

コンクリートの限界ひびわれ深さに関する一研究

和歌山工業高等専門学校 正員 ○戸川一夫
清水建設株式会社 佐藤 哲
徳島大学工学部 正員 荒木謙一

1. まえがき

コンクリートの破壊機構を説明するために多くの理論が提案されているが、近年コンクリートのひびわれ伝播過程を究明するために、破壊力学を適用しようというところみがある。等方均質材料の脆性破壊についてはGriffithの理論がよく知られている。すなわち、内部ひびわれはある長さにいたるまでは安定なひびわれ伝播過程をたどるが、ある限界にいたると急激に不安定なひびわれ伝播の過程に移行し材料は破断するとしている。コンクリートに対してもこのような破壊過程を想定し、安定なひびわれ伝播の過程と不安定なひびわれ伝播の過程との境界を表わす指標として限界ひびわれエネルギー解放率 G_c あるいは限界応力集中係数 K_c が採用され、 G_c あるいは K_c を実験的に求める研究がなされている。しかしながら、 G_c あるいは K_c を算定する場合、研究の多くは、人工的なひびわれである切欠きをもつばりの曲げ試験により、限界ひびわれ深さではなく、切欠き部の公称応力と結びつけている点に一つの問題がある。

本研究はモルタルあるいはコンクリートの破壊過程の指標として有用と考えられる G_c あるいは K_c を算定する際に問題となる限界ひびわれ深さ(安定なひびわれから急速な不安定なひびわれへ移行する時点のひびわれ深さ)について、切欠き供試体の曲げ試験を行ない、実験的な解明をこころみたものである。ひびわれ伝播の追跡には、高速度カメラおよびリアンプとガルバノメータによる方法を用いた。

2. 実験概要

セメントは早強ポルトランドセメントを使用した。組骨材は吉野川産川砂(比重2.60)および人工軽量砂(比重1.90)、組骨材は大麻砕石(硬質砂岩、比重2.60、最大寸法15mm)および吉野川産川砂利(比重2.60、最大寸法15mm)を用いた。モルタルならびにコンクリートの配合計画を表-1に示す。モルタルおよびコンクリートの供試体は10×10×40cmの角柱供試体であり、引張側中央に隅角5°、深さ1cm

表-1 モルタル、コンクリートの配合計画

モルタル、コンクリートの種類	水セメント比(%)	砂セメント重量比	組骨材容積比
川砂モルタル	50	2	—
軽量砂モルタル	50	2	—
砕石コンクリート	50	2	0.1, 0.2, 0.5
川砂モルタルコンクリート	50	2	0.3

組骨材の最大寸法は砕石 9.6mm、川砂 15mm

図-1 コンクリート(川砂利使用 $V_G=0.3$)のひびわれ伝播過程の一例のV型切欠きを有する。各供試体は材令7日

で試験を行った。ガルバノメータでひびわれの測定を行なう場合には供試体は試験前日水中より取り出し、電気抵抗線ひびわれゲージ(ゲージ長37mm)を供試体側面の切欠き底部より数cmの上位置に5~6mm間隔で4枚貼付した。載荷速度は毎秒3.5kg/secとした。

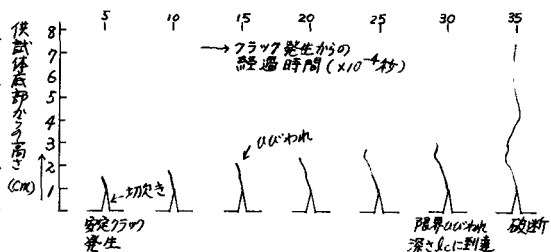
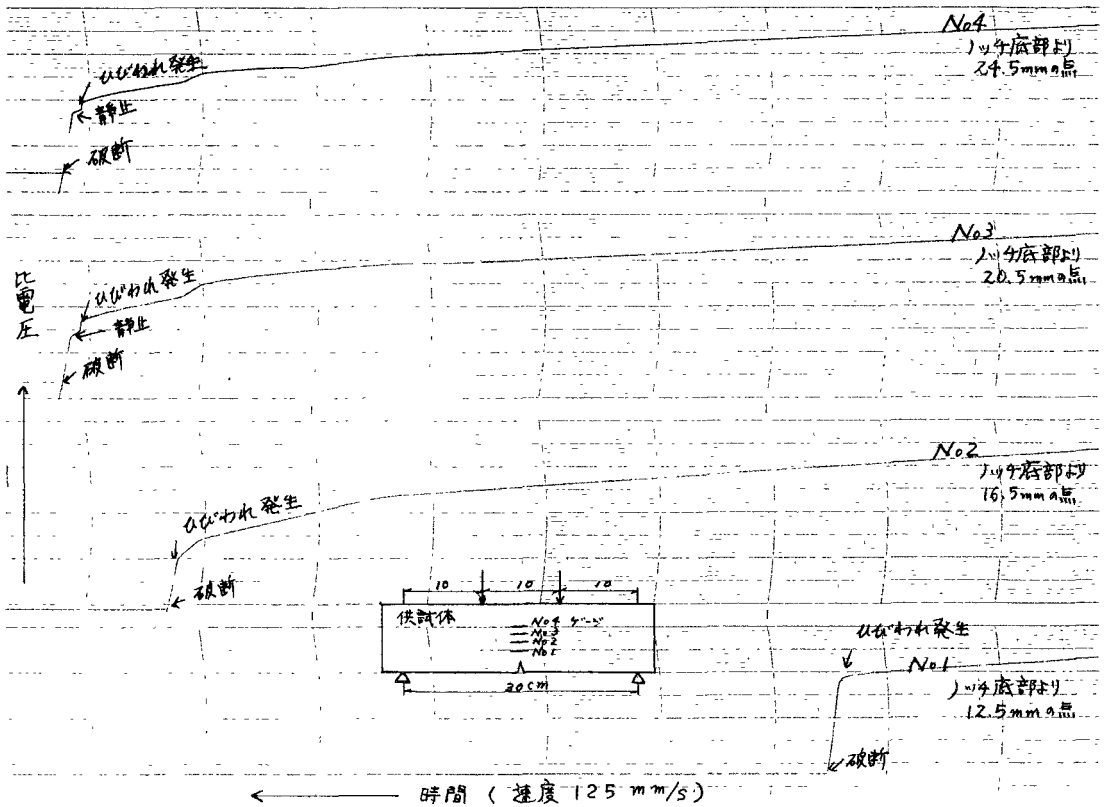


図-2 コンクリート（碎石使用 $V_g=0.5$ ）の比電圧-時間曲線の一例



3 実験結果とその考察

高速度カメラの撮映による場合、フィルムアナライザーで解析した写真の代表的な一例を図-1としたのが図-1である。これは川砂利コンクリートの場合であり、安定クラックの成長は $30/10000$ 秒間続き、つぎの $5/10000$ 秒間に

表-2 高速度撮映によるひびわれ追跡結果

供試体種類	安定クラックの発生	安定クラックの停止	不安定クラックの発生	不安定クラックの停止	破断速度 (mm/s)
川砂利コンクリート ($V_g=0.2$)	$7/10000$ (秒)	$1/10000$ (秒)	2.5 (mm)	10000	
碎石コンクリート ($V_g=0.1$)	$12/10000$ (秒)	$3/10000$ (秒)	2.0	3000	
碎石コンクリート ($V_g=0.3$)	$24/10000$ (秒)	$5/10000$ (秒)	2.0	3000	
川砂利コンクリート ($V_g=0.5$)	$30/10000$ (秒)	$5/10000$ (秒)	2.0	4000	
碎石コンクリート ($V_g=0.5$)	—	$2/10000$ (秒)	2.5	3000	

本実験では各供試体とも 50% 相対湿度下で試験した。
 V_g : 粗骨材容積比

表-3 フォトリソグラフィによるひびわれ追跡結果

供試体種類	限界ひびわれ深さ (mm)
川砂利コンクリート ($V_g=0.2$)	—
碎石コンクリート ($V_g=0.1$)	やく 3.0
碎石コンクリート ($V_g=0.3$)	やく 2.4
碎石コンクリート ($V_g=0.5$)	やく 2.4

において不安定クラックに移行して供試体は破断した。また表-2にモルタル、コンクリートについての実験結果を示している。つぎにガルバノメータによって示された結果の一例を図-2に示す。縦軸にゲージの比電圧（非載荷時の供試体のゲージ電圧をフルスケールとし、載荷時のひずみ増加による電圧の低下とフルスケールとの比）をとり、横軸は時間である。ひびわれはNo2

ゲージまでゆっくり成長し、No3ゲージおよびNo4ゲージの位置ではほとんど同時に急激なひびわれが進展して破断しており、このコンクリートの限界ひびわれ深さは2.5cm程度と推定される。表-3にモルタルならびにコンクリートのガルバノメータによってえられた限界ひびわれ深さを示す。詳細は当日報告する。