

内面処理無NAPPアンカー工法について

NAPP工法技術研究会 正会員 ○大谷 悟司
 NAPP工法技術研究会 正会員 中山 良直
 オリエンタル白石(株) 正会員 石井 智大
 高周波熱錬(株) 鹿子生 悟

キーワード：NAPPアンカー工法，内面処理無，定着性能，引抜試験

1. はじめに

NAPPアンカー工法は、既設コンクリート構造物に削孔を行い、その内面に凹凸を設け、NAPPユニットを配置し、無収縮モルタルの充填を行い、新設コンクリートの打設、硬化後にNAPPユニットの緊張力を解放し、新旧コンクリートにプレストレスを導入することで一体化する工法である(図-1)。本工法はNAPPユニットを含む無収縮モルタルと既設コンクリートの付着性を確保するため、削孔した既設コンクリートの内面に専用の内面処理機を用いて凹凸を設ける処理(以下、「内面処理」という)を行っている(写真-1)。しかし、内面処理は施工が煩雑であること、作業員の疲労に伴う連続作業が困難であること、内面処理の適用範囲(長さ2m以下¹⁾)を超える場合があることから、内面処理を省略したNAPPアンカー工法について、充填する無収縮モルタルの種類、強度、およびNAPPユニットの定着長について検討を行い工法として確立した。以下に実施した試験結果について報告する。

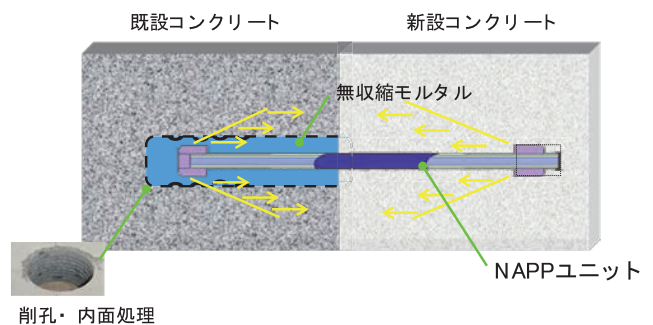


図-1 NAPP アンカー工法の概要図



写真-1 内面処理
および内面処理機

2. 予備試験

内面処理無NAPP アンカー工法の用いる無収縮モルタルの種類、強度、およびNAPPユニットの定着長を決定するため予備試験を行った。

2.1 無収縮モルタルの選定

無収縮モルタルの選定では、何種類かのモルタルの押抜試験(写真-2)を行い、最大付着強度の大きい2種類に絞り込んだ。次に、長さ4mの透明シースを用いたモルタルの充填性試験(写真-3)を行い、充填の可否から決定した。表-1に押抜および充填性試験の結果を示す。



写真-2 押抜試験

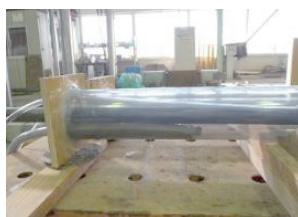


写真-3 充填性試験

表-1 押抜および充填性試験結果

名称	圧縮強度	最大付着強度	充填性
	N/mm ²		
モルタルA	126.9	7.45	良好
モルタルB	37.9	8.16	不良

表-2 定着長および引抜試験結果

No.	ユニット タイプ		中空 PC 鋼棒径 (φ)	削孔 径 (D)	定着長		ネジ部破壊		評価			
					計算長	必要長	荷重	すべり 量	評価値	0.002・D	判定	
												mm
①	標準	20T	29	77	5.6	10	290	294.8	0.002	210.5	0.154	○
②		30T	32	77	7.5		320	435.1	0.032	232.2		○
③		40T	40	90	6.7		400	564.1	0.006	339.3		○
④	細 径	20A	32	53	8.4	12	320	333.1	0.000	159.8	0.106	○
⑤		40A	40	53	10.9		480	539.0	0.037	199.8		○

注) 評価値=3.0・πD・N・φ/1000 (kN) , 20T・30T・40T・20A は N=10, 40A は N=12

同表には圧縮強度も同時に示す。また、圧縮強度および最大付着強度は3体の平均値である。

試験結果より、モルタルAは充填時間を要したものの完全に充填することができた。一方、モルタルBは充填に用いた注入ホース（テフロンブレードホース、外径：18mm、内径：12mm）部分で目詰りが生じてまったく充填できなかつた。

以上より、充填に用いる無収縮モルタルはモルタルAとした。また、モルタルAを用いることから圧縮強度は100N/mm²以上の高強度モルタルとした。

2.2 NAPPユニットの定着長

(1) 定着長

NAPPユニットの定着長は、これの中空PC鋼棒のネジ部破壊荷重を保持するために必要な長さとし、表-1で示した最大付着強度を用いて決定した。表-2に決定した定着長を、NAPPアンカー工法に用いるNAPPユニットすべてに対して示す。同表には後述する引抜試験の結果も同時に示す。

表-2の必要長は計算長を参考に決定した値で、必要長を用いて定着性能を確認するためNAPPユニットを配置した試験体を用いた引抜試験を行った。引抜試験に用いた試験体は、断面500×500mm、長さは標準タイプでは定着ナットの厚さ、細径タイプではアンカーホルダーの長さ+中空PC鋼棒径の10倍（20T、30T、40T、20A）または、12倍（40A）を加えた値とした。

(2) 引抜試験

引抜試験は「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法」(JSTM C2101-1999)²⁾を参考にして行った。測定は引抜荷重とすべり量とし、引抜荷重は定着部に配置したロードセルにより、すべり量は標準タイプでは定着ナット、細径タイプではアンカーホルダーの変位を変位計により計測した。

荷重-すべり量の関係の一例として試験体①の20Tを図-2に示す。表-2で示したすべり量は3体の平均値である。また、引抜試験時のコンクリート強度は19.2N/mm²、モルタル強度は104.5N/mm²であった。表-2に示した評価値は、参考文献2)に判定基準として表記されている、「すべり量が0.002・Dの付着応力度が3N/mm²以上」を参考にして計算した値である。ここでは参考としてこの値を用いて評価を行った。

表-2および図-2より、標準タイプおよび細

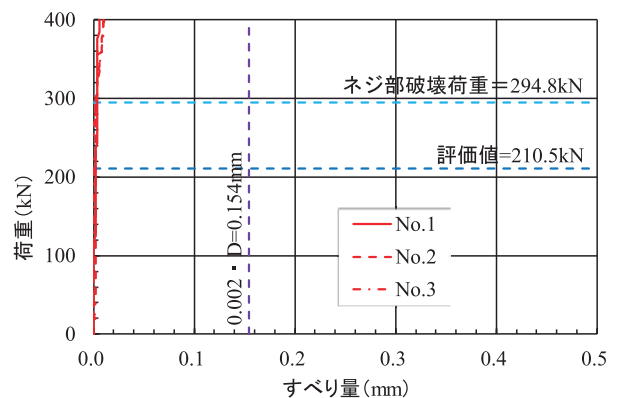


図-2 20Tの荷重-すべり量

径タイプのいずれにおいても、中空PC鋼棒のネジ部破壊荷重におけるすべり量はほとんどなく、 $0.002 \cdot D$ に達していないことが分かる。

2.3 予備試験結果

選定したモルタルの押抜および充填性試験から良好な充填性があり、かつ必要な付着強度を確保するためには圧縮強度が 100N/mm^2 以上であること、定着長の必要長を用いた引抜試験から、中空PC鋼棒のネジ部破壊荷重が評価値を満足する必要長が、20T、30T、40T、20Aでは中空PC鋼棒径の10倍、40Aでは12倍であることが必要である。なお、NAPPユニットの定着長の設計長は、安全率を考慮してすべてのNAPPユニットの中空PC鋼棒径に対して 15ϕ とする。また、内面処理無NAPPアンカー工法はモルタルの充填性が内面処理を行う場合に比べて重要であるため、40A（細径タイプ）の削孔径は 77mm （内面処理を行う場合： $53\text{mm}^{1)}$ ）とする。

表-3 圧縮強度

種別	材齢 (日)	圧縮強度 (N/mm^2)	備考
コンクリート	13	25.5	試験時
	28	30.6	標準養生
モルタル	7	96.8	試験時
	28	137.2	標準養生

3. 定着性能確認試験

予備試験結果を踏まえて、代表的なNAPPユニットについて、実物大を模擬した試験体を用いた引抜試験の結果を示す。

3.1 試験体

(1) 使用材料

試験時のコンクリートの設計基準強度を 18N/mm^2 とし、普通ポルトランドセメントを使用した。削孔部へ充填するモルタルは、予備試験で用いたモルタルAを使用した。

圧縮強度を表-3に示す。

(2) 試験体

試験体はNAPPユニット40T（標準タイプ）および40A（細径タイプ）の2種類とし、おのおの3体ずつ製作した。図-3のように、形状は断面 $500 \times 500\text{mm}$ 、長さは中空PC鋼棒径の15倍（ $40 \times 15 = 600\text{mm}$ ）に、標準タイプでは定着ナットの厚さ（ 30mm ）を、細径タイプではアンカーホルダーの長さ（ 220mm ）を加えた値とした。試験体一覧を表-4に示す。削孔部へのモルタルの充填は、削孔部へ中空PC鋼棒をセットし、試験体を横向きにして行った。これは、予備試験と同様な方向であり、NAPPアンカー工法の実績が多い向きである。

表-4 試験体

No.	NAPP ユニット タイプ		中空PC 鋼棒径 ϕ (mm)	削孔径 D (mm)	定着長	
					$\times \phi$	長さ (mm)
①②	標準	40T	40	90	15	600
③④	細径	40A		77		

3.2 引抜試験

(1) 試験方法および測定項目

引抜試験は試験体を鉛直にして、試験体に反カプレートを設置し、削孔部周辺を拘束してセンターホールジャッキにて中空PC鋼棒に鉛直方向荷重を載荷した。写真-4に引抜試験状況を示す。引抜試

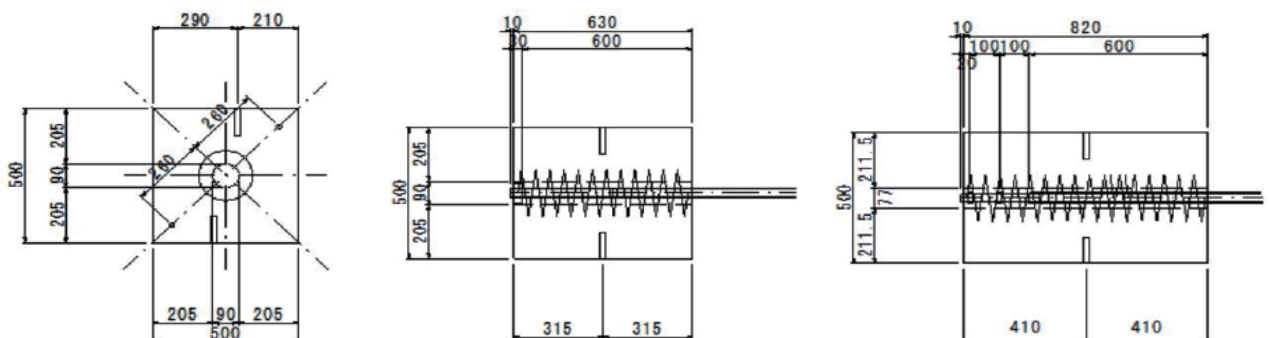


図-3 40T および 40A の試験体形状

表-5 引抜試験結果

No.	NAPP ユニ ット	中空PC 鋼棒径 φ (mm)	削孔径 D (mm)	標準緊張荷重時		ネジ部破壊		評価		
				荷重 (kN)	すべり 量 (mm)	荷重 (kN)	すべり 量 (mm)	評価値 (kN)	0.002・D (mm)	判 定
①	40T	40	90	420	0.002	564.1	0.020	508.9	0.180	○
②					0.033		0.126			
③	40A		77	400	0.000	539.0	0.000	435.4	0.154	○
④					0.000		0.000			

注) 評価値=3.0・πD・15φ/1000 (kN)



写真-4
引抜試験

験の方法, 引抜試験時の測定項目および方法は予備試験と同様である。

(2) 試験結果

試験結果一覧を表-5に, 荷重-すべり量の関係を図-4(a)に40T, (b)に40Aを示す。なお, 同表および同図には標準緊張荷重, ネジ部破壊荷重および前述した評価値も示す。

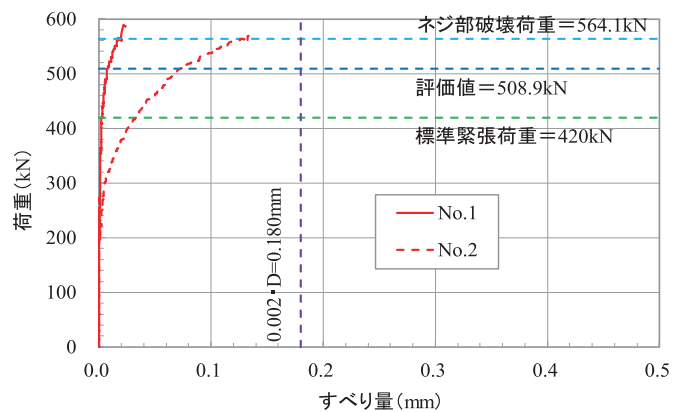
図-4より, 標準タイプおよび細径タイプのいずれにおいても, 中空PC鋼棒の標準緊張荷重およびネジ部破壊荷重に対して, 削孔部のすべり量がほとんどないことが確認できた。また, 予備試験と同様に参考として評価を行ったところ, 標準タイプおよび細径タイプのいずれにおいても, 中空PC鋼棒の標準緊張荷重およびネジ部破壊荷重におけるすべり量は, 0.002・Dに達していない。

4. まとめ

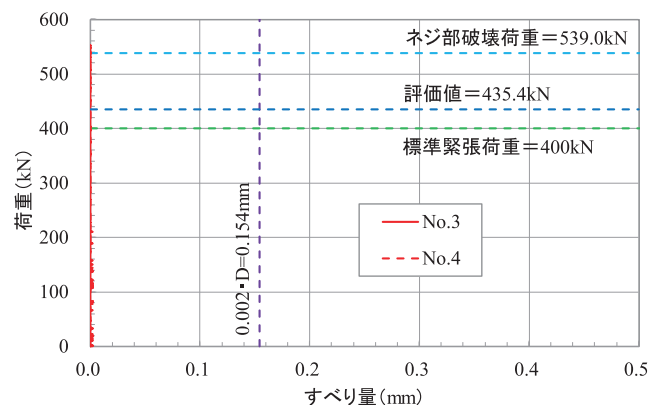
内面処理無NAPPアンカー工法を確立するため, 予備試験を行い, それから得られた知見を踏まえた条件にて, 代表的なNAPPユニットについて, 実物大を模擬した試験体を用いた引抜試験を行った。その結果, 充填するモルタルの圧縮強度は100N/mm²以上であること, 定着長はNAPPユニットの中空PC鋼棒径に対して15φであることを満足することで十分な定着性能を有することが確認できた。なお, モルタルの収縮の影響を確認するため, 約1年後に同様の引抜試験を実施する予定である。

参考文献

- 1) NAPP 工法技術研究会: NAPP 工法設計・施工マニュアル, 平成 26 年 7 月
- 2) (一財) 建材試験センター: 引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さ試験方法, JSTM C 2101-1999



(a) 40T



(b) 40A

図-4 40T および 40A の荷重-すべり量