

論文 あと施工アンカーの引抜耐力におよぼすへりあき寸法とアンカー間隔の影響

三倉 寛明*1・田所 敏弥*2・岡本 大*3・笠 裕一郎*4

要旨：へりあき寸法およびアンカー間隔があと施工アンカーの引抜耐力に与える影響を確認するため、埋込長、へりあき寸法およびアンカー間隔をパラメータとして、接着系あと施工アンカーの静的引抜試験を行った。その結果、へりあき寸法が 15φ 程度以下、アンカー間隔が 20φ 程度以下の場合に、引抜耐力が低下する試験体があった。これらの試験結果は、へりあき寸法が 10φ 以下、アンカー間隔が 20φ 以下で、引抜耐力が各パラメータに対して線形的に低下すると仮定すると、実験値のバラツキを平均的に評価できた。

キーワード：あと施工アンカー、引抜耐力、へりあき寸法、アンカー間隔

1. はじめに

あと施工アンカーは、既設構造物の補修・補強や付属物の取り付け等、幅広い用途で使用されている。鉄道構造物では長らく許容応力度法に基づく「あと施工アンカー工法設計施工の手引きり」(以下、現行手引き)が用いられてきたが、笹子トンネルの事故等を踏まえ、最新の知見を取り入れて性能照査型設計体系への移行に向けた検討が進められている。既往の研究^{2),3)}では、あと施工アンカーの引抜きによる破壊形態は定着長の増加に伴いコーン破壊からコーン破壊と付着破壊の複合破壊に遷移すること、引抜耐力を現行手引きに示される複合破壊を想定した算定式により精度良く評価できることを確認している。一方、へりあき寸法およびアンカー間隔が小さい場合は、現行手引きに示される有効投影面積の重なりを考慮した引抜耐力の低減方法では力学的な説明が十分でなく、耐力を過大に評価する可能性が指摘されている。あと施工アンカーは、既設鉄筋との干渉を避けるために隅角部に設置する場合や、複数のアンカーを組み合わせる場合が多く、へりあき寸法およびアンカー間隔による引抜耐力の低下を適切に評価する必要がある。

そこで、本研究では、接着系あと施工アンカーを対象として、へりあき寸法およびアンカー間隔をパラメータとした引抜試験を行い、これらが引抜耐力におよぼす影響について検討した。また、これらの影響を踏まえた引抜耐力算定値の低減方法についても検討を行った。

2. 試験概要

2.1 試験方法

本研究では、へりあき寸法およびアンカー間隔が引抜耐力におよぼす影響を確認するため、接着系あと施工アンカーを用いた静的引抜試験を行った。アンカーの充填

表-1 試験体一覧

試験 No.	試験パラメータ			試験体数 (体) 埋込長			
	パラメータ	アンカー径	(へりあき寸法) (アンカー間隔)	5φ	7φ	10φ	15φ
1	基本	M12	—	—	3	2	2
2	へりあき寸法	M12	3φ	—	2	—	—
			4φ	—	—	1	1
			7φ	—	3	2	1
			10φ	—	2	2	1
			14φ	—	2	2	1
			21φ	—	3	—	—
		D25	6φ	1*	—	1*	—
			12φ	1*	—	1*	—
3	アンカー間隔	M12	2φ	—	3	—	—
			5φ	2*	—	3*	—
			7φ	2*	3	2+2*	—
			10φ	2*	—	3*	—
			14φ	—	3	2	—
			21φ	—	3	2	—

*: 既往の研究^{2),3)}

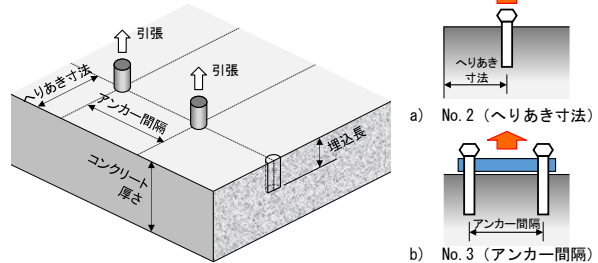


図-1 試験パラメータの概要

材は、既往の研究^{2),3)}と同じエポキシ系充填材を用いた。アンカー筋は、降伏を避けるために、一般的なあと施工アンカーに用いられるものより高強度な PC 鋼棒 (全ねじ加工, M12) を用いた。表-1 に試験パラメータの一覧を、図-1 に試験パラメータの概要を示す。

No.1 では、へりあき寸法およびアンカー間隔の影響を受けない、基準となる基本試験を行った。No.2 では、へりあき寸法の影響を確認するため、3~21φ (φ: アンカー径) のへりあき寸法を設けた引抜試験を行った。No.3 では、アンカー間隔の影響を確認するため、2~21φ のアンカー間隔を設けた引抜試験を行った。なお、埋込長は

*1 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 コンクリート構造 副主任研究員 工修 (正会員)

*2 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 コンクリート構造 室長 工博 (正会員)

*3 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 鋼・複合構造 室長 工博 (正会員)

*4 九州旅客鉄道株式会社 施設部 工事課 主査 工修 (正会員)

5φ, 7φ, 10φ, 15φを基本とした。

2.2 試験体概要

表-2 に、試験に使用した充填材、コンクリートおよびアンカー筋の物性値を示す。コンクリートはアンカー筋からコンクリート縁端（緩衝材の位置）まで 20φ以上確保できる十分大きい寸法とした。あと施工アンカーの施工は、厚さ 400mm の無筋コンクリートに上面から下向きにφ14mm のハンマードリルを用いて削孔し、ワイヤーブラシと吸塵機で十分に清掃して充填材を注入した後、アンカー筋（M12）を挿入した。

2.3 荷重方法

図-2 に荷重試験装置の概要を示す。計測項目は荷重および変位とし、荷重はロードセルで、変位は荷重治具の上面を変位計で計測した。No.3（アンカー間隔）では、各アンカーの基部に一对のひずみゲージを貼付け、ひずみのバランスを調整して荷重した。反力材は、反力の拘束による影響を受けないように、アンカー筋から 20φ以上離れた位置に設置した。

3. あと施工アンカーの引抜試験結果

3.1 破壊形態

表-3 に試験結果一覧、写真-1 に代表的な破壊状況を示す。破壊形態は図-3 に示す5パターンに分類した。

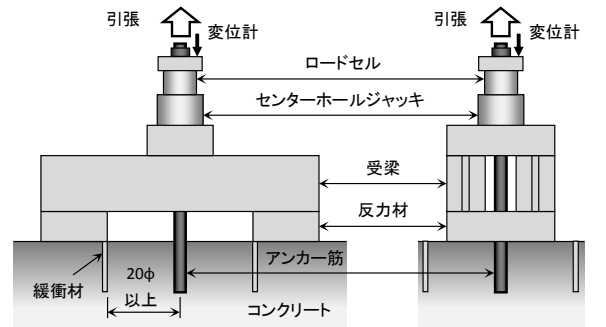
No.1（基本）の破壊形態は、埋込長 7φ, 10φではコーン破壊または複合破壊となった（写真-1 a）。埋込長 15φでは、いずれも鋼材破断となったが、一部ではアンカー筋の伸びに伴いコンクリート表面付近にコーン状のひび割れおよびコンクリートの浮きを伴う破壊が生じた。

No.2（へりあき寸法）の破壊形態は、埋込長 5φ, 7φ, 10φでは、M12, D25 のいずれもコーン破壊または複合破壊となり、一部で、コーン破壊面がコンクリート側面に達する端部破壊を伴う割裂破壊となった。埋込長 15φでは、鋼材破断とともに一部でコンクリート表面付近にコーン状のひび割れおよびコンクリートの浮きを伴う破壊（写真-1 b）となった。へりあき寸法 21φでは、へりあき寸法の影響を受けず、No.1 と同様の端部破壊を伴わないコーン破壊面を形成した。No.3（アンカー間隔）の破壊形態は、コーン破壊または複合破壊となった。アンカー間隔 2~14φでは 2つのアンカーが同時に1つのコーンを形成するように破壊した（写真-1 c）。アンカー間隔 21φでは、一部で、一方のアンカーは健全なまま、片側のアンカーのみがコーン破壊または複合破壊した（写真-1 d）。なお、2本のアンカーを同時に引抜くため、荷重の不均等が懸念されたが、アンカー基部のひずみ計測を行ったことで概ね均等に荷重することができ、荷重のバラツキを小さく抑えることができた。

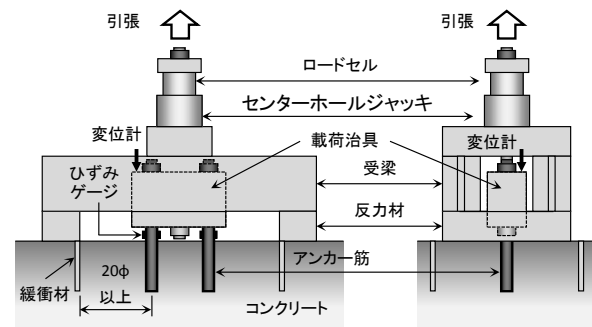
コーン破壊深さの傾向を確認するため、図-4 に、M12

表-2 材料の物性値

a) 充填材		
種類	引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)
エポキシ系	75.7	109.0
b) コンクリート		
圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	
33.8	30.0	
c) アンカー筋		
PC 鋼棒	降伏強度 (N/mm ²)	
M12	1242	

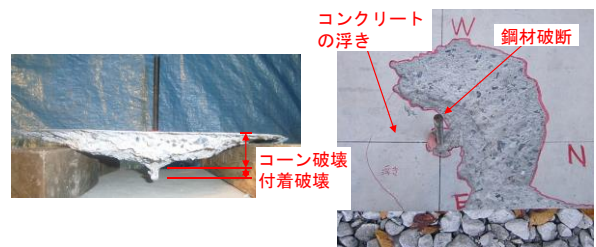


a) No. 1（基本）、No. 2（へりあき寸法）



b) No. 3（アンカー間隔）

図-2 荷重試験装置



a) No. 1（基本）
（基本、埋込長 7φ）

b) No. 2（へりあき寸法）
（へりあき寸法 10φ、埋込長 15φ）



c) No. 3（アンカー間隔）
（アンカー間隔 7φ、埋込長 7φ）



d) No. 3（アンカー間隔）
（アンカー間隔 21φ、埋込長 7φ）

写真-1 破壊状況

表-3 試験結果一覧

No.	試験パラメータ (アンカー径, φ, mm)		埋込長 (φ, mm)		試験体 No.	最大耐力		破壊 形態	コーン破壊深さ		平均 (φ, mm)		
						(kN)	平均 (kN)		(φ, mm)				
1	基本	M12	7 φ	84	C1	64.0	65.9	A	7.0 φ	84	5.8 φ	70	
					C2	67.1		C	5.8 φ	69			
					C3	66.5		C	4.7 φ	56			
			10 φ	120	C1	91.1	92.9	C ^{*1}	9.0 φ	108	8.3 φ	100	
					C2	94.8		C	7.6 φ	91			
					C1	111.4		E	—	—			
			15 φ	180	C2	107.6	109.5	E,A	3.2 φ ^{*3}	39	3.2 φ	39	
					C1	31.0		A ^{*1}	6.8 φ	81			
					C2	28.9		C ^{*1}	6.4 φ	77			
2	へりあき寸法	M12	3 φ	36	C1	31.0	29.9	A ^{*1}	6.8 φ	81	6.6 φ	79	
					C2	28.9		C ^{*1}	6.4 φ	77			
					C1	41.5		A,D ^{*1}	9.9 φ	119			
			4 φ	48	C1	81.7	81.7	C	10.3 φ	124	10.3 φ	124	
					C1	48.3		A,D ^{*1}	6.9 φ	83			
					C2	47.6		A,D ^{*1}	6.8 φ	81			
			7 φ	84	C3	48.8	48.2	A,D ^{*1}	6.9 φ	83	6.9 φ	82	
					C1	72.0		A,D ^{*1}	9.8 φ	117			
					C2	76.0		C,D	7.4 φ	89			
			10 φ	120	C1	107.6	107.6	E	—	—	—	—	
					C1	50.9		A,D ^{*1}	7.0 φ	84			
					C2	51.7		A,D ^{*1}	6.8 φ	81			
			10 φ	120	C1	83.8	83.9	C,D ^{*1}	8.8 φ	105	9.2 φ	110	
					C2	84.0		A,D	9.6 φ	115			
					C1	106.4		E,A	—	—			
			14 φ	168	C1	63.5	63.2	C	6.0 φ	72	6.5 φ	78	
					C2	62.8		A,D ^{*1}	7.0 φ	84			
					C1	92.8		C,D	6.8 φ	82			
		10 φ	120	C2	90.1	91.4	A,D	9.8 φ	118	8.3 φ	100		
				C1	107.3		E	—	—				
				C1	64.6		A	6.8 φ	81				
		7 φ	84	C2	63.6	63.3	C	5.8 φ	69	6.4 φ	77		
				C3	61.7		A	6.8 φ	82				
				C1	116.4		A ^{*1}	5.0 φ	125				
		D25	へりあき寸法	6 φ	150	C1 ^{*4}	150.9	—	A ^{*1}	7.0 φ	175	—	—
						C1 ^{*4}	127.9		A ^{*1}	5.0 φ	125		
						C1 ^{*4}	195.1		A ^{*1}	7.0 φ	175		
				12 φ	300	C1 ^{*4}	131.7	—	A	5.0 φ	125	—	—
						C1 ^{*4}	212.5		C	4.2 φ	105		
						C1 ^{*4}	116.4		A ^{*1}	5.0 φ	125		
				7 φ	84	C2	75.7	75.3	A	7.0 φ / 6.8 φ	84 / 82	7.0 φ	84
						C3	76.2		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84		
						C1 ^{*4}	46.8		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84		
		5 φ	60	C2 ^{*4}	47.3	47.1	A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60	5.0 φ	60		
				C1 ^{*4}	105.4		A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60				
				C2 ^{*4}	100.9		D	—	—				
10 φ	120	C3 ^{*4}	123.4	109.9	A	10.0 φ / 10.0 φ	120 / 120	10.0 φ	120				
		C1 ^{*4}	51.3		A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60						
		C2 ^{*4}	51.0		A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60						
7 φ	84	C1	87.2	81.3	A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84	7.0 φ	84				
		C2	78.8		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84						
		C3	78.0		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84						
10 φ	120	C1	117.4	11.3	A	9.6 φ / 10.0 φ	115 / 120	9.9 φ	119				
		C2	130.8		A	10.0 φ / 10.0 φ	120 / 120						
		C3 ^{*4}	107.8		D	—	—						
10 φ	120	C4 ^{*4}	96.4	52.2	D	—	—	5.0 φ	60				
		C1 ^{*4}	53.3		A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60						
		C2 ^{*4}	51.1		A	5.0 φ / 5.0 φ	60 / 60						
10 φ	120	C1 ^{*4}	127.5	129.0	D	—	—	10.0 φ	120				
		C2 ^{*4}	121.5		D	—	—						
		C3 ^{*4}	138.1		A	10.0 φ / 10.0φ	120 / 120						
14 φ	168	C1	90.0	94.8	A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84	7.0 φ	84				
		C2	99.3		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84						
		C3	95.2		A	7.0 φ / 7.0 φ	84 / 84						
10 φ	120	C1	139.9	139.6	C	8.9 φ / 10.0 φ	107 / 120	9.7 φ	117				
		C2	139.4		A	10.0 φ / 10.0 φ	120 / 120						
		C1	137.3		A	7.0 φ / 6.8 φ	84 / 82						
21 φ	252	C2	123.4	125.1	A ^{*2}	7.0 φ / —	84 / —	6.9 φ	83				
		C3	114.4		A ^{*2}	— / 6.8 φ	— / 81						
		C1	177.7		A	10.0 φ / 10.0 φ	120 / 120						
10 φ	120	C2	181.4	179.5	C ^{*2}	— / 6.4 φ	— / 77	8.8 φ	106				

を対象としてコーン破壊深さと埋込長の比（以下、コーン深さ比）に対するへりあき寸法およびアンカー間隔の関係を示す。へりあき寸法については、表-3より、へりあき寸法 14φ以下と 21φの間で、破壊形態において端部破壊の有無に明確な違いが見られたが、図-4 a)より、コーン破壊深さでは明確な傾向は無く、全体的にバラツキの大きい結果となった。既往の研究²⁾において、複合破壊のコーン破壊深さの遷移領域は深さ 3~6φ（コーン深さ比で 0.5~1.0 に相当）となっているが、本試験におけるバラツキもこれと同程度となった。アンカー間

- *1: コーン破壊がコンクリート側面に達し、端部破壊を伴う破壊形態
- *2: 片側のアンカーのみコーン破壊もしくは複合破壊となる破壊形態
- *3: 鋼材破断後、コンクリートの浮きを除去して測定したコーン破壊深さ
- *4: 既往の試験結果^{2),3)}

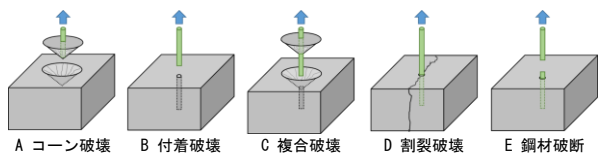
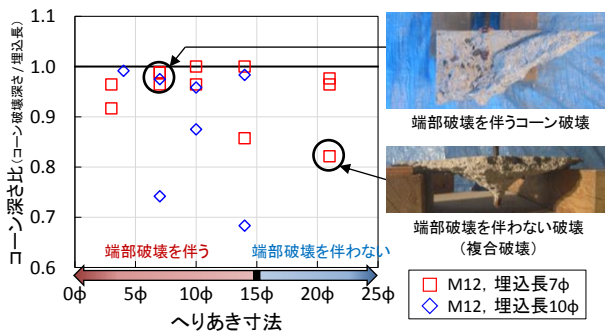
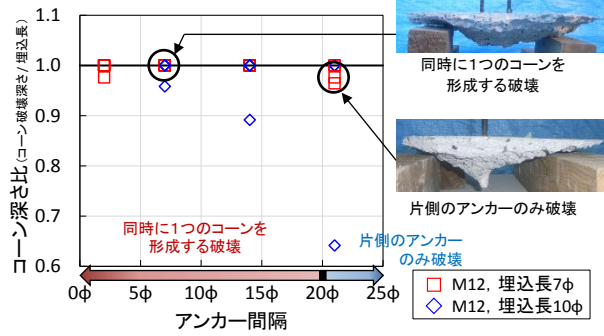


図-3 破壊形態の分類

隔については、表-3より、アンカー間隔 14φ以下と 21φの間で、同時に1つのコーンを形成するか否かで破壊形態に明確な違いが見られた。また、図-4 b)より、同



a) No. 2 (へりあき寸法, M12)



b) No. 3 (アンカー間隔)

図-4 コーン深さ比に対するへりあき寸法およびアンカー間隔の関係

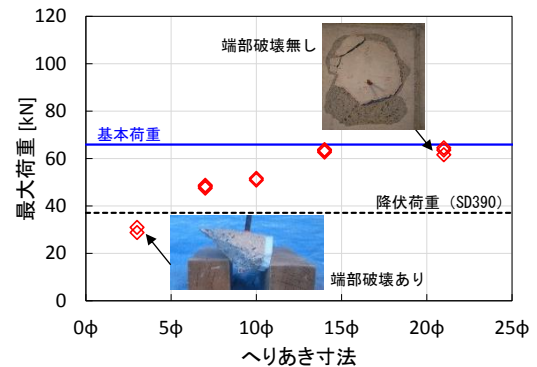
時に1つのコーンを形成する破壊形態の場合ではコーン深さ比がいずれも概ね1.0程度となる一方、片側のアンカーのみ破壊する場合にはコーン深さ比が低下する結果となった。

3.2 へりあき寸法が引抜耐力におよぼす影響

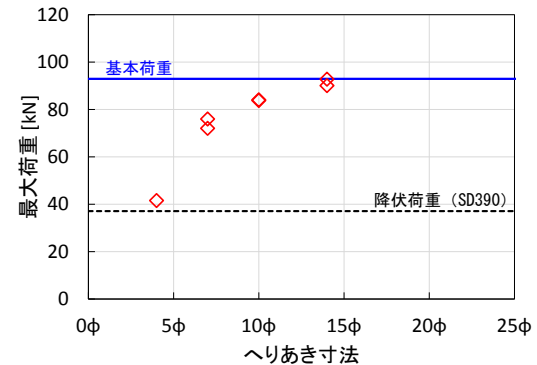
図-5に、No.2(へりあき寸法)のうち、M12の場合の最大荷重とへりあき寸法の関係を示す。図中には、No.1(基本)の最大荷重の平均値(以下、基本荷重)および参考としてSD390の降伏荷重を併記している。図より、埋込長7φ、10φのいずれの場合もへりあき寸法が14φ以上で基本荷重に漸近し、へりあき寸法が小さくなるにつれて最大荷重が低下した。埋込長15φでは、へりあき寸法7φ以上で鋼材が破断した。埋込長7φ、10φの場合に最大荷重が低下する要因は、コーン破壊面がコンクリート側面に達し、端部破壊を伴う破壊形態となったためと考えられるが、へりあき寸法が14φ以上の場合には端部破壊は生じておらず、最大荷重は基本荷重と同程度となった。現行手引きでは、へりあき寸法が5φ以上であれば引抜耐力への影響は無いとされているが、試験結果より、引抜耐力への影響が無くなるためにはへりあき寸法が15φ程度以上必要であることがわかった。

最大荷重のバラツキは、図-4に示すコーン深さのバラツキ程度と比べて非常に小さい結果となった。引抜耐力については、図-6に示す引抜耐力時のコーン破壊深さと付着応力分布の模式図のように、定着長が同一の場合には、コーン破壊深さのバラツキにより、コーン破壊耐力および付着破壊耐力に相当する引抜力の割合が変化するものの、これらの総和である引抜耐力には大きく影響しない²⁾ことが報告されており、本試験もこの傾向に合致する結果となった。

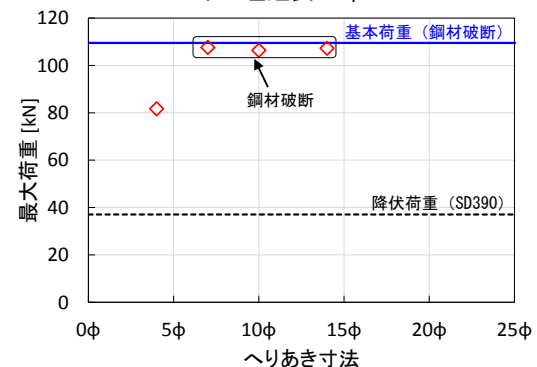
図-7に、最大荷重と基本荷重の比(以下、最大荷重比)とへりあき寸法の関係を示す。図中には、D25の試験結果および瀬戸ら⁴⁾、酒井ら⁵⁾のD19で実施した試験結果を併記しているが、へりあき寸法14φ以下の範囲において基本荷重よりも引抜耐力が低下する傾向はM12の場合と同程度となり、アンカー筋の径の大きさによる



a) 埋込長 7φ



b) 埋込長 10φ



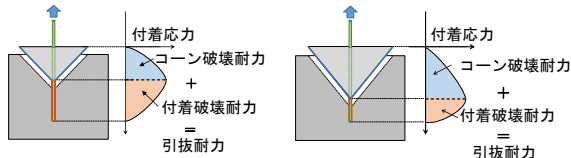
c) 埋込長 15φ

図-5 へりあき寸法と最大荷重の関係

顕著な影響は見られなかった。

3.3 アンカー間隔が引抜耐力に及ぼす影響

図-8にNo.3(アンカー間隔)の最大荷重とアンカー間隔の関係を示す。図より、埋込長7φ、10φのいずれの場合も、アンカー間隔が小さいほど基本荷重に、大き



a) コーン深さが浅い場合 b) コーン深さが深い場合
 図-6 コーン破壊深さと付着応力分布の模式図

いほど基本荷重の2倍に漸近した。アンカー間隔が21φのとき埋込長7φ、10φともに基本荷重の2倍と概ね等しい値となった。このとき、一部の試験で片側のアンカーのみが破壊する結果となり、2つのアンカーが1つのコーンを形成する場合と比べて最大荷重が若干低下した。これは、片側のアンカーのみ破壊する場合の最大荷重時における左右のアンカー基部のひずみの比は0.93~0.98であり、2本のアンカー筋の荷重分担の差の影響によるものと考えられる。現行手引きではアンカー間隔を埋込長以上とすれば引抜耐力への影響は無いとされているが、試験結果より、引抜耐力への影響が無くなるためにはアンカー間隔が20φ程度以上必要であることがわかった。

また、最大荷重のバラツキは、図-4に示すコーン深さのバラツキ程度と比べて小さい結果となり、アンカー間隔が小さい場合においてもコーン破壊深さが引抜耐力に大きく影響しないと考えられる。

3.4 現行手引きの引抜耐力算定式との比較

現行手引きでは、コーン破壊耐力と付着破壊耐力とを累加した引抜耐力算定式(1)が示されている。

$$P_1 = \frac{0.53\pi\phi(D+5.5\phi)\sigma_c^{1/3}}{\text{コーン破壊耐力}} + \frac{0.36\pi D(L-4\phi)\sigma_c^{2/3}}{\text{付着破壊耐力}} \quad (1)$$

ここに、 P_1 は引抜耐力(N)、 ϕ はアンカー径(mm)、 D は削孔径(mm)、 σ_c はコンクリートの圧縮強度(N/mm²)、 L は定着長である。なお、へりあき寸法およびアンカー間隔の影響を受ける場合の引抜耐力は、コーン破壊深さ5φ、コーン破壊面の傾斜角45°を仮定した有効投影面積を考慮して求めた低減率を式(1)に乗じて算定することとしている。図-9に、へりあき寸法およびアンカー間隔による引抜耐力の低減率の算定法を示す。これによると、へりあき寸法5φ以上、アンカー間隔10φ以上では有効投影面積の重なりがなく、引抜耐力の低下を考慮しなくてもよいが、試験では、図-5より、へりあき寸法14φ以下、図-8より、アンカー間隔21φ以下で引抜耐力が低下し、有効投影面積を用いる方法では引抜耐力を過大に評価する結果となった。現行手引きに示される式(1)は安全率3.0が考慮されており、へりあき寸法およびアンカー間隔の影響による引抜耐力の低減率が1.0以下となる場合でも、全体の引抜耐力の安全率がただちに1.0以下となることはないが、No.2(へりあき寸法)およびNo.3(アンカー間隔)の試験結果を踏まえ、低減率をさらに低減させる必要があると考えられる。

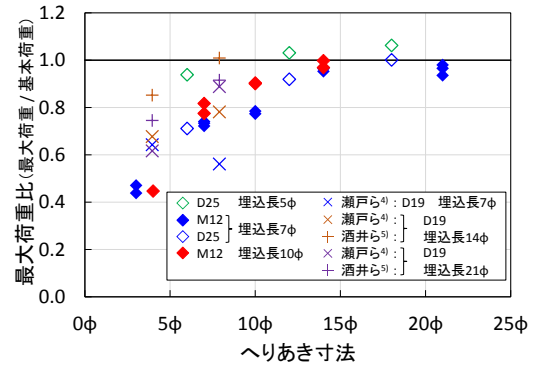
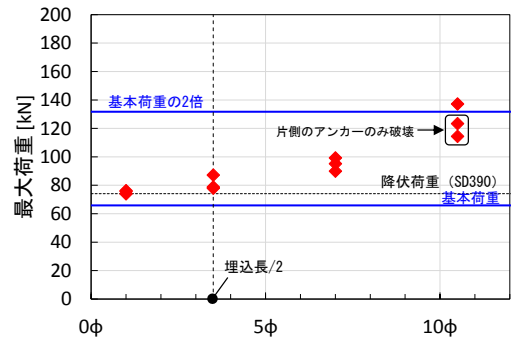
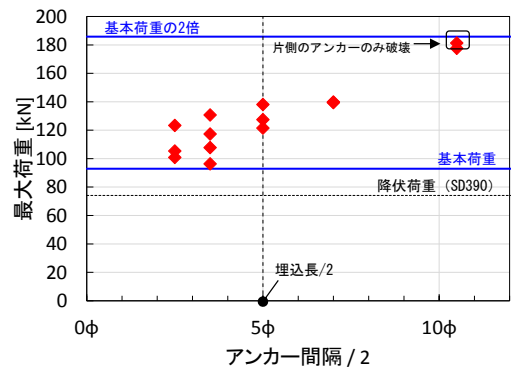


図-7 へりあき寸法と最大荷重比の関係



a) 埋込長 7φ



b) 埋込長 10φ

図-8 最大荷重とアンカー間隔の関係

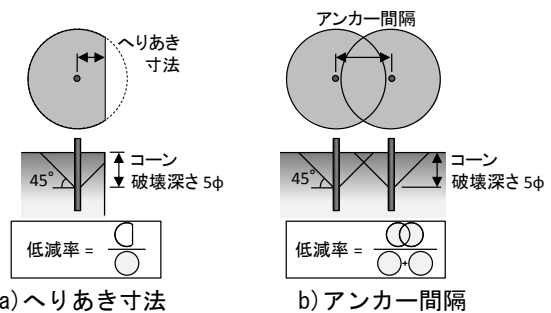


図-9 へりあき寸法およびアンカー間隔の影響による引抜耐力の低減率算定法

図-10に、No.2(へりあき寸法)の実験値の最大荷重比と現行手引きに示される低減率を示す。いずれの実験値も、現行手引きの低減率より小さくなった。また、へりあき寸法15φ程度以上では最大荷重比は概ね1.0となり、バラツキは小さいが、15φ程度以下ではへりあき寸法が小さいほど最大荷重比は低下し、バラツキは大きく

なった。へりあき寸法 15φ以下の最大荷重比を、図中の破線に示すように、へりあき寸法 10φで最大荷重比が 1.0、へりあき寸法 0φで最大荷重比が 0.0 となるように線形で仮定すると、試験結果のバラツキを平均的に評価できた。なお、埋込長 7φでは、M12、D19、D25 で同様の傾向になることを確認した。

図-11 に、No.3 (アンカー間隔) の実験値の最大荷重比と現行手引きに示される低減率を示す。いずれの実験値も、現行手引きの低減率より小さくなった。また、アンカー間隔 20φ程度以上では最大荷重比は概ね 2.0 となり、20φ程度以下ではアンカー間隔が小さいほど最大荷重比は 1.0 に漸近した。図中の破線に示すように、アンカー間隔 20φで最大荷重比が 2.0、アンカー間隔 0φで最大荷重比が 1.0 となるように線形で仮定すると、試験結果のバラツキを平均的に評価できた。

以上より、現行手引きに示される引抜耐力の低減率では、耐力を過大に評価することがわかった。なお、アンカー筋が SD390 であれば、図-5、図-8 より、へりあき寸法 5φ以上、アンカー間隔が埋込長以上の場合は鋼材の降伏が先行すると判断でき、コンクリートの引抜耐力の低下を図-10、図-11 に示す破線で仮定した場合、これが決定ケースとなることはないが、高強度のアンカー筋を用いる場合には注意が必要である。

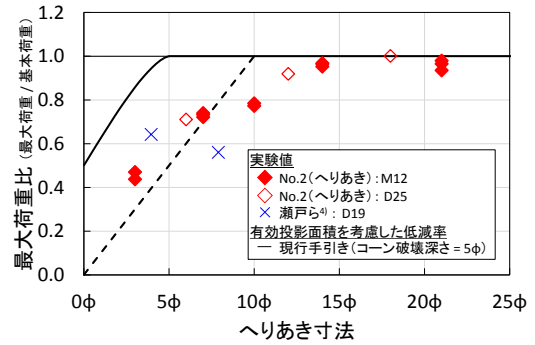
4. まとめ

本研究の範囲において、得られた知見を以下に示す。

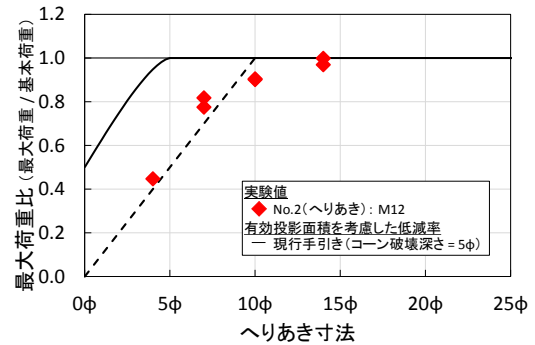
- (1) へりあき寸法が 15φ程度以下では端部破壊を伴う試験体があったが、15φ程度以上では端部破壊は見られなかった。アンカー間隔が 20φ程度以下では2つのアンカー筋の先端付近を頂点として同時に1つのコーンを形成する破壊形態となったが、20φ程度以上では片側のアンカーのみ破壊する試験体があった。
- (2) へりあき寸法が 15φ程度以下、アンカー間隔が 20φ程度以下の場合に、引抜耐力が低下する試験体があった。これらの試験結果は、へりあき寸法が 10φ以下、アンカー間隔が 20φ以下で、引抜耐力が各パラメータに対して線形的に低下すると仮定すると、実験値のバラツキを平均的に評価することができた。

参考文献

- 1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：あと施工アンカー工法設計施工の手引き,1987
- 2) 笠裕一郎,田所敏弥,岡本大,古屋卓稔：耐荷機構に基づくあと施工アンカーの引抜耐力に関する一考察,コンクリート工学年次論文集,Vol.37, No.2,pp.505-510,2015
- 3) 笠裕一郎,岡本大,三倉寛明,田所敏弥：せん断力と引



a) 埋込長 7φ



b) 埋込長 10φ

図-10 試験結果と現行手引きの低減率の比較 (No. 2 へりあき寸法)

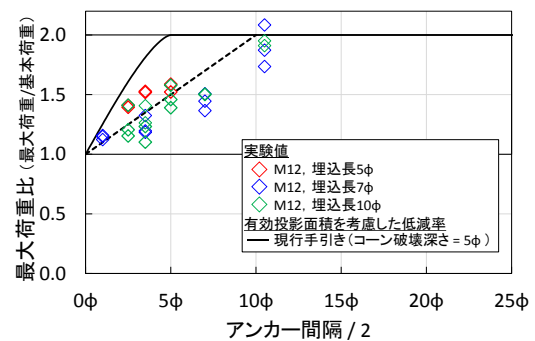


図-11 試験結果と現行手引きの低減率の比較 (No. 3 アンカー間隔)

張力を受けるあと施工アンカーの耐力に関する検討,コンクリート工学年次論文集,Vol.38, No.2,pp.625-630,2016

- 4) 瀬戸俊明,松崎育弘,杉山智昭,中野克彦,山元雄亮,酒井悟：埋め込み長とへりあき寸法が接着系あと施工アンカーの支持耐力へ及ぼす影響に関する実験的研究(その 1.実験概要と実験結果),日本建築学会大会学術講演梗概集,C-2,pp.485-486,2006
- 5) 酒井悟,杉山智昭,金木美奈子,中野克彦,山元雄亮,松崎育弘：接着系あと施工アンカーの引張特性に定着長さとはりあき寸法が与える影響に関する実験的研究(その 1.実験概要及び実験結果),日本建築学会大会学術講演梗概集,C-2,pp.49-50,2005