

V-14

AE位置標定と染料によるコンクリート梁内の破壊進行領域の観察

東北大学工学部 学生員 ○秦 宗之
東北大学工学部 正 員 新関 茂
東北大学工学部 学生員 長田隆信

1. まえがき

近年、コンクリートや岩石の巨視的クラック先端近傍には、多数の微視的クラックが生じる破壊進行領域の存在が認識され、このような領域の観察やモデル化が行われている。現在までの破壊進行領域のほとんどの観察では、コンクリートの表面におけるものが多いが、SlatetとHover¹⁾ はコンクリートの内部と表面では、応力状態が異なるため、クラックの状況も内部と表面では異なることを指摘している。

本文は、代表的な岩質材料であるモルタル及びコンクリートの3点曲げ供試体に、最大強度直前から歪軟化部においては、AE事象率がほぼ一定となるように載荷し、3次元AE位置標定を用いて、破壊進行領域の幅と長さを観察した結果と、載荷しながら供試体に染料を浸透させて観察した巨視的クラックの内部面の形状とを比較し、破壊進行領域について考察したものである。

2. 実験方法

実験に使用したコンクリート及びモルタルの配合を表-1に示す。早強ポルトランドセメントを用いて作製した供試体は、6日間水中養生し、1日空气中で乾燥した後、実験に使用した。図-1は、寸法150（高さ）×550（幅）×94（厚さ）mmの供試体の3点曲げ試験を示したものである。最大強度直前から歪軟化部では、荷重は、10秒間に発生するAE事象数が原則として5～7となるように手動で制御して載荷した。また、載荷を開始すると同時に、ノッチから染料を浸透させて巨視的クラックの内部面を着色し、染料が乾燥した2・3日後に、再載荷し破断させ、その後、内部面を観察した。なお、本実験に用いた染料は、市販の赤色インクを5倍に薄めたものを使用した。

表-1 配合表

供試体	最大 粒径 (mm)	W/C (%)	S/a (%)	W	C	S	G
配合A	20	55	50	205	373	839	938
配合B	5	55	—	305	553	1249	—

W：単位水量 C：単位セメント量(kg/m³)

S：単位細骨材量 G：単位粗骨材材料(kg/m³)

W/C：水セメント比 S/a：粗骨材比

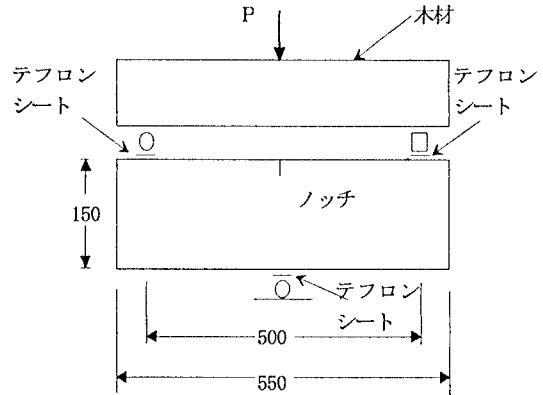


図-1 岩質材料の3点曲げ試験

3. 実験結果と考察

図-2は、実験中に記録した荷重、載荷点変位、クラック長、AE事象総数の関係を示したグラフの一例である。このグラフから、荷重、変位、クラック長、AE事象総数がそれぞれ対応していることがわかる。

図-3は、一例として、AE源の3次元位置標定結果の正面図、平面図、側面図を示したものである。

図-4は、図-3の側面図に対応する巨視的クラックの内部面の模写図である。染料浸透により着色された巨視的クラックの内部面の形状は、表面で観察された巨視的クラックの長さの段階を変えて観察すると、巨視的クラックはある程度進展すると中央部よりも表面に近い方から伸びている傾向があることが確認され、最大骨材粒径が大きい方ほどその傾向がはっきりとでている。また、骨材粒径が1cmを超えるもののなかには、染料により着色されていないものがあり、巨視的クラックはその骨材を避けて伸びていることが観察された。本実験では、粗骨材に玄武岩を使用している。玄武岩のような強度の高い天然骨材には、クラックの進展を阻止するようなクラック・アレスト効果がある。そこで、本実験でも、このクラック・アレスト効果が作用していると思われる。したがって、微視的クラックが進展する際に、微視的クラックは骨材粒径が大きいほど迂回しにくくなっているため、観察された骨材を避けて巨視的クラックが進展している現象が起きたと考えられる。また、この効果より、森²⁾らは、最大

骨材寸法が大きいほど、微視的クラックは進展しにくくなるため破壊進行領域の長さは短くなり、骨材を大きく迂回するため破壊進行領域の幅は大きくなると言っているが、従来の研究では、このような現象は観察しにくい。しかし、染料を用いることにより、クラックが避けた部分がよく確認することができる。

また、表面から巨視的クラックを観察する際に、巨視的クラックが進展する前に、染料にふくまれる水が表面に浸透してきて、その後、载荷をしていくとその水が浸透した経路を辿りながら、巨視的クラックが伸びていくことが観察された。表-2は、巨視的クラックの先端から浸透した水先端までの長さ破壊進行領域の長さとの関係を示したものである。そこで、この表をみると、破壊進行領域の長さは巨視的クラックによるものではなく、最大粒径によるものであると考えられる。また、破壊進行領域の長さが長いものは、浸透した水先端もクラック先端からの長さが長くなっている。これは、染料よりも細かい粒子である水が微視的クラックを通して浸透してきたと考えられ、破壊進行領域のおおよその範囲が把握できる1つの方法と考えられる。

本研究では、巨視的クラックの内部で起こる現象がいろいろと観察することができたが、現時点では、3次元位置標定結果と巨視的クラックの内部面の形状との比較については、検討中である。また、巨視的クラックが連続的にどのように進展しているのかを明確にすることはできなかったが、これは、今後の課題としたい。

表-2 巨視的クラックの先端から浸透した水先端までの長さ破壊進行領域の長さの関係

最大骨材粒径	供試体	巨視的クラック長 (mm)	クラック先端から水先端までの長さ (mm)	破壊進行領域の長さ (mm)
20	A-7	55.0	13.0	35.1
20	A-12	80.0	12.0	33.9
5	B-3	36.0	21.0	51.0
5	B-9	49.0	18.0	62.1

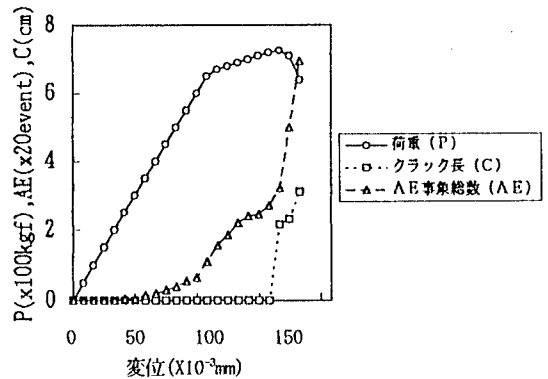


図-2 荷重-載荷点変位- ΔE 事象総数-クラック長の関係
平面図

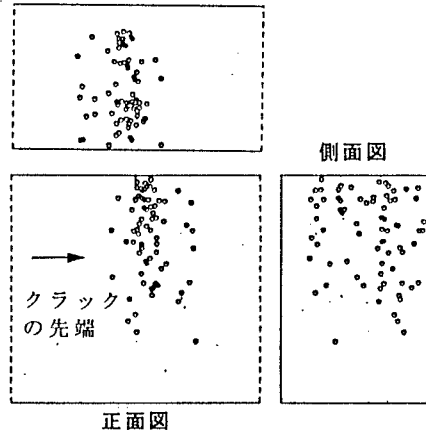


図-3 3次元位置標定結果

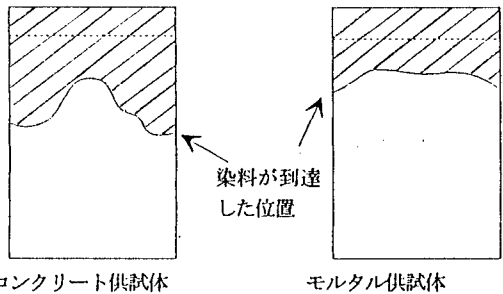


図-4 巨視的クラックの内部面の形状

参考文献

- 1) Slate, F. O. and Hover, K. C.: Microcracking in concrete, Fracture mechanics of concrete, ed. by Carpinteri, A. et al., Martinus Nijhoff Publisher, pp. 137-159, 1984
- 2) 森、新開: 3次元 ΔE 位置標定による岩質材料内の破壊進行領域の長さとの幅の解析、平成4年度 土木学会第47年次学術講演概要