

ボンド型アンカー開発のための実験的研究

山口大学大学院理工学研究科 学生会員○鶴田 直也

山口大学大学院理工学研究科 正会員 高海 克彦

山口大学 工学部社会建設工学科 大浴 慎二

1.はじめに

近年では構造物の長寿化，大規模構造物の補修，耐震補強などの需要が増えている．それと同時に，既設アンカーの大量更新をする時期も近くなっている．構造物用や地盤用のアンカーでは，耐久性と定着性の面でPC 鋼材周辺をグラウトで固着するボンド型アンカーが効果的と考えられる．しかし，緊張力の低下時や過緊張下では，鋼材とグラウトの応力状態や付着メカニズムについて不明な部分が多い状況である．そこで本研究では，モデルケースによる室内実験を行なうことによって，それらのメカニズムを解明することを目的に各種実験データの検討を行なった．

2.実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用したグラウトの配合を表-1 に示す．

表-1 グラウトの配合

配合名	単位量(kg/m ³)		
	水	早強セメント	混和材 レオビルド4000
標準配合	589	1228	24.6
低強度	634	1153	

使用した PC 鋼棒は長さ 3m，直径 17mm，最大引張り荷重 245kN の丸鋼を用いた．

2.2 アンカーの構造

アンカーの構造は，図-1 に示すような長さ 2m の透明塩化ビニル管及び鋼管をアンカー体の型枠とし，これに引張り材のテンドンを挿入し，あらかじめ 110kN 程度の緊張力をかけ，グラウトを充填する方法で作製した．

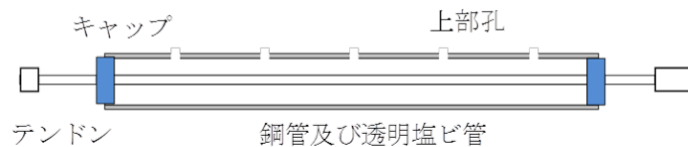


図-1 アンカーの構造

表-2 に今回行なった供試体を示す．

表-2 実験供試体

供試体	引張り材	外枠(内径)	グラウト
A-1	PC鋼棒	塩ビ管(80mm)	標準配合
A-2	PC鋼棒	塩ビ管(80mm)	低強度
A-3	PC鋼棒	鋼管(80mm)	標準配合
A-4	PC鋼棒	塩ビ管(80mm)	標準配合
A-5	PC鋼棒	塩ビ管(80mm)	標準配合

A-1 は引張り材として PC 鋼棒を使用し，外枠を塩ビ管，グラウトは水セメント比 48%の標準配合を使用した．A-1 を基準に，A-2 はグラウトの水セメント比 55%の低強度配合とした．A-3 は外枠を塩ビ管から鋼管とし，A-4 はテンドン 2 本を中央でカップラー接続をした構造．A-5 は中央で鋼棒とグラウトとの付着を切る為に，ビニールホースをテンドン中央に被せた構造である．

型枠として，塩化ビニル管及び鋼管を用いたのは，付着拘束の小さい塩ビ管が断層や軟岩等を想定した試験ケースであり，付着拘束の大きい鋼管では硬岩等を想定した試験ケースで，それらを比較するためである．

本実験では，テンドン及びグラウトのひずみ測定を行なうに際して，テンドンに 11 箇所，グラウト中に 11 箇所，グラウト表面に 9 箇所のひずみゲージを取り付けた．



図-2 緊張架台

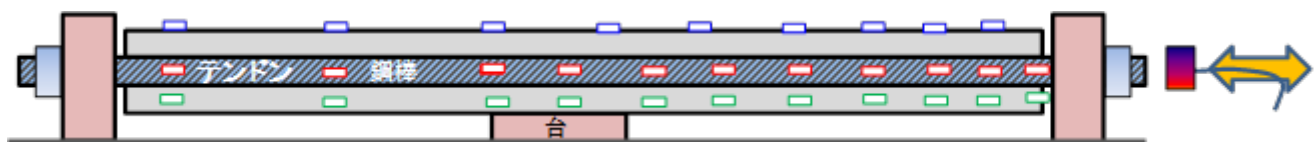


図-3 アンカー模式図

塩ビ管及び鋼管にテンドン挿入する前にひずみゲージを取り付けた．ひずみの測定位置はテンドンとグラウト中は，緊張端側の塩ビ管及び鋼管の先端から，50mm，100mm，250mm，400mm，550mm，700mm，850mm，1000mm，1450mm，1750mm，1950mm の 11 箇所に取り付けた．ひずみゲージのケーブルがテンドンとグラウトの付着に影響がでないように，管にケーブル引き出しの穴を設けてそこからひずみゲージのケーブルを出した．また，グラウト側面のひずみ計測については側面に設けられた穴にキャップをつけておき，強度発現後にひずみゲージを貼り付けて測定を行なった．測定位置は緊張端側の管の先端から 150mm，300mm，450mm，600mm，750mm，900mm，1200mm，1500mm，1800mm の 9 箇所取り付けた．

2.3 緊張力変動試験

グラウトを充填してから2週間後にアンカー供試体の緊張力変動試験を行なった。緊張力の変動パターンを表-3、表-4に示す。

表-3 荷重パターン A

荷重段階	荷重荷重(kN)
1	120→110→100→90→80
2	90→100→110→120→130→140
3	130→120
4	130→140→150→160
5	150→140→130→120

表-4 荷重パターン B

荷重段階	荷重荷重(kN)
1	110→100→90→80
2	90→100→110→120→130→140
3	130→120→110
4	120→130→140→150→160
5	150→140→130→120

荷重パターン A はテンダンの緊張力が 110kN 以上の場合、荷重パターン B はテンダンの緊張力が 110kN 未満の場合に用いる。これは緊張力を低下させるためにナットを緩める必要があり、そのためには1度緊張力を与える必要がある。その緊張力変化を小さいものにするために、緊張力変動試験前にテンダンの荷重によって荷重パターンを変えて実験を行なった。なお、A-1、A-3、A-4、A-5 は荷重パターン A で、A-2 は荷重パターン B で行った。

3.実験結果

結果の一例として、A-1、A-3、A-5 における荷重段階 1 の測定位置と鋼棒ひずみの関係を図-4、図-5、図-6に示す。

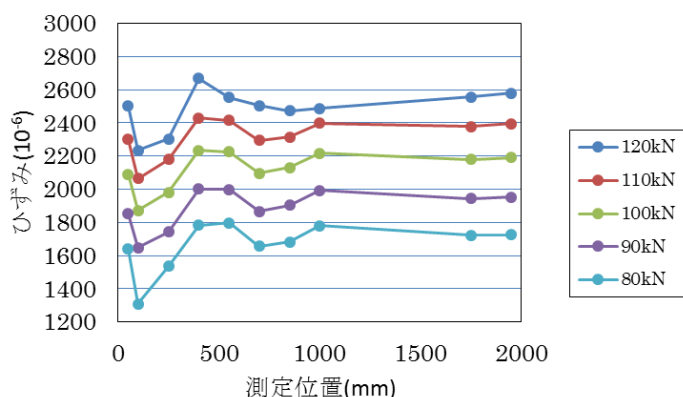


図-4 A-1 の鋼棒ひずみの変化量

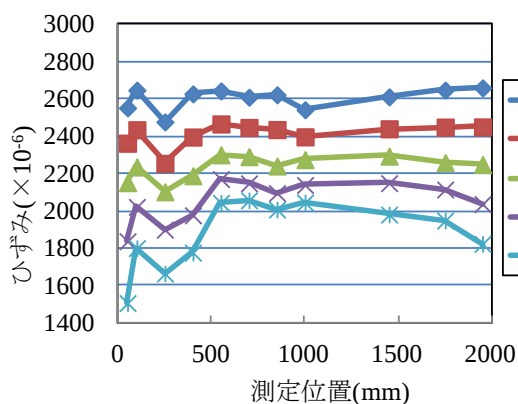


図-5 A-3 の鋼棒ひずみの変化量

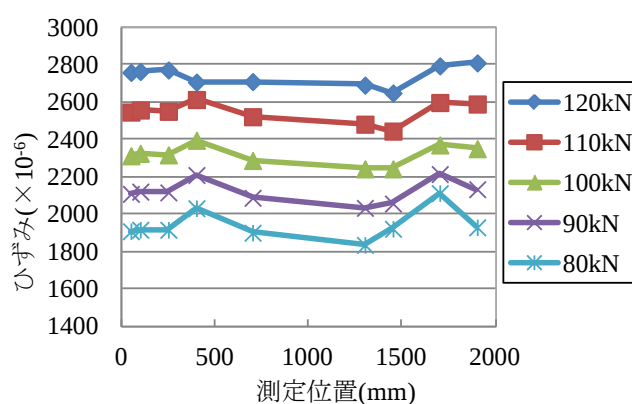


図-6 A-5 の鋼棒ひずみの変化量

図-5 より、A-3 では緊張力が低下するにつれて、中央部の鋼棒ひずみの変化量が小さくなっていることがわかる。これは鋼棒とグラウトの付着によってグラウトが圧縮力として力を受け持ち、鋼棒にかかる応力が低下しているからだと考えられる。図-6 に示した A-5 では、中央でグラウトと鋼棒の付着を切っているため、中央部では鋼棒のみに載荷荷重が伝わっており、A-3 と比べると中央部ひずみの変化量が大きいことがわかる。したがって、圧縮時には付着の有無によりひずみの変化量が大きく変わることが見て取れる。しかし、引張り時にはグラウトの受け持つことのできる荷重が小さいために、中央部でもひび割れや多くの付着切れが発生し、他の部分と同様のひずみが現れたと考えられる。

次に両端のひずみの変化量に関して、ほかの部分と比べてひずみが大きいことから、端部での付着が切れやすく、中央部に近づくに連れて付着が切れにくいことが言える。これは中央部に比べて、端部ではグラウトに関する構造的な条件の違いによって、付着の強弱に影響が出たものと考えられる。

A-1 から A-5 の各載荷段階における、鋼棒の 10kN ごとのひずみの平均変動量を図-7 に示す。

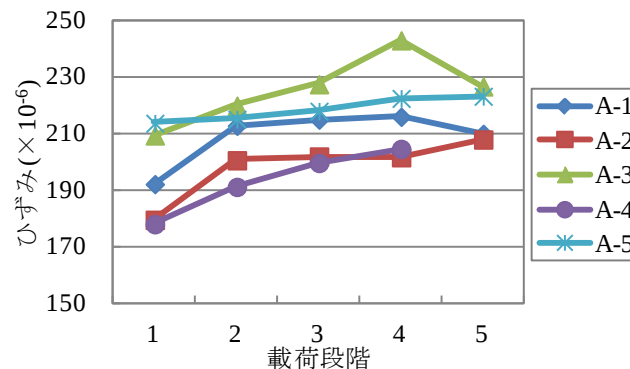


図-7 各載荷段階における鋼棒ひずみの変動量

図-7 より、載荷段階が進むにつれて鋼棒のひずみの変動量が大きくなることがわかる。これは鋼棒とグラウトの付着が載荷荷重履歴と供に弱くなり、鋼棒断面にかかる応力が増加しているからだと考えられる。全体の傾向として、載荷段階 1 から 2 の部分でひずみの変化量が大きくなっている。これは載荷段階 1 がグラウトにとって圧縮方向の緊張力変化であり、鋼棒とグラウトの付着によって、その圧縮力をグラウトが受け持ったためであるが、載荷段階 2 はグラウトにとって引張方向の緊張力変化であるため、グラウトが引張力を受けて破断、ひび割れ、または付着が弱くなり、ひずみの変化が大きくなったと考えられる。

4.まとめ

- (1) グラウトに圧縮力がかかる場合、付着が強い部分においては、鋼棒のひずみ変化量は小さくなり、付着が弱い部分ではひずみの変化量が大きくなる傾向にある。
- (2) 緊張力の変化により、中央部に比べて両端のグラウトの付着が弱くなりやすい。
- (3) 緊張力の変化を与えるに連れて、グラウトと鋼棒の付着は弱くなり、特に引張り時にはこれが顕著に現れる。
- (4) アンカー体として鋼管を用いた場合に、鋼管とグラウトの付着力により、塩ビ管と比べて鋼棒の付着が取れやすくなる。
- (5) グラウト側面のひずみでは応力の状態を計測ことは難しく、同様にグラウト中のひずみもひび割れの影響が多く計測が難しいことから鋼棒のひずみによって状態を把握するべきである。