

AE 計測によるプレストレストコンクリートの シース内グラウト充填度判定方法

Determination of Degree of Grouting in Prestressed Concrete Sheath by Acoustic Emission Technique

魚 本 健 人*・首 藤 芳 久**
Taketo UOMOTO and Yoshihisa SUTOH

1. は し が き

現存する種々のコンクリート構造物には、塩害、アルカリ骨材反応、疲労荷重等、さまざまな原因で劣化しているものがある。鉄筋コンクリート構造物の場合と異なり、プレストレストコンクリート構造物で大きな問題となるのは、これらの劣化によって、導入されたプレストレストが大きく減少するような場合である。プレストレストが減少することは、構造部材の耐力を大幅に減少させることになり、場合によっては構造物全体の耐力にまで大きな影響を及ぼすことになる。そこで、プレストレストコンクリート構造物の建設にあたっては、導入プレストレスト力およびグラウト注入の厳重な管理が要求されている。

ポストテンション方式でプレストレストコンクリート構造物を建設する場合、一般にプレストレスを導入した後、シース内にセメントミルク等によるグラウトを施す。このグラウトは、プレストレスを与えている PC 鋼材の腐食を防止するとともに、PC 鋼材との付着力を高め、導入プレストレスの伝達を良くすることが目的である。このようなグラウトは、注入時にモルタルやセメントミルクが流出口から出てくることを確認して完了するが、場合によってはシース内部に空隙が残留することがある。劣化したプレストレストコンクリート構造物の調査結果では、このようなシース内空隙が劣化の大きな原因の 1 つになっている。しかし、このグラウトの充填が十分であるか否かを計測する適当な方法が存在せず、建設時のグラウト流出確認だけが行われているのが現状である。

以上のことを考慮し、本研究は、ポストテンション方式によるプレストレストコンクリート構造物のシース内グラウトの充填度を判定する方法として AE 計測手法を考え、その適用可能性を明らかにすることを目的として実施したものである。AE 計測によるグラウト充填度の

判定方法としては、(1)グラウト注入直後および、(2)グラウト硬化後実施する方法が考えられるが、本文では AE 特性の明瞭な違いが現れやすい(2)のグラウト硬化後に行う方法について報告する。なお、本報告では実構造物で行った試験結果もあわせて報告する。

2. 実 験 概 要

ポストテンション方式によるプレストレストコンクリート構造物は一般に寸法が大きく、ほとんどの構造物は長さ 5 m 以上である。そこで、2.4×7.0×0.2 m の大きさの実験用プレストレストコンクリート壁を作成して実験を行った。

実験用コンクリート壁は、図 1 に示すように計 5 本のシース管(φ 38.1 mm)を配し、その中に φ 26 mm の PC 鋼棒(SBPR 95/110)を各 1 本配した。コンクリートの配合は表 1 に示す配合とし、セメントは早強セメントを用いた。なお、材令 7 日におけるコンクリートの圧縮強度は 416 kg/cm²である。

PC 鋼棒には各 10 ton のプレストレスを導入し、その後、表 2 に示す配合のセメントミルクを壁下端から注入

表 1 コンクリートの配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad *
25	8	40	35.6	176	440	598	1104	4.71

* AE 減水剤

表 2 セメントミルクの配合

W/C (%)	フロー値 (J ロート) (秒)	単位量 (kg/m ³)		
		W	C	Ad *
45	9	584	1298	3.24

* AE 減水剤

*東京大学生産技術研究所 第 5 部

**前田建設工業 ㈱

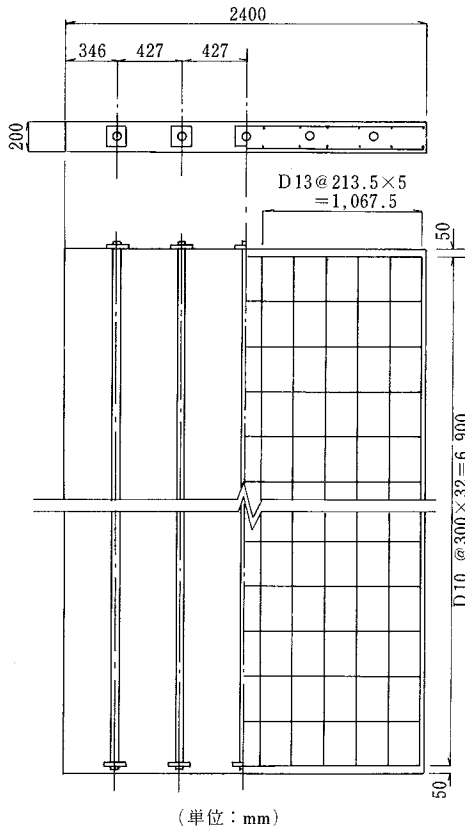


図1 実験用プレストレストコンクリート壁

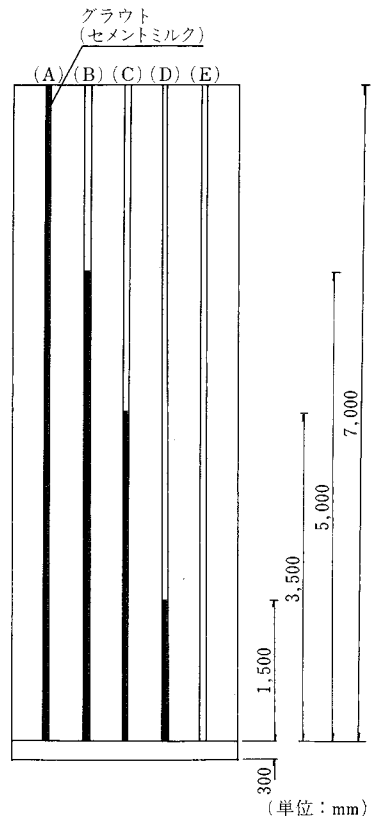


図2 試験体内のシース管内グラウト注入量

した。プレストレスト導入は材令3日で行い、グラウト注入は、プレストレスト導入後、直ちに行った。セメントミルクは、図2に示すようにシース内グラウトの高さが0 m、1.5 m、3.5 m、5.0 m、7.0 mとなるように注入量を変化させた。

測定に用いたAE計測装置はポータブル型で、AEセンサーは共振周波数150 kHzのものを使用した。AEセンサーを試験体上端のPC鋼棒端面またはプレート上に真空グリースで取り付け、打撃器を用いてシース管を打撃し、その際に伝播されるAEエネルギーを計測した。なお、実験に用いた打撃器は、ばねを利用した機器である。

3. 実験結果

3.1 打撃器のバラツキ

この実験では通常用いられるパルサーを使用せずに打撃器を用いたが、これは減衰が大きいパルサーでは

打撃エネルギーが小さく、AE計測が行えないためである。また、現場でも簡便に用いることのできる装置であることが望ましいことから既存の打撃器を用いた。しかし、この機器では1回ごとの打撃量が変化すると考えられ、測定に先立ちそのバラツキを調査した。

図3は上記の打撃器を用い、繰り返し試験を行ったときに測定されるAEエネルギーがどのように変化したかを示したものである。

この図から明らかなように、使用した打撃器はバラツキが大きく、変動係数は約30%である。また、この変動係数は、本研究の範囲では条件が変わってもほぼ一定の値を示した。しかし、同一個所で繰り返し打撃すると、打撃個所が損傷され、計測値のバラツキはさらに大きくなることから、本研究では半径数センチメートルの範囲の中で少しずつ場所をかえて打撃する方法を採用した。

3.2 打撃位置とAEエネルギー

グラウト高さが異なるシース管の側面を、位置を変化

させて打撃し、計測した AE エネルギー比 (対数) と打撃位置との関係を図 4 に示す。なお、ここで示した AE エネルギーは、測定された電圧の 3 乗に比例するものと仮定し、また AE エネルギー比は打撃位置が 0 m の場合を 1.0 として求めた。

この図から明らかなように、シース管内のグラウト高さのいかんにかかわらず、打撃位置が計測される位置から遠くなるほど AE エネルギー比は小さくなる。また、

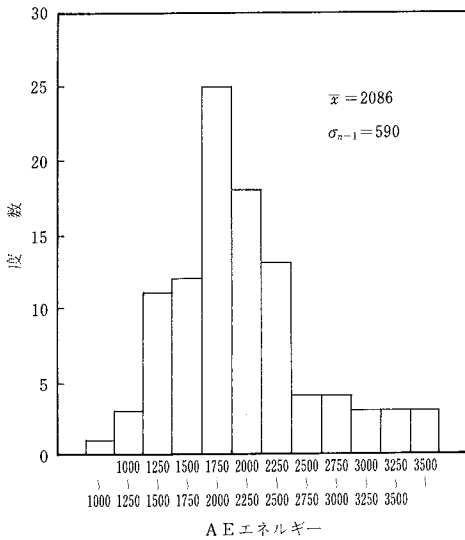


図 3 打撃器による打撃値のバラツキ

グラウトの有無は大きな影響を及ぼしており、グラウトが注入されていない場合にはほとんど減衰していない、シース管内にグラウトが全長にわたって注入されている場合と、全く注入されていない場合には、対数表示の AE エネルギーがほぼ距離に比例して減衰しているものと考え、次式を用いて減衰常数を求めると、

$$E/E_0 = \exp(-\alpha X)$$

ただし E : AE エネルギー計測値

E_0 : 打撃位置 0 m での AE エネルギー計測値

X : 打撃位置までの距離 (m)

α : 減衰常数 (1/m)

グラウトが全く注入されていない場合(A)には α は約 0.04 (1/m) となり、グラウトが完全に注入されている場合(E)には約 2.2 (1/m) となる。しかし、たとえば図 4 の(C)に示すように、グラウトが途中まで注入されている場合の値を上式で求めたところ、空隙とグラウトとの境界層で大きく減衰していることが明らかとなった。なお、打撃位置(4.25 m)がグラウト高さ(3.50 m)よりも下であってもその距離が小さいと、AE エネルギー計測値は急激な減少を示していないことから、境界層での減衰はある有効長さがあるものと考えられる。

3.3 グラウト量と AE エネルギー

打撃位置を 7 m と一定にして、注入されたグラウト量と AE エネルギー計測値との関係を示したものが図 5 である。

この図から明らかなように、グラウト注入量が大きく

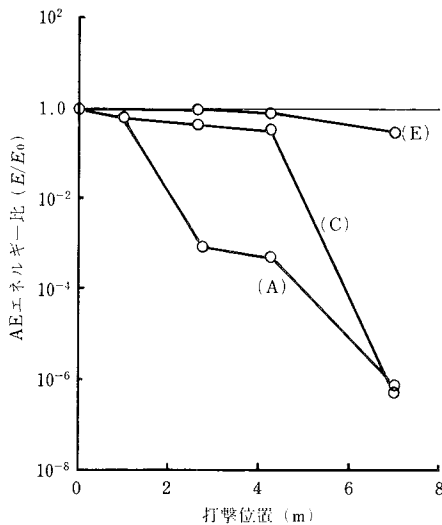


図 4 試験体上端からの打撃位置と AE エネルギー比との関係

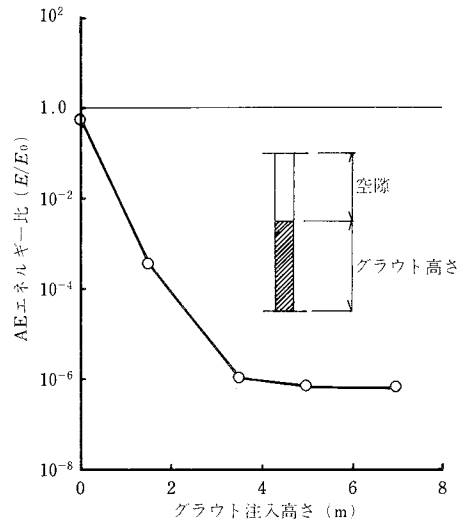


図 5 打撃高さ 7 m におけるグラウト注入高さ と AE エネルギー比との関係

研究速報

なるほど AE エネルギー比は小さくなっている。しかし、グラウトが 3.5 m 以上注入されている場合、すなわち空隙部分が 3.5 m 未満であると AE エネルギー減少量の違いはわずかとなり、AE 波の伝播はシース管内全長に渡ってグラウトされている場合とあまり変わらなくなる。

このような結果がえられた原因は、与えられた打撃によって発生した弾性波の減衰が大きいために生じたものであると考えられる。このような問題に対処するためには、打撃位置を変化させて適切な位置を選定した上で計測する方法が望ましいと思われる。

4. 実構造物での計測

実構造物への適用をはかるため、高さ約 10 m の壁状プレストレストコンクリート構造物での AE エネルギー計測を行った。打撃は特に高さを変えずに上端から約 1.5 m の個所で行った。なお、空隙長さを直接求めることは困難なため、計測後に行ったグラウト注入量との関係について検討した。

図 6 はグラウト注入量と AE エネルギー比との関係を示したもので、バラツキは大きいですが、グラウト注入量の大きいものほど AE エネルギー比が大きいことが明らかである。すなわち、空隙割合の大きいものほど測定された AE エネルギー比は大きく、特に空隙の有無は明瞭に判別することができる。

3.3 に示した実験結果と異なり、わずかでも空隙があると AE エネルギー計測値が急増している原因は、打撃位置が高かったために図 5 の場合と異なり、空隙部分を打撃したためにこのような結果が得られたものと推定される。

以上述べた結果から、本実験で行ったように打撃器を用いて打撃を与え、AE エネルギーを計測すれば壁状のプレストレストコンクリート構造物のシース管内グラウトの充填度を判定することができるものと考えられる。

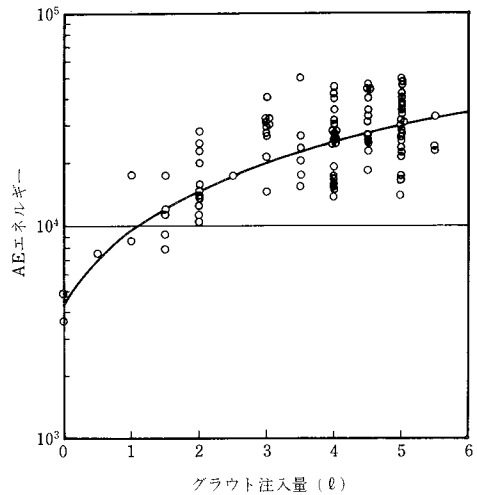


図 6 実構造物におけるグラウト注入量と AE エネルギー計測値との関係

5. あとがき

本報告は、プレストレストコンクリート構造物中のシース管内のグラウト充填度を判定する方法として、AE 計測手法の適用を図ったもので、グラウトが硬化した後の実構造物においても十分適用することができた。今後、さらにまだグラウトが硬化する前における充填度の判定方法について検討する予定である。

本研究を実施するにあたり、第 5 部小林研究室の出頭圭三研究員に援助いただいたことを感謝する。

(1987 年 1 月 26 日受理)

