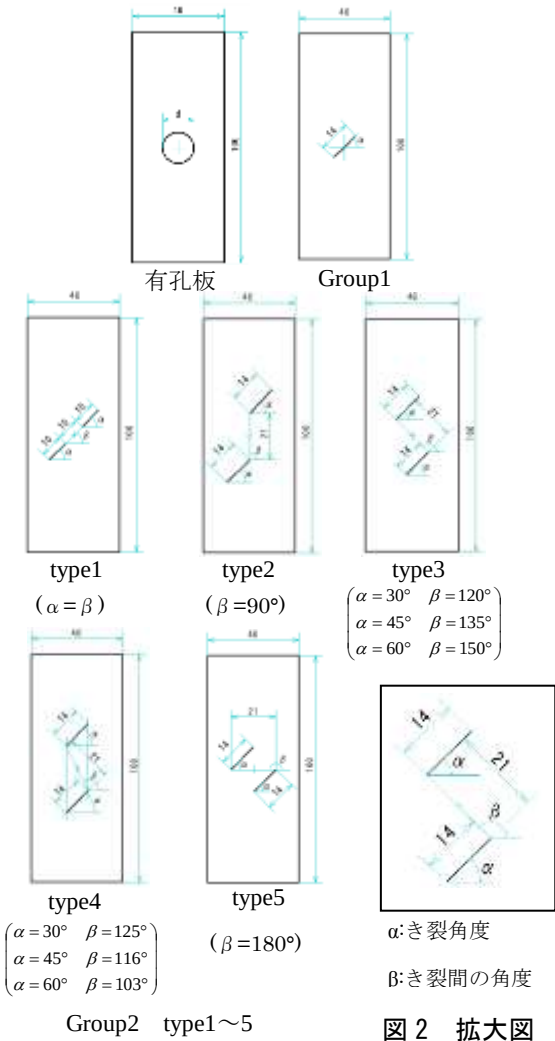


図 1 試験体概要

図 2 拡大図

キーワード：デジタル画像相関法、高速度カメラ、ひび割れ

住所：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 電話・FAX：095-819-2590

3. 試験結果

デジタル画像相関法によって得られた有孔板のひずみ分布図を図 3 に示す。円の直径に関係なく、最初に円孔の上下に引張りによりひび割れが発生し、その後円孔の左右にひび割れが生じ、このひび割れが急激に進展していくことで破壊にいたることが確認できた。

Group1 の試験終了時の試験体のひび割れ状況を図 4 に示す。き裂の角度 α が 15, 30, 45°のものには、引張りによりき裂の右上、左下から発生する Wing Crack と呼ばれる翼状のひび割れが確認できた。このひび割れがゆっくりと進展していくことで試験体の破壊に至った。60, 75°では Wing Crack が確認できなかったが、ずれを生じて発生したと考えられるせん断ひび割れが確認できた。せん断ひび割れが発生し、急激にひび割れが進展し、破壊に至った。30, 60°のひずみ分布図を図 5 に示す。 $\alpha=30^\circ$ に比べて 60° はせん断ひずみによる影響が大きい。このことから $\alpha=60^\circ$ はせん断ひび割れであることが分かる。

Group2 の試験終了時の試験体のひび割れ状況を図 6 に示す。き裂の角度や配置パターンによって様々なひび割れを形成していくことが確認できた。type3 の 30° , 60° のひずみ分布図を図 7 に示す。 60° は 30° に比べて、2 つのき裂から発生したひずみの集中が互いに独立してひび割れを形成しており、相互の影響が小さいことが分かる。

4. まとめ

- ・ 有孔板は円孔の直径に関係なく同じひび割れが生じることが確認できた。
- ・ き裂角度が、ひび割れの発生時期や進展方向、また、引張りやせん断などの破壊形態に影響を及ぼした。
- ・ Group2 の場合は、2 つのき裂の配置により、き裂を繋ぐひび割れは異なる形状を形成することを確認できた。

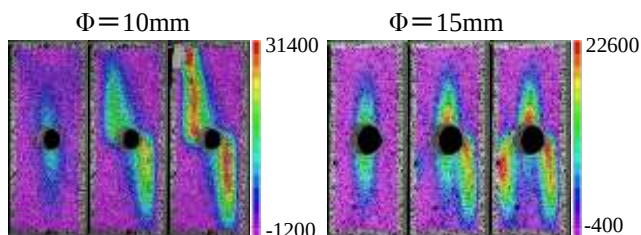


図 3 有孔板ひずみ分布図



—: 引張りひび割れ(Wing Crack)
—: せん断ひび割れ —: ひび割れ進展

図 4 Group1 試験体写真 ($\alpha=15^\circ \sim 75^\circ$)

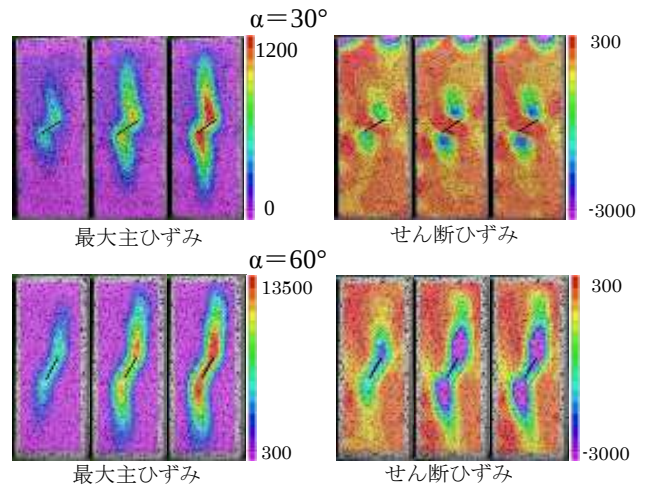
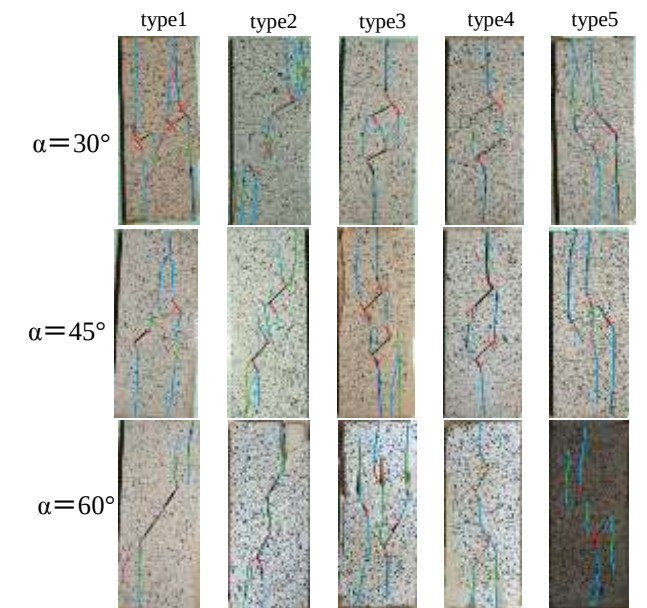


図 5 Group1 ひずみ分布図



— Wing Crack — せん断ひび割れ — 引張り — ひび割れ進展

図 6 Group2 試験体写真

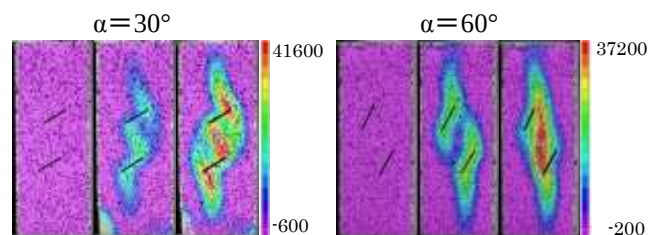


図 7 Group2 ひずみ分布図