

# 下面増厚された RC 梁の端部補強に用いるアンカー筋の有効埋込長について

Effective Embedded Length of anchor bar used at edge of the bottom thickness increasing reinforced RC beam

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 白金 遼太 (Ryota Shiragane)  
 北海道大学大学院工学研究院 正員 古内 仁 (Hitoshi Furuuchi)  
 (株)デロースジャパン 林 承燦 (Lim Seung Chan)  
 BASF ジャパン(株)建設化学品事業部 田村 哲也 (Tetsuya Tamura)

## 1. はじめに

本研究では、図-1 に示すような橋梁床版の補強工法の一つである下面増厚工法に注目する。この工法は床版下面に補強筋を設置しモルタルを吹き付ける補強工法であり、交通規制を行うことなく施工できるといった利点がある。この工法によって補強された部材の曲げ耐力や疲労耐力が向上することは既存の研究で確認されているが、増厚部補強筋の端部定着をとることが困難なため、増厚端部を起点とする既設橋梁部の主鉄筋に沿ったかぶりコンクリートの割裂破壊が生じる場合がある。

既往の研究<sup>1)</sup>では、上記のようなかぶりコンクリートの割裂破壊を阻止することを目的として増厚端部のアンカー筋による補強を試みている。梁部材を用いた実験の結果から、アンカー筋によるかぶりコンクリートの割裂耐力の増加は確認されたが、アンカー筋自体の引き抜け耐力や引き抜けメカニズムは分かっていない。そこで、本研究では、増厚端部に設置したアンカー筋の引き抜けメカニズムを調べるために、要素サイズの供試体を用いて、コンクリート圧縮強度と埋込長を変数として実験を行った。

## 2. 実験概要

本研究で用いる供試体を図-2 に示す。供試体は 100×110×120 のコンクリートブロックで、供試体中心部に予め孔をあけておき、アンカー筋 (D10 異形鉄筋) を挿入し、あと施工アンカー用のエポキシ樹脂 (引張せん断強度 15.4 N/mm<sup>2</sup>) を充填した。また、コンクリートブロックのひび割れによるアンカー筋の引き抜けを防止するために、供試体に合計 8 本の D6 異形鉄筋を配置した。

供試体は異なる 3 種類の圧縮強度 (強度 22.8, 37.3, 44.3 N/mm<sup>2</sup>) のものを作製し、表-1 に示すようにそれ

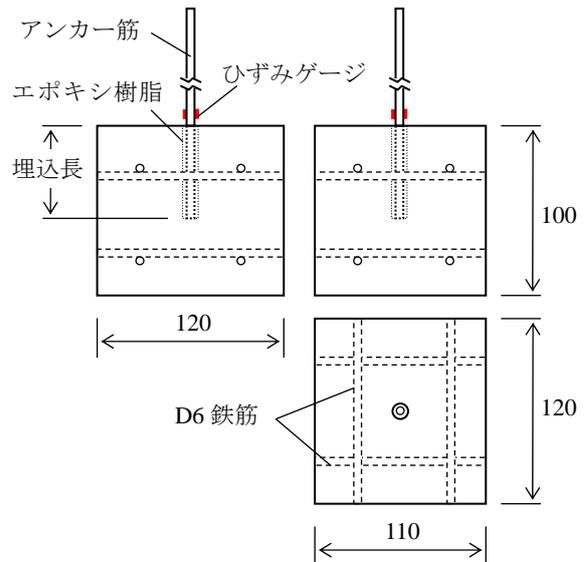


図-2 実験供試体

表-1 実験変数

供試体	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	埋込長 (mm)
22-2	22.8	20
22-3		30
22-4		40
22-5		50
22-6		60
22-7		70
22-8		80
37-2		37.3
37-3	30	
37-4	40	
37-5	50	
37-6	60	
37-7	70	
37-8	80	
44-2	44.3	
44-3		30
44-4		40
44-5		50
44-6		60
44-7		70
44-8		80

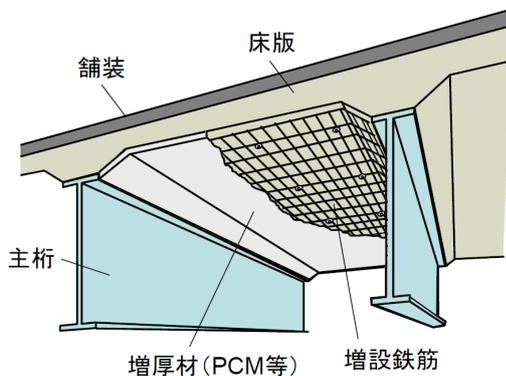


図-1 橋梁床版の下面増厚補強例

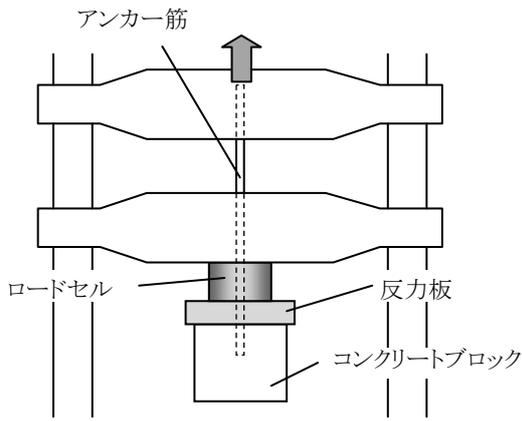


図-3 荷重試験機



写真-1 引き抜け破壊した供試体の一例 (22-6)

それぞれのグループでアンカー筋の埋込長を 20~80mm の範囲で変動させた。実験では、図-3 に示すようにアムスラー型荷重試験機を用いた。供試体の上面には、直径 30mm の穴の開いた鋼板で反力を取り、アンカー筋の鉛直方向に直接引張力を与えた。

### 3. 実験結果

実験結果を表-2 に示す。引張力を加えていくとアンカー筋が伸びながら孔から引き抜けていく様子が観察された。その後樹脂が壊れることによってアンカー筋が引き抜ける破壊形態をとる供試体が多かった(写真-1 参照)が、供試体 22-8、37-8、44-7 の3つではアンカー筋が孔から引き抜ける前に破断する結果となった。

### 4. 考察

3 つの異なる圧縮強度の供試体について、埋込長と引き抜け耐力の関係を図-4 に示す。グラフから、埋込長が長くなるほど引き抜け耐力がほぼ線形に増加した。ま

表 2—実験結果

供試体	有効埋込長 (mm)	引張耐力 (kN)	破壊形態
22-2	20	5.165	引き抜け
22-3	30	10.49	引き抜け
22-4	40	18.51	引き抜け
22-5	50	19.82	引き抜け
22-6	60	22.77	引き抜け
22-7	70	27.85	引き抜け
22-8	80	36.38	破断
37-2	20	5.32	引き抜け
37-3	30	11.14	引き抜け
37-4	40	16.55	引き抜け
37-5	50	26.21	引き抜け
37-6	60	26.05	引き抜け
37-7	70	34.99	引き抜け
37-8	80	36.87	破断
44-2	20	9.66	引き抜け
44-3	30	13.60	引き抜け
44-4	40	29.97	引き抜け
44-5	50	32.11	引き抜け
44-6	60	33.84	引き抜け
44-7	70	36.21	破断
44-8	80	38.18	引き抜け

た、コンクリートの圧縮強度が大きいほど引き抜け耐力が増加した。引張力が 36kN を超えた供試体については、供試体 44-8 を除いてアンカー筋が引き抜ける前に破断してしまった。44-8 が 36kN を超えてなお破断しなかった理由については、アンカー筋の伸びが大きく、荷重試験機の可動域を超えてしまったため、3 回に分けて引張試験を行ったことによるものだと考えられる。

図中に示されている直線は、次式の「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」<sup>2)</sup>におけるアンカー筋の付着性能により決まる引張耐力式の適用を試みた。

$$F_{au} = 10\sqrt{\sigma_B / 21} \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_a \quad (1)$$

ここに、 $\sigma_a$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$d_a$  : アンカー筋軸部の直径 (mm)

$l_a$  : 埋込長 (mm)

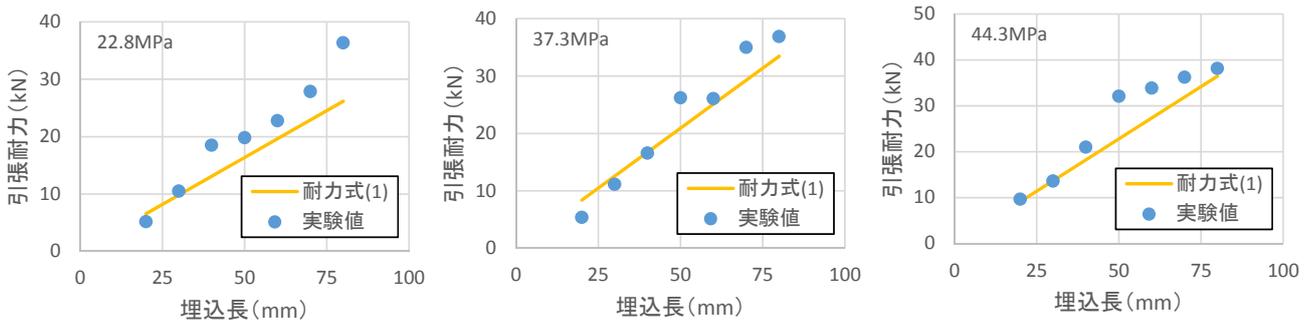


図-4 アンカー筋の引張耐力と埋込長の関係

これらを見ると、どの圧縮強度においても実験値は概ね耐力式より大きくなっており、耐力式が安全側に近似されていることがわかる。

埋込長が長いほど引き抜け耐力が増加する理由としては、樹脂と接する表面積が大きく、接着力が強くなったためだと考えられる。また、コンクリート圧縮強度が大きいほど引張耐力が上がった理由としては、圧縮強度が高いほうが供試体のひび割れが少なく、樹脂によるアンカー筋の拘束が強かったためだと思われる。

今回の結果から、埋込長は 70 付近を超えるとアンカー筋の引き抜けから破断へ破壊モードが移行することが確認された。

#### 5. まとめ

- (1) コンクリートの圧縮強度が大きいほどアンカー筋引張耐力が増加する。

- (2) アンカー筋の引き抜け破壊耐力に対しては、「あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針」におけるアンカー筋の付着性能により決まる引張耐力式と概ね一致する。
- (3) 埋込長が大きいほどアンカー筋の引張耐力が増加するが、70mm 付近を超えるとアンカー筋が引き抜けるより先に破断する。

#### 参考文献

- 1) 江口直也, 古内 仁, 林 承燦, 田村哲也: 下面増厚工法における定着アンカーの補強効果, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, V: pp.257-258, 2014
- 2) 国土交通省: あと施工アンカー・連続繊維補強設計・施工指針, pp7~8, 2006