

粗骨材量の異なる若材齢膨張コンクリートの割裂引張強度特性

萩森興産株式会社 正会員 吉岡 国和
 山口大学工学部 正会員 吉武 勇
 前田建設工業株式会社 正会員 蛭谷 祐至
 山口大学工学部 正会員 浜田 純夫

1. はじめに

若材齢期におけるコンクリートのひび割れ(初期ひび割れ)は,コンクリートの耐久性に大きな影響をおよぼすものである.この初期ひび割れ対策として,膨張材による膨張コンクリートの使用が挙げられ.特に近年では,低添加型膨張材が開発されたことにより,各種構造物でしばしば採用されるようになってきている.膨張コンクリートの強度特性に与える影響因子は,多様に考えられるが,本研究では特に粗骨材が(割裂)引張強度特性に与える影響に着目した.これは,膨張コンクリートのケミカルプレストレス効果に対して,内在する粗骨材も少なからず効果を与えると考えたためである.すなわち本研究では,引張応力に対して粗骨材による補強効果,特に初期ひび割れ抑制に寄与する若材齢期の引張強度を実験的に評価することを目的とする.

2. 実験方法

(1) 割裂引張強度実験

本研究で用いた配合条件を表-1 に示す.各配合ともにモルタルマトリックス成分を一定とし,実積率 P_{sv} に対する粗骨材のかさ容積比($1/P_{sv}$)を 0 (モルタル), 0.35, 0.65 (配合の基準値), 0.90 とする 4 水準のコンクリートを作製した.各コンクリートについて, 20 ± 2 の室内養生後材齢 1 日で脱型,以降は水中養生とし材齢 1, 3, 7 日における割裂引張強度を求めた.供試体寸法は $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ とし,各材齢において 3 本以上の平均値を求めた.本研究の膨張コンクリートには,普通ポルトランドセメント(密度: $3.16\text{g}/\text{cm}^3$)を用い,標準添加量 $20\text{kg}/\text{m}^3$ の低添加型石灰系膨張材(密度: $3.17\text{g}/\text{cm}^3$)をセメント内割配合として使用した.細骨材は海砂と砕砂を質量比 55 : 45 で混合し,粗骨材は最大寸法 20mm の碎石(硬質砂岩)を用いた.

表-1 コンクリートの配合条件

| 記号 | 粗骨材 最大寸法 | かさ容積比 ($1/P_{sv}$) | W/(C+Ex) (%) | 単位量 (kg/m^3) | | | | |
|----------|-------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----|----|------|------|
| | | | | W | C | Ex | S | G |
| E-G20-00 | 20mm | 0.00 | 55 | 275 | 467 | 33 | 1355 | 0 |
| E-G20-35 | | 0.35 | | 215 | 366 | 26 | 1062 | 560 |
| E-G20-65 | | 0.65 | | 165 | 280 | 20 | 813 | 1035 |
| E-G20-90 | | 0.90 | | 122 | 207 | 15 | 601 | 1439 |

網掛部: 配合の基準値 低添加型石灰系膨張材 (標準添加量 $20\text{kg}/\text{m}^3$)

(2) 膨張ひずみ計測

膨張ひずみ計測実験に用いるコンクリート配合および養生方法は,割裂引張強度実験と同様とした.この実験では,図-1 に示すように埋め込み型ひずみゲージを $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の供試体中央に埋設し,軸方向のひずみ変化を材齢 24 時間までは 1 時間毎に,それ以降材齢 14 日までは 6 時間毎に計測した.なお本研究では,埋め込み型ひずみゲージがコンクリート内に定着すると考えられる材齢 12 時間のひずみを基準(ゼロ)として評価している.これにより,モルタルマトリックス成分が同じで,粗骨材量が異なる場合の各コンクリートの(みかけ上の自由)膨張ひずみ量が求まるため,それらの差異を基に粗骨材から受ける拘束効果を評価できるものと考えられる.

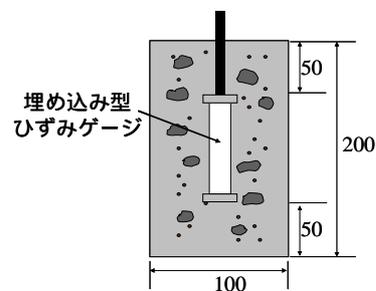


図-1 膨張ひずみの計測

キーワード 膨張コンクリート, 割裂引張強度, 粗骨材量, 膨張ひずみ

連絡先 〒755-0001 山口県宇部市大字沖宇部 525 番地の 125 萩森興産株式会社 TEL0836-31-3585

3. 割裂引張強度実験の結果と考察

図-2に各材齢における粗骨材量の異なる膨張コンクリートの割裂引張強度特性を示す。なおこれらの図において、縦軸はモルタルに対する各割裂引張強度の比(割裂引張強度比)を表し、横軸はかさ容積比(1/P_{SV})を示している。

一般的なコンクリートでは、モルタルマトリックス成分が同じ場合、粗骨材量の増加に応じて、ほぼ一定あるいは若干の強度低下を示すことが知られている。しかしながら図-2の結果では、いずれの材齢においても粗骨材量の増加に応じて顕著な強度増進傾向を示していることが分かる。これは、粗骨材量が増加することで、粗骨材間の絡み合いとその間隙にあるモルタルマトリックスが、内的拘束力(副次的なプレストレス効果)をもたらす、結果的に割裂引張強度の増進に寄与したものと推察される。

4. 膨張ひずみ試験による検証

材齢7日までの各膨張コンクリートの(膨張)ひずみの変化を図-3に示す。この結果に示すように、かさ容積比(1/P_{SV})の最も小さいモルタルが最大値を示し、粗骨材量に応じて0.35 0.65 0.90 (1/P_{SV})の順に(膨張)ひずみ量は小さくなった。これらのコンクリートは、外的に拘束を与えていないため、膨張ひずみ量が大きいものほど粗な組織構造の形成がなされているものと予想される。

ここで、標準添加量範囲内の(基準)膨張コンクリート配合において、膨張ひずみ量がモルタル量に比例すると考えたとき、膨張モルタル(E-G20-00)の材齢7日における膨張ひずみ量を基準とすると、各コンクリートは表-2に示す膨張ひずみ量(推定値)が生じることとなる。しかしながら、実際には粗骨材の絡み合い等で、一部ひずみの拘束を受けるため、同表の実測値欄に示す膨張ひずみ程度となる。この結果によると、粗骨材量の増加に伴い、実測値と推定値の乖離、すなわち拘束を受ける(推定)ひずみ量は大きくなっていることが分かる。この結果は、先述の粗骨材量に応じて割裂引張強度が増加する現象を定量的に表したひとつの指標と考えられる。

5. まとめ

本研究は、標準添加量 20kg/m³、かさ容積比 0.65(1/P_{SV})を基準とする膨張コンクリートにおいて、粗骨材量がおよぼす影響を実験的に調べたものである。本研究の範囲内で得られた結論を以下に示す。

- (1) 粗骨材量に応じて顕著な割裂引張強度の増進傾向を示す。
- (2) 粗骨材間の絡み合い等による内的拘束力により、割裂引張強度の増加が生じるものと考えられる。
- (3) 膨張モルタルマトリックスを一定として、粗骨材量の異なる膨張コンクリートの自由膨張ひずみ量を求めることで、粗骨材に拘束を受けるひずみ量を推定したところ、粗骨材量に応じて顕著な増加傾向を示すことが分かった。

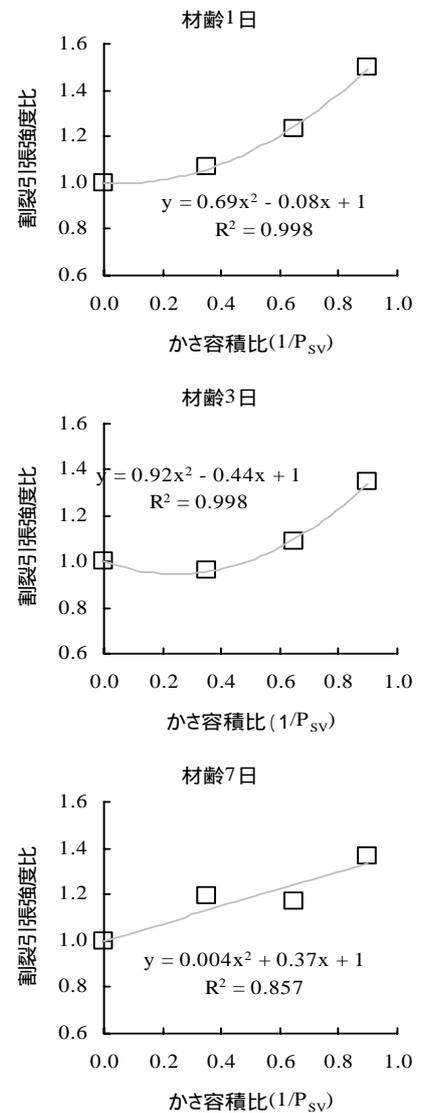


図-2 割裂引張強度比

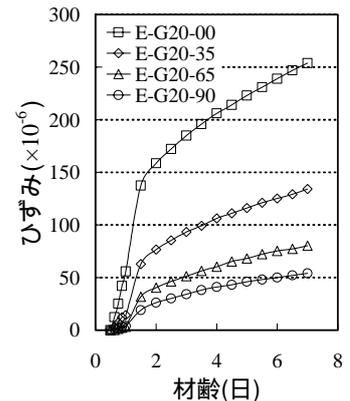


図-3 ひずみ計測結果

表-2 (推定)拘束ひずみ量 (×10⁻⁶)

| | I 実測値 | II 推定値 | 比(II÷I) |
|----------|-------|--------|---------|
| E-G20-00 | 254 | 254 | 1 |
| E-G20-35 | 134 | 202 | 1.51 |
| E-G20-65 | 80 | 157 | 1.96 |
| E-G20-90 | 54 | 119 | 2.20 |

モルタルの膨張ひずみと体積から換算