

アンカー鉄筋端部に配置する金属拡底アンカーの 定着特性に関する実験的検討

船津貴弘^{*1}・小原孝之^{*2}・野間康隆^{*2}

既存のコンクリート構造物を補強する、或いは、既設部材に新設部材を接合して改良する場合にあと施工アンカーが用いられる場合がある。しかし、既設部材の寸法が足りずに、所定の定着長を確保できない場合がある。このような場合に、金属拡底アンカーを施工し、定着長を低減させることが考えられる。本研究では、2種類の異なる拡底方式（スリーブ型、内部コーン型）の金属拡底アンカーの定着性能を検討するために、定着耐力実験を行った。その結果、最大耐力としてはスリーブ型が有利であるが、初期の抜け出し変位は内部コーン型が有利であることが分かった。

キーワード：RC構造物，補強，リニューアル，定着，あと施工アンカー，金属拡底アンカー

1. はじめに

既存のコンクリート構造物を補強する、或いは、既設のコンクリート部材に新設部材を接合して改良する場合にあと施工アンカー¹⁾が用いられる場合がある。しかし、既設部材の寸法が足りずに、所定の定着長を確保できない場合がある。このような場合に、機械式定着機構を端部に施した金属拡底アンカーを施工し、定着長を低減させる手法を取ることが考えられる。

本研究では、定着端部に機械式定着機構を有する金属拡底アンカーを用いて、あと施工アンカー補強鉄筋の定着長を低減する技術を検討する。一般的な異形鉄筋の先端にねじ加工を施して機械式定着機構を接続することにより金属拡底アンカーを構成する。本研究では、金属拡底アンカーの定着性能を検討するために行った、金属拡底アンカーの定着耐力実験の結果について報告する。

2. 金属拡底アンカーの概要

2.1 金属拡底アンカーの位置づけ²⁾

あと施工アンカー工法とは、既設の構造物等に後から施工する後付けアンカー工法に属するもので、硬化したコンクリートの母材に穿孔し、その孔内にアンカーを挿入し固着させる工法の総称である。あと施工アンカー工法は、図-1のとおり分類される。ここで、金属系アンカーは、固着部で直接母材に固着させる金属製の部品で構成されるあと施工アンカーであり、金属拡張アンカーと金属拡底アンカーに大別される。本研究で対象とする金属拡底アンカーは、あらかじめ先行された孔の底

部（先端部）において専用機材等を用いて大きな先端拡径部を成形して、主に拡径部の支圧力による機械的ななみ合い作用によって母材に固着するアンカーである。

2.2 金属拡底アンカーの構造と定着原理²⁾

金属拡底アンカーの構造と定着原理を図-2に示す。金属拡張アンカーは、先端の拡径部のくさび作用によって固着する。孔底（先端部）を拡径して、より大きな先端拡径部にすることによって、母材のコンクリートに対して、主に拡径部の支圧力による機械的ななみ合い作用によって固着力を確保するものである。

2.3 金属拡底アンカーの施工手順

金属拡底アンカーの施工手順を図-3に示す。最初に、ハンマードリルやコアボーリングなどにより所定の定着長さのアンカー孔を削孔する。次に、拡底部を削孔する専用のカッターブレードを有した拡底削孔ツールにより、拡底部を削孔する。最後に拡底ツールを接続した鉄

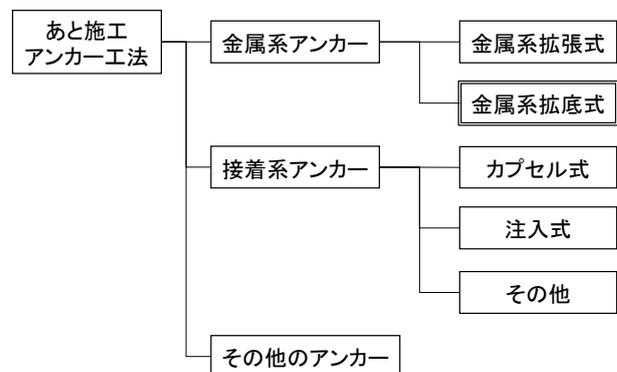


図-1 アンカー工法の分類²⁾

*1 フロンティア研究部 *2 構造・材料研究部

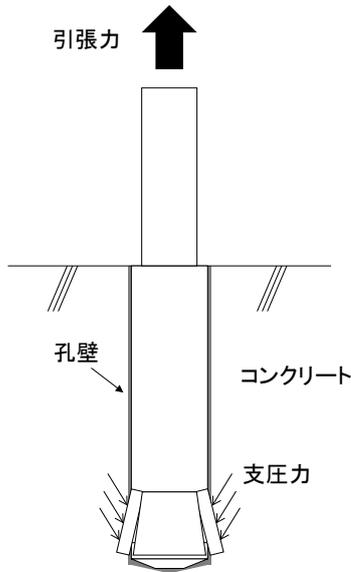
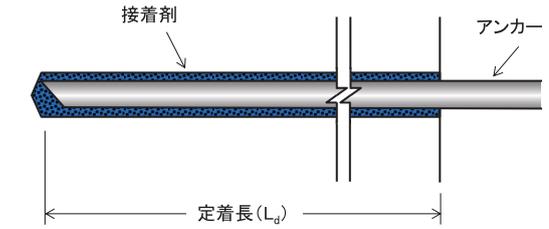
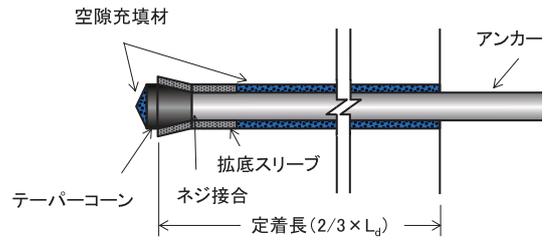


図-2 金属拡底アンカーの構造と定着原理¹⁾



(a) 既存の接着系アンカーによる定着



(b) 金属拡底アンカーによる定着長の低減

図-4 金属拡底アンカーによる定着長の低減の概念

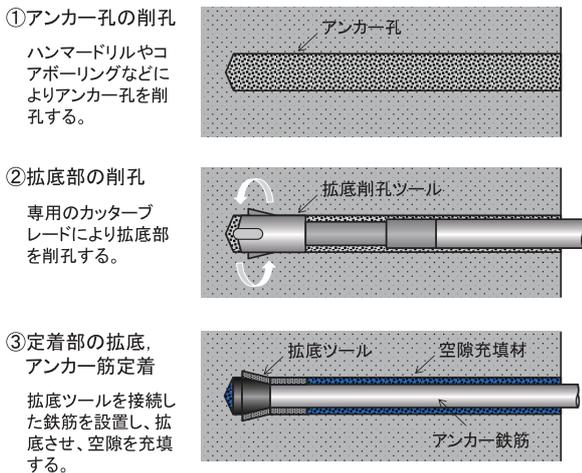


図-3 金属拡底アンカーの施工手順

筋を設置し、拡底部を確定させた後に、孔壁とアンカー鉄筋の間の空隙に空隙充填材を充填する。

3. 金属拡底アンカーによる定着長の低減

金属拡底アンカーは、拡底部の支圧力による機械的な定着機構により、拡底部のみでも高い定着耐力を有する。この特性を利用して、部材厚さに制限があり、既存の接着系アンカーでは定着長が十分に取れない場合に対して、定着先端に金属拡底アンカーを配置することで定着長を低減できるものとする。金属拡底アンカーによる定着長の低減の概念を図-4に示す。

以上より、本研究では、異形鉄筋を接続した金属拡底アンカーの定着特性を検討する。金属拡底アンカーとしては、図-5に示すスリーブ型と内部コーン型の2種類

内部コーン型

スリーブ型

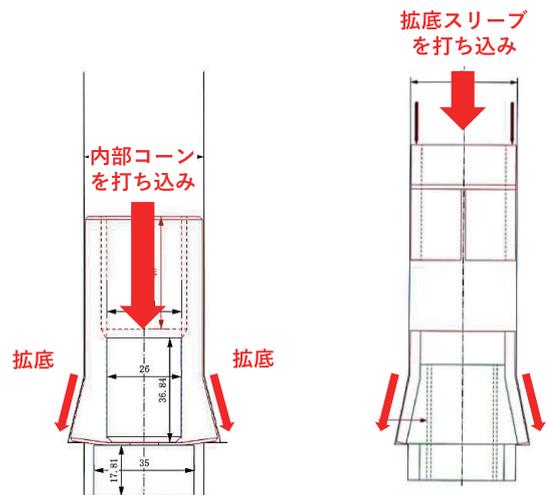


図-5 機械式定着部の構造

の拡底方式を取り上げる。スリーブ型は、スリーブ状の拡底部をテーパコーンに向かって打ち込んで拡底させる方式である。一方、内部コーン型は、スリーブの内壁がテーパ加工されており、そこに内部コーンを打ち込むことによって拡底させる方式である。

4. 金属拡底アンカーの定着性能実験

4.1 定着性能実験の概要

金属拡底アンカーの定着性能を把握することを目的として、図-6に示す定着耐力実験を実施した。

金属拡底アンカーをコンクリートブロックに施工し、

表-2 定着性能実験の結果一覧

機械式 定着部	実験結果						
	No.	最大荷重		最大荷重時定着部変位		荷重 100kN 時定着部変位	
		(kN)	平均	(mm)	平均	(mm)	平均
内部コーン型 切り欠き 4mm	1	185.2 (67.6%) ^{※2}	187.3 (68.3%)	11.0	11.2 (0.35×D)	4.58	4.54 (0.14×D)
	2	190.7 (69.6%) ^{※2}		11.6		5.04	
	3	185.9 (67.8%) ^{※2}		11.1		4.01	
内部コーン型 切り欠き 3mm	1	231.1 (84.3%) ^{※2}	234.7 (85.7%)	19.7	19.0 (0.59×D)	4.69	4.47 (0.14×D)
	2	234.1 (85.4%) ^{※2}		20.5		4.67	
	3	239.1 (87.2%) ^{※2}		17.0		4.06	
スリーブ型	1	261.1 ^{※1} (95.3%) ^{※2}	261.7 (95.5%)	12.6	11.9 (0.37×D)	5.74	5.22 (0.16×D)
	2	261.4 ^{※1} (95.4%) ^{※2}		11.8		5.07	
	3	262.6 ^{※1} (95.8%) ^{※2}		11.5		4.83	

※1 規格降伏荷重の95%に達したため載荷を中止した, ※2 鉄筋規格降伏荷重に対する比率

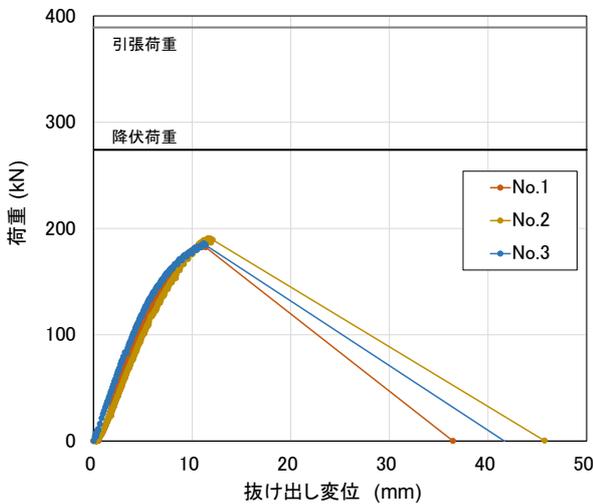


図-8 荷重と抜け出し変位の関係
内部コーン型 切り欠き 4mm

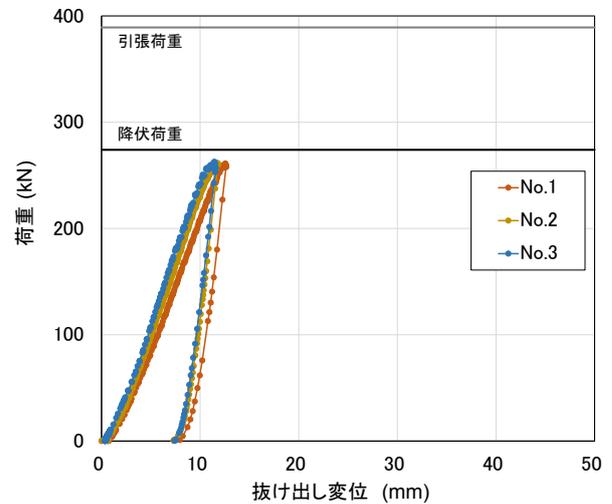


図-10 荷重と抜け出し変位の関係
スリーブ型

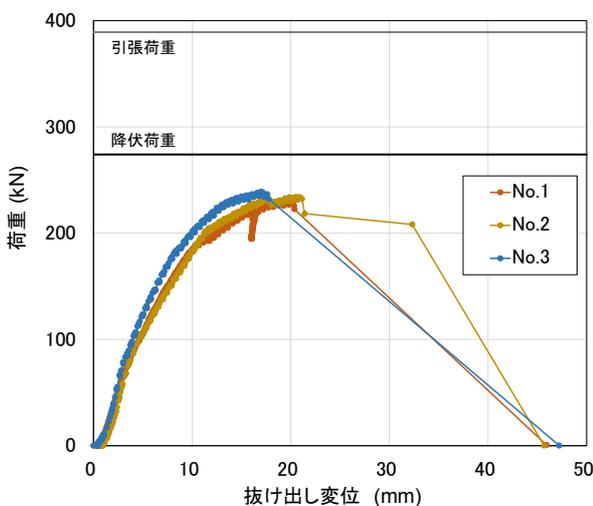


図-9 荷重と抜け出し変位の関係
内部コーン型 切り欠き 3mm

図-11に、各試験体の最大荷重時の定着部の抜け出し変位の値を示す。これによると、内部コーン型・切り欠き 3mm の抜け出し変位が最も大きく、内部コーン型・切り欠き 4mm とスリーブ型はそれよりも小さい値であった。ただし、最大荷重はそれぞれの試験体で値が異なるため、横並びの比較はできない。そこで、各試験体とも同じ引張荷重の 100kN 時の各試験体の定着部の抜け出し変位を図-12に示す。これによると、スリーブ型に比較して、内部コーン型の方が抜け出し変位は小さい傾向が見られるが、内部コーン型の切り欠きの深さによる明確な差異は見受けられない。

図-13に、各ケースの代表的な荷重と抜け出し変位の関係の比較を示す。これによると、荷重 75kN あたりまでは内部コーン型・切り欠き 4mm の抜け出し変位が最も小さいことが分かる。内部コーン型・切り欠き 3mm は初期の抜け出し変位が比較的大きいが、荷重 25kN 付近

以降は改善し、荷重 75kN 以降は内部コーン型・切り欠き 3mm と同等となっている。その理由として、切り欠きが深いほど拡底部のハネが曲がりやすく、孔壁によりフィットするものと思われる。そのため、切り欠き 3mm のものは孔壁と金属のハネの間に隙間があったため初期の剛性が低く、荷重がかかるにつれて徐々になじみ、最終的には切り欠き 4mm のものと同等の剛性になったと推定される。一方、スリーブ型は荷重 25kN 付近までは内部コーン型・切り欠き 3mm とほぼ同等であるが、その後は回復せず、荷重 140kN 付近になって内部コーン型の抜け出し変位と同等となっている。

以上を総括すると、金属拡底アンカーの最大耐力としてはスリーブ型が有利であるが、初期の抜け出し変位は内部コーン型の切り欠きが深い方が小さな値を示す傾向となった。先にも述べたが、それぞれの特徴を踏まえた上で、鉄筋部分の付着定着と組み合わせた状況も含めて検討して、最適な形式を選定する必要があり、今後の課題である。

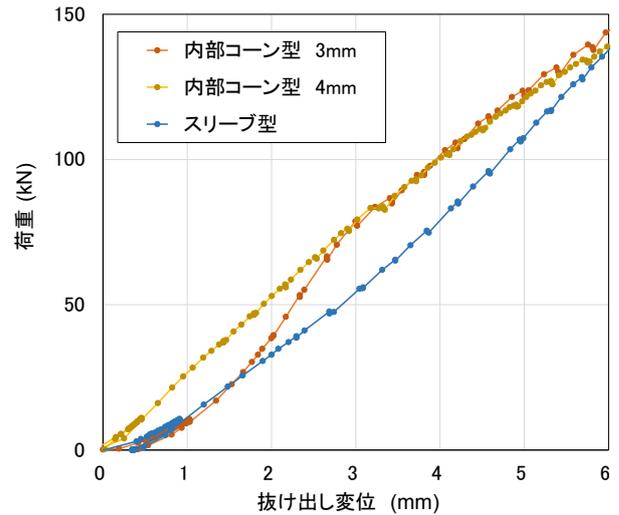


図-13 荷重と抜け出し変位の関係の代表値の比較

5. まとめ

本研究では、あと施工アンカー補強鉄筋の定着長の低減を目的に、金属拡底アンカーの定着特性を検討した。以下に、本研究の範囲内で得られた結論を示す。

- ・3体の試験体の平均最大荷重は、スリーブ型が最も大きく、鉄筋の規格降伏荷重の95.5%であったが、内部コーン型・切り欠き 4mm で 187.3kN で 68.3%、内部コーン型・切り欠き 3mm は 234.7kN で 85.7%であった。
- ・引抜荷重による抜け出し変位は荷重 100kN 時にはどれもほぼ同等程度であったが、荷重の小さい範囲においては内部コーン型の方が小さく、切り欠きが深い方がより小さな値を示す傾向であった。
- ・以上より、最大耐力としてはスリーブ型が有利であるが、初期の抜け出し変位は内部コーン型が有利である。ただし、施工性や鉄筋部分の定着長さなどを踏まえて、総合的に検討して、最適な形式を選定する必要があり、今後の課題である。

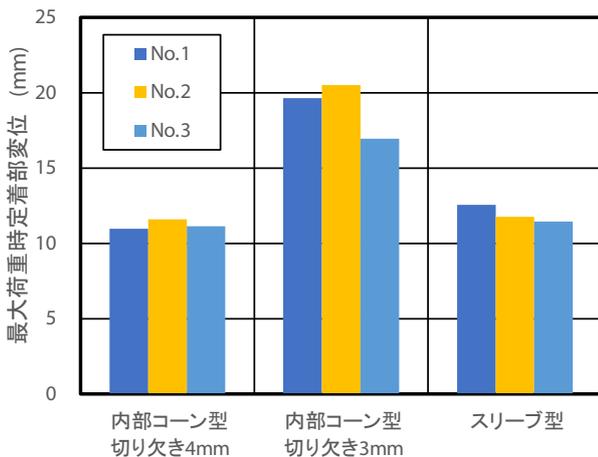


図-11 最大荷重時の定着部の抜け出し変位

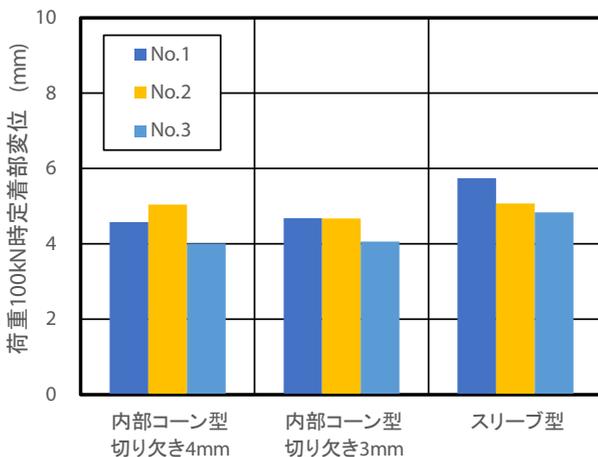


図-12 荷重 100kN 時の定着部の抜け出し変位

参考文献

- 1) 吉田健太郎, 古市耕輔, 山中宏之, 須藤豊: 拡底式あと施工アンカーの引張耐力と疲労特性に関する確認試験, 土木学会第 56 回年次学術講演会, pp.1194 ~ 1195, 2001
- 2) 土木学会: コンクリートのあと施工アンカー工法の設計・施工・維持管理指針(案), p6, p23, 2020

Experimental study on bonding characteristics of metal expansion anchors placed at the end of anchor reinforcement in concrete structures

Takahiro FUNATSU, Takayuki OBARA and Yasutaka NOMA

Post-installation anchors are sometimes used to reinforce existing concrete structures or to connect new members to existing ones. However, in some cases, the existing members are not large enough to provide the required anchorage length. In such cases, metal expansion anchors may be used to reduce the anchorage length. In this study, we report the results of experiments on the bonding strength of metal expansion anchors conducted to investigate their anchoring performance.