

5. 壁つなぎ用アンカーの引抜耐力

小川勝教*

Pulling-out strength of the anchors for tie-to-wall

by K. Ogawa*

Ties-to-wall for scaffolds are usually used when their tensile and compressive strength is higher than 1,000 kg.

However if strength of the anchor for setting the tie-to-wall of building is not sufficient, the use of such strong ties-to-wall is not effective.

Thus experiments were carried out to examine the followings' pulling-out strength,

- 1) "Insert" in concrete of young age
- 2) "Hole-in-Anchor" and "Chemical Anchor" in various degree of execution.

In results, pulling-out strength of "Insert" buried in young age concrete whose compressive strength is 50 kg/cm², is higher than 1,800 kg. Therefore "Insert" buried in wall of buildings may be connected with the tie-to-wall.

Pulling-out strength of "Hole-in-Anchor" and "Chemical Anchor" is much affected with the degree of execution.

According to the method to bury the anchors they have sufficient strength as the anchor for the tie-to-wall.

5.1 はじめに

工外用外部足場が風により倒壊する事故が後をたたないが、その大半が壁つなぎの耐力不足に原因している。これまで、風に対する足場の設計基準は確立されておらず、これらの倒壊事故の発生に対処するために同基準の確立が要請されている。本報告は、その要請に答えるため行われた壁つなぎアンカーに関するものである。

現在、足場の壁つなぎとしては、壁つなぎ専用金具が一般に使用されている。壁つなぎ専用金具は引張圧縮とも1,000kg以上の強度が要求されており、一応その強度を満足していると考えられる。しかし、いくら金具全体の強度があっても、壁つなぎの建物へのアンカーの耐力が不十分であれば、壁つなぎとして機能しないため、ここでは壁つなぎのアンカーの強度について検討することにした。

壁つなぎアンカーとしては、新築工事ではインサート等の先付アンカー（コンクリート打設のときに打込まれるアンカー）が利用されるが、補修工事等ではホールインアンカー等の後付アンカー（既に打設されたコンクリートに埋込まれるアンカー）が利用される。先付アンカーの場合、若材令のためコンクリートの強度が低く、アンカーとして引抜耐力が不足する可能性が考えられる。一方、後付アンカーの場合、施工の良否が引抜耐力を左右し、施工が悪ければ耐力の不足を来すことも考えられる。そこでこれらについて壁つなぎのアンカーとしての適否を確認する必要がある。

既に、アンカーの引抜耐力に関する研究は各方面で実施されており、アンカーの引抜耐力に関する実験式も提案されている。しかし、これらの研究は、そのほとんどが材令28日以上のコンクリートを対象としたものであって、若材令コンクリートに対する資料は少ない。一方、ホールインアンカー等についても、アンカーの埋込み状況の相違による引抜耐力の比較は余り行われていない。よって本研究では、これらの資料の乏しい面を主に取上げている。

5.2 供試体

5.2.1 アンカー埋込み用コンクリート

アンカーを埋込むコンクリートは、幅10m、長さ10m、厚さ20cmの床板で、上面を金ゴテ仕上げたもので

ある。同床版には、先付アンカーの場合インサートをコンクリート打設時に所定の位置に埋込み、後付アンカーの場合、ホールインアンカー等の何も埋込まれていない床版の部分に、同部分が十分に硬化した後に埋込んだ。

なお、コンクリート床版は、次の要領で製作した。

- 1) コンクリート床版の設置場所は当所清瀬実験場の屋外とする。
- 2) コンクリートの打設は2月上旬とする。
- 3) コンクリートは、設計強度255kg/cm²のレディミクストコンクリートとする。なお、その配合をTable5.1に示す。
- 4) コンクリート床版の養生は、はじめの2日間はシート養生とし、それ以後は屋外の外気空中養生とする。

Table5.1 Composition of Ready-Mixed-Concrete
レデーミクストコンクリートの配合表

セメント kg/m ³	水 kg/m ³	細骨材 kg/m ³	粗骨材 ℓ/m ³	混和材 ℓ/m ³
318	178	866	945	318
水トセメント 比 %	細骨材率 %	骨最大寸法の法 mm	スランプ cm	空気量 %
56	48.2	20	18	4

注. セメントは普通ポルトランドセメント。

- 5) コンクリート床版製作と同時に、コンクリートの圧縮試験用のテストピース、径15cm、高さ30cmのもの12本、径10cm、高さ20cmのものを11本製作する。なお、テストピースの養生は、径10cmのもの6本については標準養生とし、他については、コンクリート床版と同一条件の養生とする。

5.2.2 供試アンカー

供試アンカーに先付の場合はインサートを、後付の場合はホールインアンカー及び樹脂アンカーを使用し

た。

(1) 供試インサート

壁つなぎのアンカーに用いるインサートは、各社各様であるが、大別すると90°フック付きとヘッド付きの2つの型に分けられる。今回、試験に供したインサートは、Fig.5.1に示す90°フック付きのインサート(A), (B), ヘッド付きインサート(C), (D), (E)の5種類である。なお、いずれもネジ穴のネジ径はW $\frac{1}{2}$ のものである。

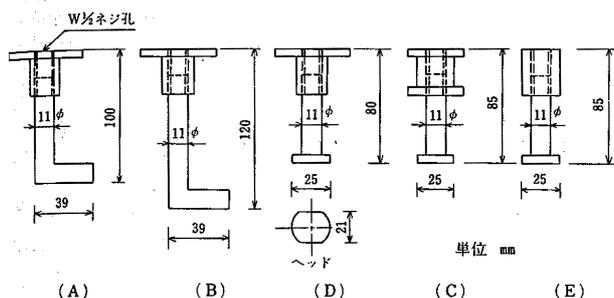


Fig.5.1 Tested "Inserts"
供試インサート

(2) 供試ホールインアンカー

ホールインアンカーには、アンカー自身でコンクリートを穿孔しつつ埋込まれる型式のものと、ドリルで穿孔した穴に埋込まれる2型式のものがあるが、今回は後者の型式のものを試験に供した。その種類はFig.5.2に示すようにアンカーの先端にウェッジを埋込むタイプ(H)、アンカーの中心にピンを差し込み先端を開くタイプ(N)の2種類である。

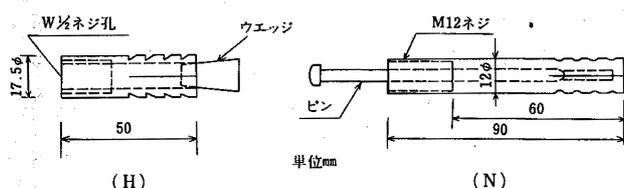


Fig.5.2 Tested "Hole-in-Anchors"
供試ホールインアンカー

(3) 供試樹脂アンカー

後付アンカーとして最近樹脂アンカーが使用されており、エポキシ樹脂系とポリエステル樹脂系の2種類がある。今回試験に供したのは、使用が簡単なポリエステル系で、Fig.5.3に示す主剤、硬化剤及び骨材をつめこんだガラスカプセルを穿孔したコンクリートの穴にそう入し、その中へW $\frac{1}{2}$ のネジ棒を埋込み固着させるもので、ケミカルアンカーと称している。

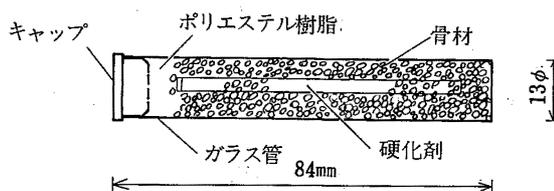


Fig.5.3 Capsule of "Chemical-Anchor"
ケミカルアンカー用カプセル

5.2.3 供試アンカーの埋込み条件

(1) インサートの埋込み条件

(a) 埋込み深さ

インサートの埋込み深さは、タイプ(A), (B), (C), 及び(D)についてはインサート自身の長さ、タイプ(E)については120mmとした。なお、埋込み深さはFig.5.4に示す長さとする。

(b) インサートの配置

インサートの配置間隔は埋込み深さとコンクリートの破壊範囲を考慮し、75cmとした。又その配置は試験の順番通りとした。

(2) ホールインアンカー及びケミカルアンカーの埋込み条件

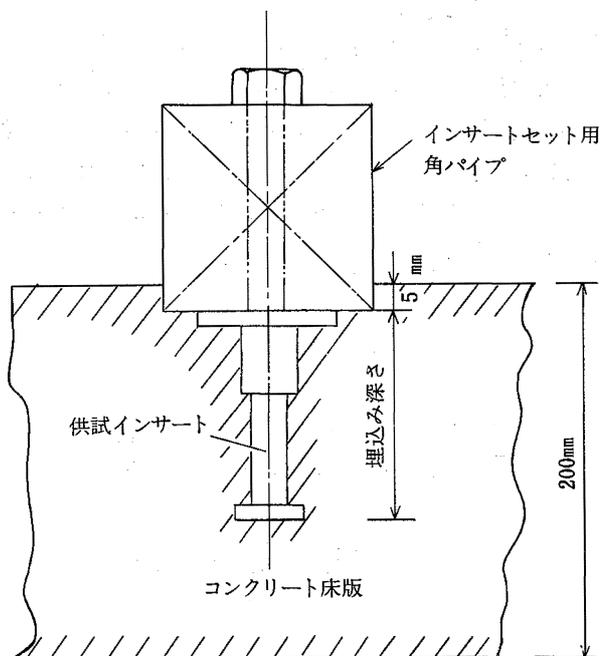


Fig5.4 Burying depth of testing "Insert"
供試インサートの埋込み深さ

ホールインアンカー及びケミカルアンカーは、打設後50日以上経過したコンクリート床版にハンマドリルで75cm間隔に穿孔し、さらに次のような条件で埋込んだ。

(a) ホールインアンカー(H)の場合

ホールインアンカー(H)は、穿孔ドリルの径、穿孔深さ、ウェッジの打込み残量等によりH-I~H-VIまでの6種類に区分した。Table 5.2に各区分に対する条件を示す。なお同表中のウェッジ打込残量 δ 及びコンクリート上面よりホールインアンカー上端までの深さS及び高さhはそれぞれFig 5.5に示すものである。

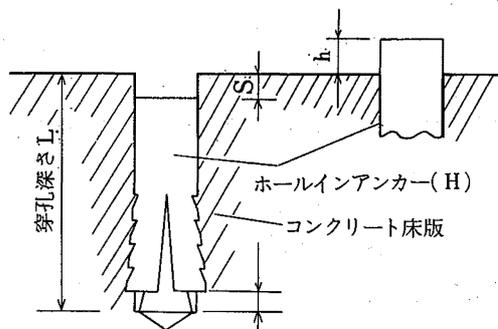


Fig 5.5 L, δ , S and h in buried "Hole-in-Anchor"(H)
ホールインアンカー(H)におけるL, δ , S及びh

(b) ホールインアンカー(N)の場合

ホールインアンカー(N)は穿孔深さよりN-I, N-IIの2種類に区分した。Table 5.3に各区分に対する埋込み条件を示す。なお、同表中のピンの打込み残量 δ 及びコンクリート上端までの突出量hはそれぞれFig 5.6に示すものである。

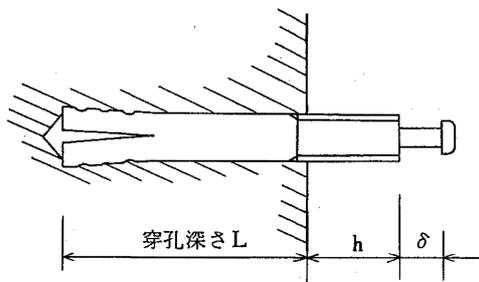


Fig.5.6 L, δ , S and h in buried "Hole-in-Anchor" (N)
ホールインアンカー(N)におけるL, δ , S及びh

Table 5.2 Condition of burying "Hole-in-Anchor"(H)
ホールインアンカー(H)の埋込み条件

区分	供試体番号	穿孔ドリルの呼称径 mm	穿孔深さ L (mm)	穿孔内の清掃の有無	ウェッジの打込み残量 δ (mm)	コンクリート上面よりアンカー上端までの距離 S 又は h (mm)
H-I	1	17.5 ϕ	70	無し	15	0
	2				11	
	3				13.5	
	4				12	
	5				11	
	平均					
H-II	1	17.5 ϕ	55	無し	7	4
	2				7	3
	3				7.5	3
	4				6	3
	5				6.5	5
	平均					6.8
H-III	1	17.5 ϕ	45	無し	6	16
	2				4.5	15
	3				3	17
	4				6	15.5
	5				5	17
	平均					4.9
H-IV	1	17.5 ϕ	55	有り	4	2
	2				3.5	3
	3				4	2
	4				3.5	7.5
	5				4	2.5
	平均					3.8
H-V	1	18 ϕ	55	有り	3.2	5.3
	2				3	8.5
	3				2.8	8.2
	4				3	10.5
	5				3	10
	平均					3
H-VI	1	18 ϕ	55	有り	1.5	8.5
	2				1.5	9.5
	3				2	8.5
	4				2	10
	5				2.5	13
	平均					1.9

但し、コンクリート上面よりアンカー上端までの距離は、H-I, H-IIについてはSの値で、H-IV~H-VIについてはhの値である。

Table 5.3 Condition of burying "Hole-in-Anchor" (N)

ホールインアンカー(N)の埋込み条件

区分	供試体 番号	穿孔ドリル の呼称 径 (mm)	穿孔深さ L (mm)	ピンの打 込み残量 δ (mm)	アンカー の突出量 h (mm)
N-I	1	12.7 ϕ	45	3.2	34.8
	2			6	34
	3			5.4	33.6
	4			5.5	31.5
	5			6.2	30.8
	平均			5.26	32.9
N-II	1	12.7 ϕ	60	6	19
	2			6	18
	3			5.7	18.8
	4			6.1	19.9
	5			5.5	20
	平均			5.86	19.1

(c) ケミカルアンカーの埋込み条件

ケミカルアンカーは $\phi 14.5\text{mm}$ のドリルで穿孔した穴を用いるが、穿孔深さにより K-I ~ K-III の 3 種類に分類した。Table 5.4 にケミカルアンカーの各区分に対する埋込み条件を示す。

Table 5.4 Condition of burying "Chemical Anchor"

ケミカルアンカーの埋込み条件

区分	供試体 番号	穿孔ドリル の呼称 径 (mm)	穿孔深さ L (mm)	埋込み長 さ l (mm)	埋込み 状況
K-I	1	14.3 ϕ	90	90	b
	2				a
	3				a
	4				c
	5				b
K-II	1	14.5 ϕ	100	100	a
	2				b
	3				a
	4				c
	5				c
K-III	1	14.5 ϕ	125	125	a
	2				c
	3				a
	4				a
	5				a

但し、埋込み状況

- a : ネジ棒埋込みにおける穴よりの樹脂の流出が少ない。
- b : ネジ棒埋込みにおける穴よりの樹脂の流出が多い。
- c : 埋込み用のネジ棒による樹脂攪拌が不十分。

5.3 試験方法

アンカーの引抜試験方法は、コンクリート床版に埋込まれたアンカーにボルトを取付け、同ボルトを Photo

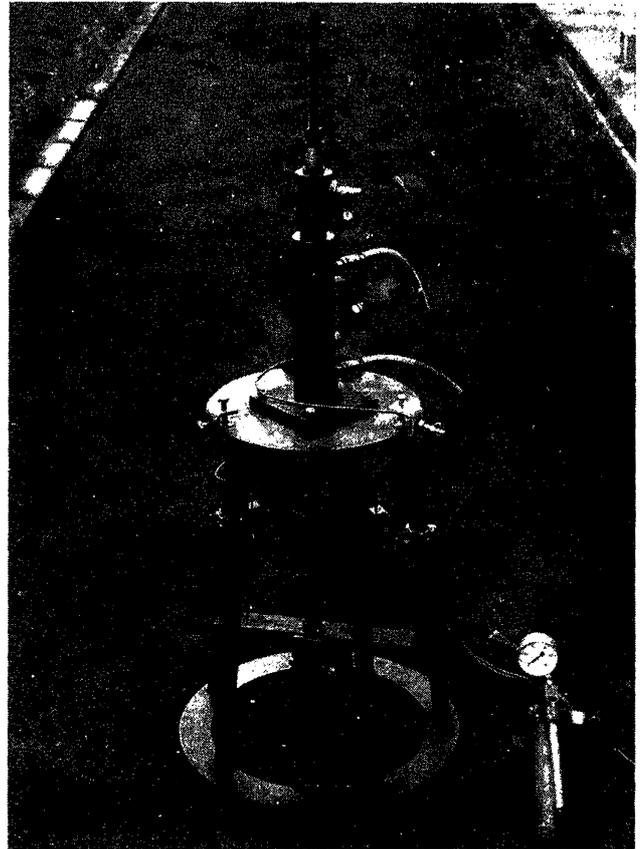


Photo 5.1 Diverce for test
アンカー引抜試験装置

5.1に示す試験装置のチャックでつかみ、同装置のセンターホール油圧ジャッキでボルトを軸方向に引張る方法による。なお、耐力値はセンターホールロードセル(歪ゲージ式)により測定し、アンカーの引抜量は電気抵抗式変位計により測定した。

5.4 試験結果

5.4.1 コンクリートの圧縮強度

コンクリートの圧縮試験は、アンカーの埋込まれたコンクリートが材令に応じてどの位の強度を有するかを把握するために行ったもので、その結果を Table 5.5 に示す。図表には参考として 7 日、28 日の標準養生に

よるテストピースの圧縮試験結果も示している。なお、同表の7日以下の材令に対する圧縮強度は、直径15cm、高さ30センチのテストピースによる値で、その他は、10cm、高さ20cmのテストピースによる値である。

Table 5.5 Compressive strength of concrete
コンクリートの圧縮強度(kg)

養生 材令 No. (日)	供試コンクリートと同条件						標準養生	
	2	3	5	7	14	28	7	28
1	33	66	106	125	230	290	186	301
2	35	71	112	135	214	268	189	313
3	37	65	110	129		285	180	299
平均	35	67	109	130	222	281	185	304

5.4.2 インサートの引抜耐力

インサートの引抜試験結果を Table 5.6 に示す。又、コンクリートの材令と引抜耐力の関係を Fig. 5.7 に示す。その結果、90°フック付インサートの(A), (B)はコンクリートの材令に関係なく、先端のLのフック部分が鉛直に伸びコンクリートより脱落してしまった。(Photo 5.2)。又、引抜耐力も材令2日~8日については、供試インサート(A), (B), の差、即ち埋込み深さによる差はみられなかった。しかし、それ以上の材令、特に28日の材令ともなると埋込み深さによる差が歴然と表われ、埋込み深さが深い程、引抜耐力が大きくなっている。なお、引抜耐力は材令2日で最低値が1,650kg、3日で1,900kgであった。

ヘッド付インサート(C), (D), (E)は、90°フック付きインサートと異なり、次に述べる3通りの引抜け状態であった。

Table 5.6 Pulling-out strength of "Insert"
インサートの引抜耐力(kg)

インサート の種類	供試体番号	コンクリートの材令(日数)					
		2	3	5	7	14	28
A	1	1,733	2,133	2,467	2,833	3,533	3,517
	2	1,667	2,000	2,633	3,000	3,133	3,700
	3	1,733	1,900	2,533	2,733	3,400	3,250
	平均	1,711	2,011	2,544	2,855	3,355	3,489
B	1	1,767	2,100	2,267	3,033	3,500	3,917
	2	1,833	1,900	2,233	2,867	3,266	3,817
	3	1,650	2,033	2,467	2,867	3,533	3,633
	平均	1,750	2,011	2,322	2,922	3,433	3,789
C	1	△ 2,300	△ 2,933	△ 3,933	○ 5,133	○ 4,933	
	2	△ 2,067	△ 2,700	△ 4,200	○ 5,067	○ 5,033	
	3	△ 2,000	△ 3,000	△ 4,500	○ 4,667	○ 5,033	
	平均	2,122	2,878	4,211	4,966	5,066	
D	1	△ 2,233	△ 2,567	△ 4,133	△ 4,733	× 5,030	
	2	△ 2,033	△ 2,833	△ 4,100	△ 4,767	× 4,966	
	3	△ 2,033	△ 3,000	△ 4,100	× 4,900	× 4,900	
	平均	2,100	2,800	4,111	4,800	4,965	
E	1	△ 2,833	○ 4,567	○ 4,733			
	2	△ 3,067	△ 4,733	○ 4,833			
	3	△ 3,100	○ 4,900	○ 4,800			
	平均	3,000	4,733	4,788			

但し無印：アンカー引抜け、△：コンクリート破壊、×：アンカー切断、○：引抜用ボルト切断

- (イ) インサートの先端のヘッドの部分よりコンクリートが円錐状に倒壊する。(Photo 5.3)
 - (ロ) インサート自体が途中で切断する。(Photo 5.4)
 - (ハ) インサートにネジ込んだボルトが切断する。
- ヘッド付インサートは引抜耐力 4,700 kgを境にし、それ以下の場合(イ)の引抜け状態であり、それ以上の耐

力の場合、(ロ)、(ハ)の引抜け状態であった。なお材令2日、3日では大体(イ)の引抜け状態であり、それ以上の材令になると(ロ)、(ハ)引抜け状態であった。又(C)と(D)は同程度の引抜耐力を要するが、これらに対し埋込み深さの深い(E)は大きな耐力であった。

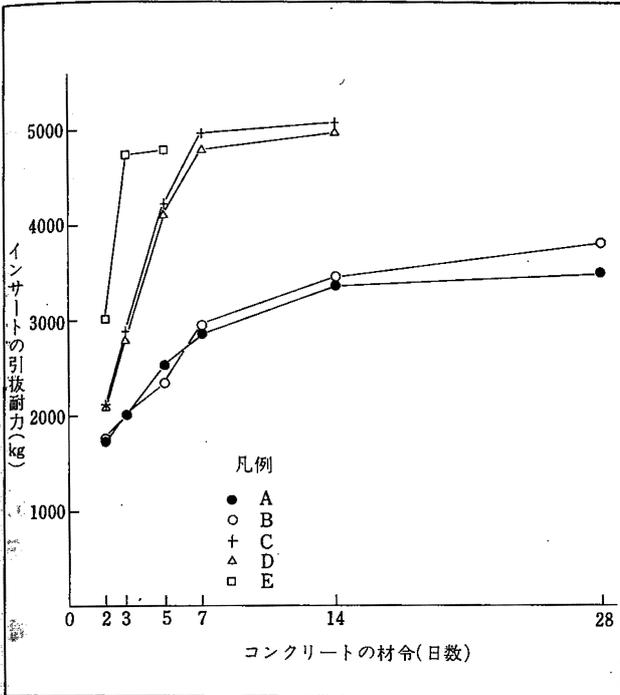


Fig.5.7 Relation between concrete age and pulling out strength of "Insert"
コンクリートの材令とインサートの引抜耐力



Photo 5.3 Concrete fractured in shape of a circular cone
コンクリートの円錐状破壊



Photo 5.2 "Insert" severed from concrete
インサートの脱落



Photo 5.4 "Insert" cleft in the section normal to its axis
インサートの切断

Table 5.7 Pulling-out strength of "Hole-in-Anchor" (H)
ホールインアンカー(H)の引抜耐力(kg)

埋込状態による区分	供試体番号	耐力値 kg	破壊後のウェッジの打込み残量の測定値
H - I	1	253	
	2	200	
	3	123	
	4	293	
	5	533	
	平均	280	
H - II	1	800	
	2	1,167	7
	3	1,333	6.9
	4	1,433	6.3
	5	767	
	平均	1,100	6.73
H - III	1	1,267	6
	2	1,267	5.5
	3	1,317	5
	4	517	
	5	1,300	5.3
	平均	1,133	5.45
H - IV	1	2,667	4.2
	2	2,667	3
	3	3,233	3.5
	4	2,767	2.7
	5	2,867	4.3
	平均	2,840	3.54
H - V	1	2,267	3
	2	2,367	2.7
	3	2,433	2.4
	4	2,633	2.7
	5	2,833	2.5
	平均	2,506	2.66
H - VI	1	2,833	1.5
	2	2,900	1.5
	3	3,000	1.4
	4	2,767	1.4
	5	2,567	1.8
	平均	2,813	1.52

Table 5.8 Pulling-out strength of "Hole-in-Anchor" (N)
ホールインアンカー(N)の引抜耐力

埋込状態による区分	供試体番号	耐力値 (kg)
N - I	1	1,033
	2	1,300
	3	1,300
	4	1,533
	5	1,200
	平均	1,273
N - II	1	1,200
	2	1,400
	3	1,367
	4	1,500
	5	1,767
	平均	1,447

5.4.3 ホールインアンカーの引抜耐力

ホールインアンカー(H), (N)の引抜試験結果を Table 5.7 及び 5.8 に示し、又、Fig 5.8 にアンカー(H)におけるウェッジの打込残量と引抜き耐力値の関係を示す。

ホールインアンカーは、その先端が拡がり、穴の周壁に圧着し、摩擦により引抜けに抵抗しているため、アンカーの埋込み条件により引抜け耐力値にかなり差がみられた。

ホールインアンカー(H)の引抜け状況は、I, IIのようにウェッジの打込残量が多い場合、アンカーがコンクリートから脱落したが、ウェッジの打込残量の少ないIII~VIの場合、アンカーがコンクリートよりある程度引抜けた後、コンクリートが円錐状に破壊しアンカーもろとも脱落した。その場合、引抜耐力値は初期の引抜ける段階で最大となり、その後次第に低下し5~17mm位引抜けるとコンクリートが破壊して引抜けるか、もしくはアンカー自体が引抜けた。Table 5.7 及び Fig 5.8 からホールインアンカー(H)は、埋込み深さが同じであっても、ウェッジの打込残量の少ないもの程、引抜耐力値は大きく、穿孔径の小さいものの方が引抜耐力が大きく、引抜耐力値はウェッジの打込残量に比例している。なお、比較的良好な、埋込み状態であると思われるIV~VIの場合、引抜耐力値はバラつきが少なく、最低でも2,267 kgであった。一方、穴内の粉も除去されていない、打込残量も多いII及びIIIは、IV~VIに比べ引抜耐力値が半分以下であった。

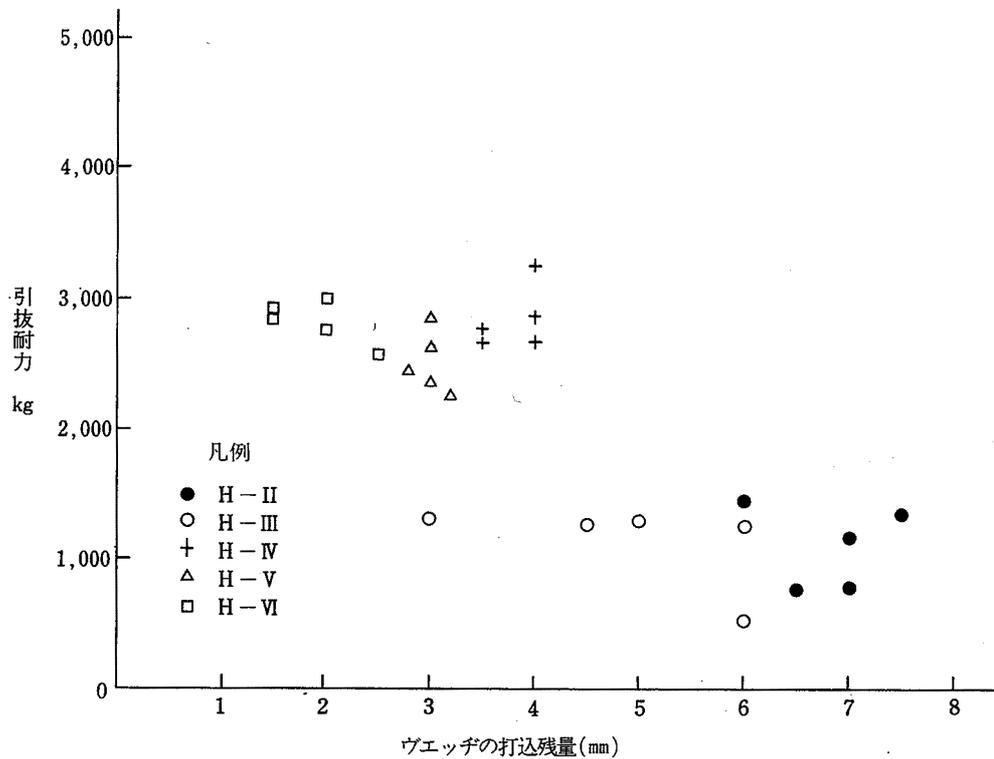


Fig.5.8 Relation between the remaining length of wedge and pulling out strength in “Hole-in-Ancor”
ホールインアンカーの打込み残量と引抜耐力

ホールインアンカー(N)については、このアンカーの径が12mmであるが、アンカー(H)に比べ、埋込み部分の径が小さいこともあり、引抜耐力値が小さかった。アンカーの埋込み深さにもよるが、だいたい1,200~1,500 kgの引抜耐力であった。

5.4.4 ケミカルアンカーの引抜耐力

引抜試験結果を Table 5.9 に、Fig. 5.9 にアンカーの埋込み量と引抜耐力の関係を示す。又、ケミカルアンカーの引抜状態は次の3通りであった。

- (イ) ネジ棒と樹脂がキャンデーのような状態で引抜ける。(Photo 5.5)
 - (ロ) ネジ棒と一体となってコンクリートが円錐状に破壊する。
 - (ハ) ネジ棒の露出している部分が切断又はナットのネジ山が欠落する。
- (イ)は、ネジ棒を埋込む際における樹脂の攪拌が不十分、又は樹脂が穴より多量にはみ出た場合であり、引抜耐力値は(ロ)、(ハ)に比べ低い値であった。(ハ)は比較的、埋込み深さの深いⅢの場合に生じている。

Table 5.9 Pulling-out strength of “Chemical Anchor”

ケミカルアンカーの引抜耐力

埋込み状態による区分	供試体番号	耐力値(kg)	引抜状態
K - I	1	2,300	(ロ)
	2	4,100	(ロ)
	3	3,367	(ロ)
	4	1,133	(イ)
	5	2,400	(イ)
	平均	2,660	
K - II	1	3,633	(ロ)
	2	2,800	(ロ)
	3	4,233	(ロ)
	4	1,633	(ロ)
	5	2,133	(ロ)
	平均	2,886	
K - III	1	4,467	(ハ)
	2	失敗	(イ)
	3	4,300	(ハ)
	4	3,933	(ロ)
	5	4,433	(ハ)
	平均	4,283	

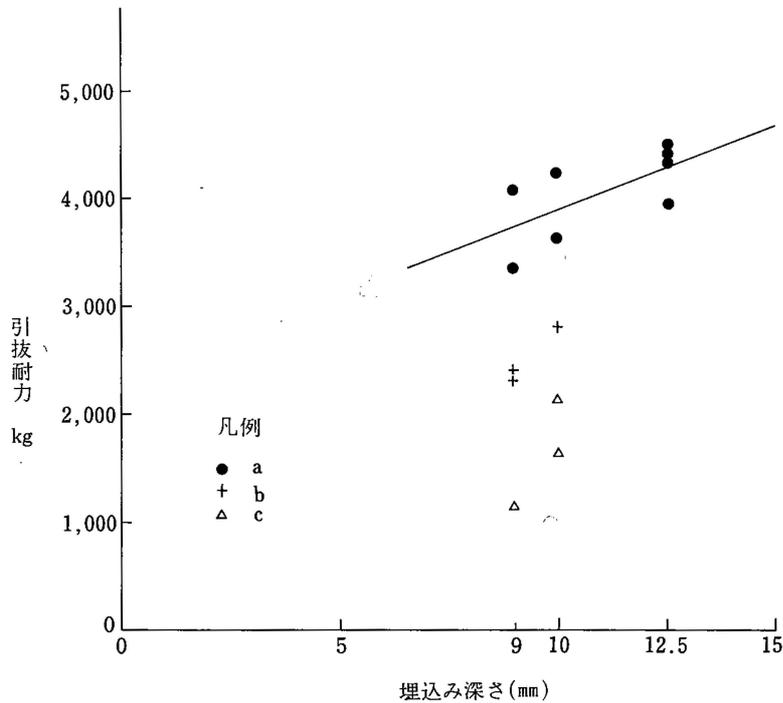


Fig. 5.9 Relation between burying depth and pulling out strength in "Chemical Anchor"
ケミカルアンカーの埋込み深さと引抜耐力

なお、Fig. 5.9によると、ケミカルアンカーの引抜耐力は埋込み深さに対応し直線的に増大しているとも云えるが、値にかなりのバラつきがある。

5.5 まとめ

以上の試験結果より次の結論を得た。

(1) 壁つなぎのアンカーの安全率

先付けであるインサートについては、試験結果より、同種のものにおける引抜耐力値のバラ付きが少ないため安全率として3をとれば十分である。一方、ホイールアンカー及びケミカルアンカーは、アンカー施工の良否等によって引抜き耐力値にかなりのバラつきがあるため、安全率を5以上とすることが望ましい。

(2) 脱型直後の壁体におけるインサートの引抜耐力

壁つなぎを取付ける相手の壁体は、脱型直後が最も若い材令の状態であるが、このような状態でも壁つなぎを取付けてよいかどうかを以下に検討する。

Table 5.10は、JASSの規定の一つで、脱型の可否を判定する目安を示すものであるが、同表によれば壁

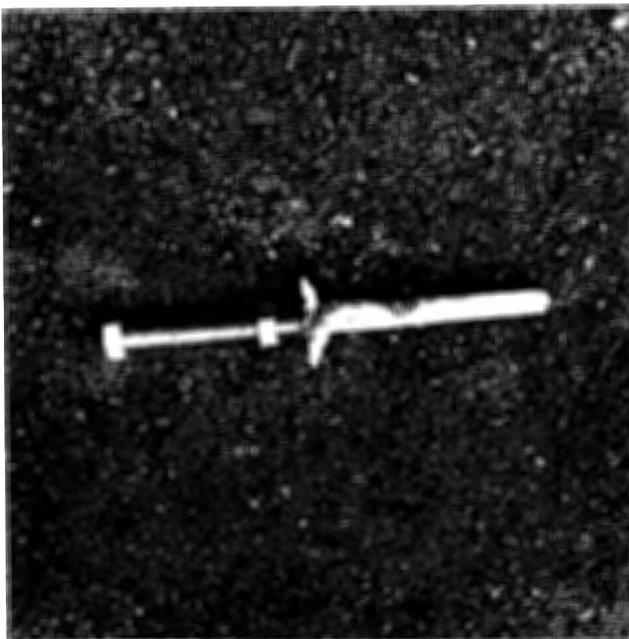


Photo 5.5 Anchor bolt, pulled out in shape like popsicle.
キャンデーのような引抜状態

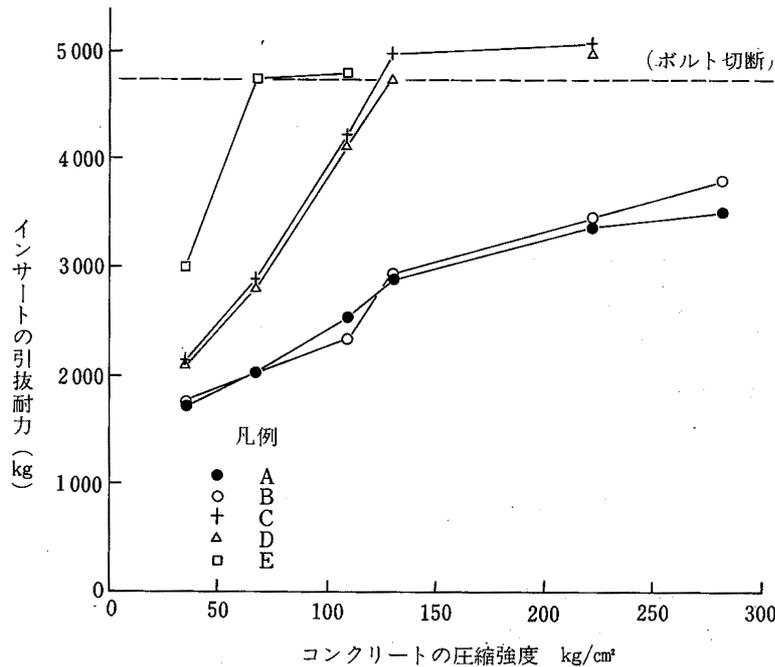


Fig. 5.10 Relation between compressive strength of concrete and pulling out strength of "Insert"
コンクリートの圧縮強度とインサートの引抜耐力

Table 5.10 Compressive strength and age of concrete to decide the period of setting up sheeting
せき板の存置期間を定めるためのコンクリートの圧縮強度および材令(JASS 5)

セメントの種類	早強ポルトランドセメント			普通ポルトランドセメント			高炉セメント B種			
	早強ポルトランドセメント	普通ポルトランドセメント	高炉セメント A種	高炉セメント A種	シリカセメント A種	フライアッシュセメント A種	早強ポルトランドセメント	普通ポルトランドセメント	高炉セメント B種	
コンクリートの圧縮強度	50kg/cm²						設計基準強度の50%			
コンクリートの材令 (日)	平均気温 20°C以上	2	4	5	4	7	8	4	7	8
	平均気温 10°C以上 20°C未満	3	6	8	5	8	10	5	8	10

柱及び梁側面の脱型は、コンクリートの圧縮強度が50 kg/cm²に達した場合に可としている。

一方、Fig. 5.10 は種々の圧縮強度のコンクリートに対する各型式のインサートの引抜き耐力を示すものであるが、同図によると、圧縮強度50kg/cm²に対するイ

ンサートの耐力は1,800~3,300kgとなり、壁つなぎ自身の必要強度1,000 kgと比較して、かなり余裕があるため、壁つなぎの取付けは可と考えられる。

(3) ホールインアンカー及びケミカルアンカーは、施工の良否による引抜耐力のバラツキが大きく、やや

信頼性に欠けるが、埋込み条件を限定して厳正な管理をやれば、壁つなぎ用アンカーとして十分に期待できる。

参考文献

- 1) “仮設機材に関する構造基準および性能試験基準”
産業安全研究所技術指針。RIIS-TR-73-1
- 2) “建築工事標準仕様書 同解説 JASS5.鉄筋コン
クリート工事” 日本建築学会
- 3) 松崎育弘 “設備機器の耐震据付け法—アンカーの
種類とその支持耐力” 建築技術 昭和55年10月
- 4) 篠沢清美 “インサート類の引抜耐力” 建築技術
昭和54年9月
- 5) 松崎育弘, 阿部保彦, 宇佐美滋ほか “機器配管用
支持構造物(埋込金物)の耐力に関する実験的研
究”
その1 建築学会大会 昭和54年9月
その2~その5 建築学会大会 昭和55年9月
- 6) 多勢裕, 佐々木晴夫 “インサート, ホールイン
アンカーの引抜耐力に関する研究”
その1 建築学会大会 昭和55年9月
- 7) 白石真吾 “アンカーボルトの引抜き試験方法”
建材試験情報 1978年1月
- 8) “キーパージョイント引抜試験報告書” 岡部株
式会社, 技術開発部
- 9) “壁つなぎ用インサート強度について” 技資No.80
丸井産業株式会社技術開発研究所。