

# CPRC 杭を用いた建築物基礎の 設計用せん断力について

平成 21 年 1 月 16 日

コンクリートパイル建設技術協会設計委員会

CPRC杭とは、コンクリートパイル建設技術協会(COPITA)で仕様を統一したPRC杭である。

この杭は平成7年の兵庫県南部地震の被災事例を教訓として、既製コンクリート杭のせん断破壊を防止し、韌性を改善して耐震性能を向上させることを目的として開発された。[(平成11年5月31日付)(財)日本建築センターの性能評価を取得(BCJ-F1014)]

杭体構造の最大の特徴は、地震時の水平力に対してせん断破壊せず、破壊形態が曲げ破壊となるような量のせん断補強筋を配置していることがある。

せん断補強筋の量は地震を想定した軸力作用時の正負交番載荷実験によって決定したもので、開発に当たっては、実杭を用いた各種曲げ耐力試験、せん断耐力試験を実施して設計値を確認した。

その結果、特にせん断耐力に関しては従来の杭のせん断耐力算定式とは異なる新しい算定式の採用が認定された。また杭体の変形性能に関しては、大地震を想定した正負交番繰返し曲げ試験により、曲げ降伏時の変位( $\delta y$ )の8~14倍の変位(8~14  $\delta y$ )まで耐力低下を生じず、SC杭等と同様に十分な変形性能があることを確認している。

一方、建築物基礎に関する設計上の取り扱いを規定した「地震力に対する建築物の基礎の設計指針」(昭和59年9月25日・第1版、日本建築センター)の解説編4章、杭基礎の設計、(3)杭体応力度の検討の項で「コンクリート系杭のせん断応力度の検討に当たっては、設計用せん断力は、・・・設計用外力のせん断力を1.5倍以上に割り増した値とすることが望ましい。その理由は以下による。・・・これは、破壊時までを考慮し、材が曲げ降伏に達するまで、脆性的なせん断破壊は生じさせないことを保証しようとしたものであり、これを許容応力度設計に反映するように配慮したものである。・・・」と記述されており、通常のPHC杭等のコンクリート系杭では、杭体のせん断応力度の検討には設計用外力のせん断力を1.5倍に割り増した値を採用している。

なお、この指針が出典とする「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」(日本建築学会)では、「水平荷重時せん断力の割増としては、一応1.5倍以上としているが、この値には、格別の根拠はない。」と記述され、[これは1962年版以前の旧基準による帶筋量の少ない柱に対する1968年の十勝沖地震被害の解析からせん断破壊を防止するためにさしあたり求めたものである。]と解説されている。

しかしながら、上記指針の制定後に開発され、兵庫県南部地震における杭被害の解析によって、林・岸田らから提案されたせん断終局強度算定式がPRC杭にも適用できるとして、BCJ評価を取得したCPRC杭は、地震時において脆性的なせん断破壊を生じさせないことを目的とし、せん断スパン比が1.75以上では破壊形態が曲げ破壊となることを確認している。

したがって、CPRC 杭を用いる建築物基礎の設計においては、対象構造物の設計条件（設計外力、地盤、杭種）からせん断スパン比を求め、せん断破壊が生じないこと（せん断スパン比 $\geq 1.75$ ）を照査した場合は、杭体のせん断応力度の検討において設計用外力のせん断力を 1.5 倍に割り増す必要は無く、SC 杭や鋼管杭と同様に設計用外力を採用するのが妥当と判断する。

なお、通常の使用状態においてはせん断スパン比が 1.75 以下になることはない。

—以上—

#### 《添付資料》

- ① 【「SC 杭の耐力・変形性能実験報告書」（社）コンクリートパイル建設技術協会・（社）コンクリートホール・パイル協会（平成 10 年 10 月）】 拔粧  
【「BCJ-F1014 コピタ型 PRC 杭の基本評価」（財）日本建築センター（平成 11 年 5 月 31 日）（社）コンクリートパイル建設技術協会】 拔粧
- ② せん断耐力実験データ  
【「BCJ-F1014 コピタ型 PRC 杭の基本評価」（財）日本建築センター（平成 11 年 5 月 31 日）（社）コンクリートパイル建設技術協会】 拔粧
- ③ 【「テクニカルレポート PRC くいのせん断耐力とその試験方法」（社）日本コンクリート工学協会 コンクリート工学 2001 年 12 月号】
- ④ CPRC パイルのせん断スパン比について  
【「BCJ-F1014 コピタ型 PRC 杭の基本評価」（財）日本建築センター（平成 11 年 5 月 31 日）（社）コンクリートパイル建設技術協会】 拔粧

## 添付資料 1

「SC 杭の耐力・変形性能実験報告書」

(社)コンクリートハイル建設技術協会・

(社)コンクリートホール・ハイル協会

(平成 10 年 10 月)

抜粋

「BCJ-F1014 コビタ型 PRC 杭の基本評価」

(財)日本建築センター(平成 11 年 5 月 31 日)

(社)コンクリートハイル建設技術協会

抜粋

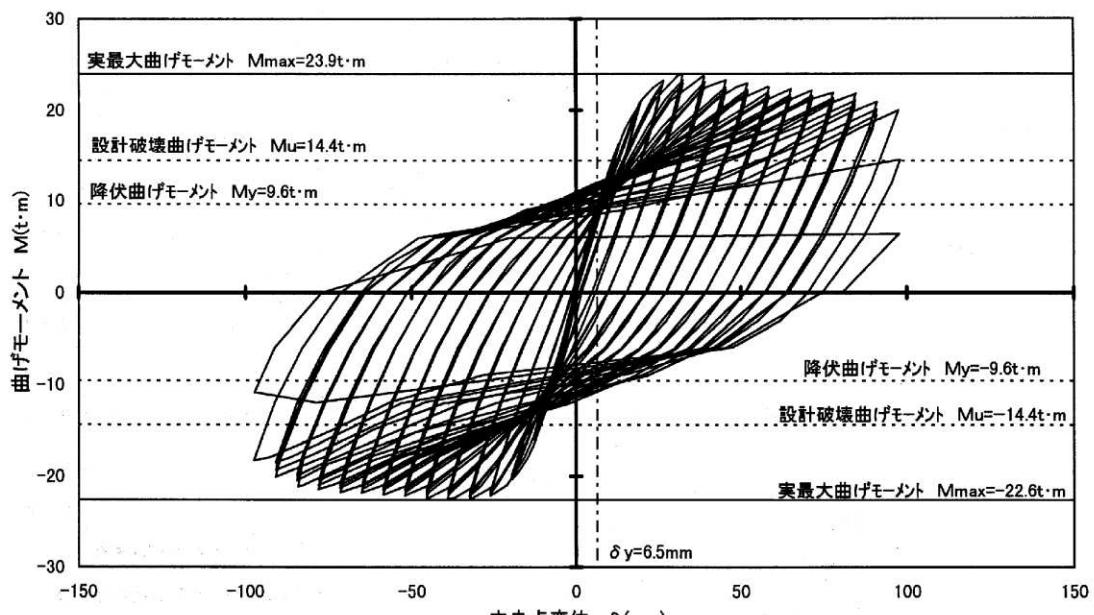


図-4.1 曲げモーメント～変位の関係(SCN0)

### SC杭 $\phi 318.5-t4.5-SKK400$

【「SC杭の耐力・変形性能実験報告書」(社)コンクリートビル建設技術協会・  
(社)コンクリートホール・ビル協会(平成10年10月)】より抜粋

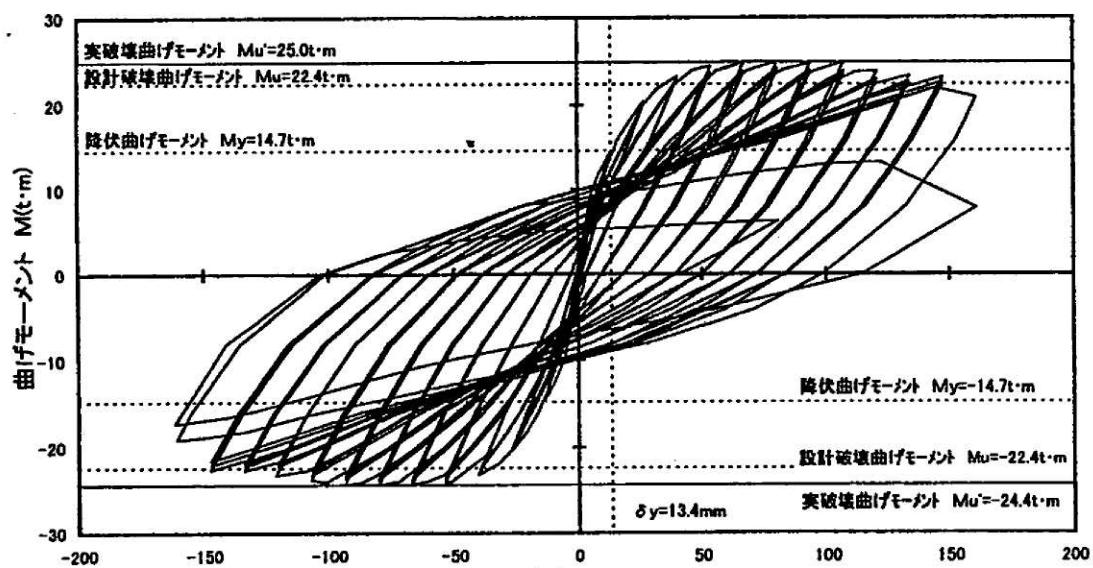


図- 曲げモーメント～変位の関係

### CPRC杭 $\phi 400-II$ 種

【「BCJ-F1014 コピタ型 PRC杭の基本評価(資料)」(財)日本建築センター  
(平成11年5月31日)(社)コンクリートビル建設技術協会】より抜粋

## 添付資料 2

### せん断耐力実験データ

「BCJ-F1014 コピタ型 PRC 杭の基本評価」  
(財)日本建築センター(平成 11 年 5 月 31 日)  
(社)コンクリートハイル建設技術協会

抜粋

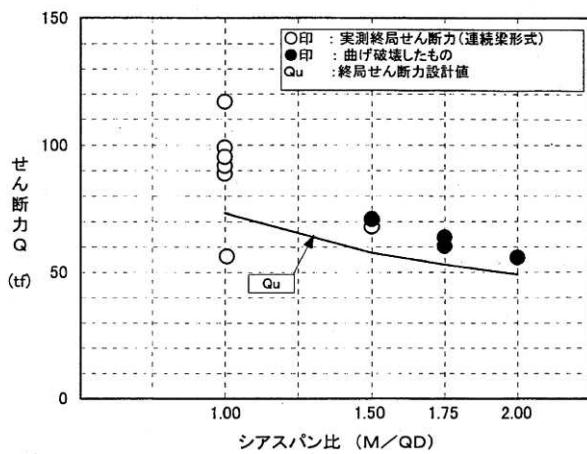


図5-4-8 シアスパン比に対する終局せん断力(I種)

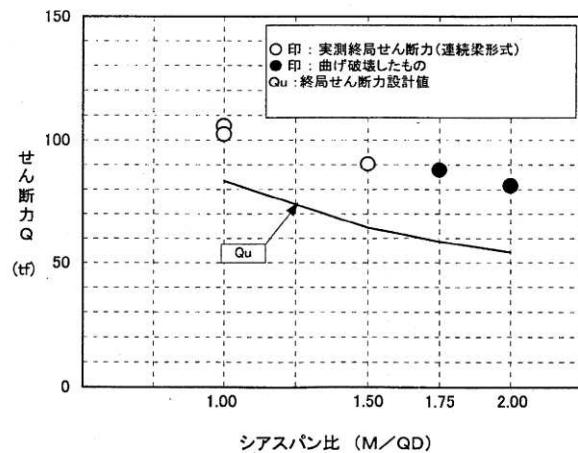


図5-4-9 シアスパン比に対する終局せん断力(IV種)

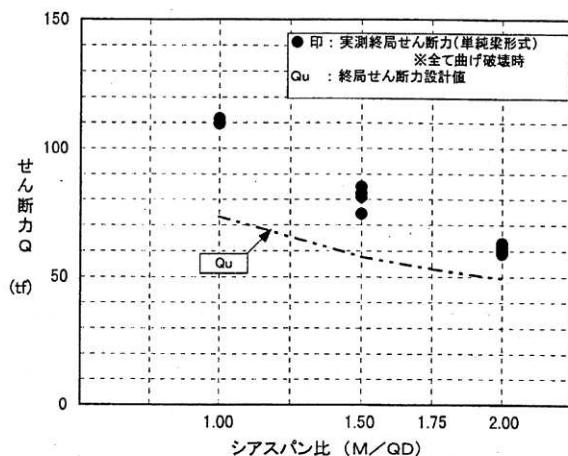


図5-4-10 シアスパン比に対する終局せん断力

【「BCJ-F1014 コピタ型 PRC 杣の基本評価 (資料)」(財)日本建築センター  
(平成 11 年 5 月 31 日) (社)コンクリートパイル建設技術協会】より抜粋

### 添付資料 3

「テクニカルレポート  
PRC くいのせん断耐力とその試験方法」  
(社)日本コンクリート工学協会  
コンクリート工学  
2001 年 12 月号



トくいのスパイラル鉄筋の規定 ( $\rho_s \cdot \sigma_y \geq 2.45 \text{ N/mm}^2$ ) を満足するように、降伏点応力度  $345 \sim 785 \text{ N/mm}^2$  のスパイラル鉄筋を軸方向鉄筋の外周に配置している。

せん断試験方法は、供試体番号 1~13 では、旧 JIS A 5337 に規定される単純ばかり形式載荷によった。供試体番号 14 では、単純ばかり形式 1 点載荷によった。供試体

表-1 実験の要因と水準

要 因	水 準
PRC くいの種類	I 種, IV 種
スパイラル鉄筋の種類	35 K (径 D 10 × ピッチ 70 mm) 50 K (径 $\phi 6.5 \times$ ピッチ 50 mm) 80 K (径 $\phi 6.0 \times$ ピッチ 65 mm)
せん断試験方法 (載荷形式)	単純ばかり形式載荷 (JIS 載荷), 単純ばかり形式 1 点載荷, 張出ばかり形式載荷
シアスパン比 ( $M/QD$ )	1.0, 1.5, 1.75, 2.0

表-2 供試体と要因・水準の組合せ

供試体番号	種 類	スパイラル 鉄筋の種類	載荷形式	シアスパン比 ( $M/QD$ )
1, 2	I	35 K	単純ばかり形式載荷 (JIS・2点載荷)	1.50
3, 4		50 K		2.00
5, 6		80 K		1.00
7, 8		35 K		2.00
9, 10		50 K		1.50
11, 12		80 K		1.75
13				
14			1点載荷	1.00
15, 16				2.00
17, 18				1.50
19, 20				1.75
21, 22				
23			張出ばかり形式載荷	1.00
24				2.00
25				1.50
26, 27	IV	35 K		1.75
28		80 K		
29				2.00
30				1.50
				1.75

注記：・供試体番号 23 は、くいの継手を載荷点の真下に設置して実験を行った。

・スパイラル鉄筋の種類は降伏点強度を示す。

35 K =  $345 \text{ N/mm}^2$ , 50 K =  $490 \text{ N/mm}^2$ , 80 K =  $785 \text{ N/mm}^2$

番号 15~30 では、張出ばかり形式載荷によった。

## 2.1 実験の要因と水準

本実験における要因と水準を表-1 に示す。

供試体と要因・水準の組合せを表-2 に示す。

## 2.2 供試体の諸元

供試体の諸元を表-3 に示す。

## 2.3 せん断試験方法

供試体番号 1~13 では、旧 JIS A 5337 に規定される、単純ばかり形式載荷による試験方法によった。この JIS では、シアスパン比を 1.0 としているが、本実験では、シアスパン比を 1.0, 1.5, 2.0 の 3 水準について実施した。

試験方法を図-1 に示す。

供試体番号 14 は、単純ばかり形式 1 点載荷による試験方法によった。試験方法を図-2 に示す。この方法は、

表-3 供試体の諸元

項 目	I 種	IV 種
外 径	600 mm	
厚 さ	90 mm	
異形鉄筋 (SD 345)	D 13×16 本 $A_s = 2027 \text{ mm}^2$ 配置半径 $r_s = 262.5 \text{ mm}$ 軸 筋 比 $p_{gs} = 1.406\%$	D 22×16 本 $A_s = 6194 \text{ mm}^2$ 配置半径 $r_s = 258.0 \text{ mm}$ 軸 筋 比 $p_{gs} = 4.295\%$
PC 鋼棒	$\phi 10.0 \times 16 \text{ 本 } A_p = 1256 \text{ mm}^2$ , 配置半径 $r_p = 264 \text{ mm}$ 軸 筋 比 $p_{gp} = 0.871\%$	
有効プレストレス	$\sigma_{ee} = 5.97 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{ce} = 5.42 \text{ N/mm}^2$	
スパイラル鉄筋	35 K ( $p_w = 0.01132 \times (\omega \sigma_y = 345) = 3.91 \text{ N/mm}^2$ ) 50 K ( $p_w = 0.00737 \times (\omega \sigma_y = 490) = 3.61 \text{ N/mm}^2$ ) 80 K ( $p_w = 0.00483 \times (\omega \sigma_y = 785) = 3.79 \text{ N/mm}^2$ )	

注記：スパイラル鉄筋の鉄筋比 ( $p_w$ ) と降伏点強度 ( $\omega \sigma_y$ ) の積は、  
 $\rho_s \cdot \sigma_y \geq 2.45 \text{ N/mm}^2$  を満足するよう配置した結果のものである。  
せん断終局耐力の計算値は、(5) 式によって求めたが、この  
 $p_w \cdot \omega \sigma_y$  を用いた。

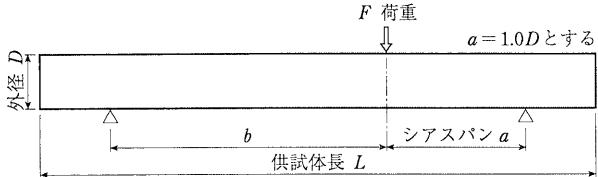


図-2 単純ばかり形式 1 点載荷によるせん断試験方法

## Shear Strength of PRC Piles and the Test Method

By M. Tada

Concrete Journal, Vol. 39, No. 12, pp. 25~30, Dec. 2001

**Synopsis** The shear strength of Pre-tensioned Spun High Strength Concrete Piles (PHC piles) and Pre-tensioned & Reinforced Spun High Strength Concrete Piles (PRC piles) has been generally tested by loadings in a "simple beam" configuration in accordance with Japanese Industrial Standards (JIS). This paper shows that the predominance of "overhang beam" configuration over "simple beam" in the enhancement of accuracy as far as ultimate shear strength of PRC piles test is concerned. Consequently, the ultimate shear and the cracked concrete's shear strength of PRC piles are confirmed as a function of shear-span ratio by applying conventional shear strength equations.

**Keywords** : PRC piles, the shear test method, the ultimate shear strength, the cracked concrete's shear strength

図-1の方法と比較して、小さい荷重で大きいせん断力を生ずること、曲げスパン内のくいの側面でくい軸方向にひび割れの発生するのを軽減できることが予想された。

この方法による荷重 ( $F$ ) とせん断力 ( $Q$ ) の関係を(3)式に示す。

供試体番号15～30は、張出ばり形式載荷による試験方法によった。試験方法を図-3に示す。

この方法は、図-1 および図-2 の方法と比較して載荷ビームを供試体に乗せる際に、バランスを失わないよう、特に注意を払う必要があるため、実験の実務部隊からは、嫌がられている。

この方法による荷重 ( $F$ ) とせん断力 ( $Q$ ) の関係を(4) 式に示す。

$$Q = F \cdot b / (2a + b) \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

## 2.4 載荷荷重階

PRC くいを用いたくい基礎設計において、終局設計時にはくい体のせん断終局耐力、短期設計時には、くい体のせん断終局耐力の  $2/3$  倍を短期許容せん断耐力とすることを想定して実験を行った。載荷荷重階および載荷手順を以下に示す。

まず、せん断ひび割れ荷重を12等分して各荷重階とする。各荷重階を1分以上かけて、実測ひび割れ荷重(ひび割れ幅0.05mm以下)まで載荷する。実測ひび割れ荷重より短期許容せん断力を与える荷重が大きい場合は、その荷重まで載荷し、最大ひび割れ幅を測定する。その後、除荷して残留ひび割れ幅を測定する。再び載荷して、破壊に至らしめる。

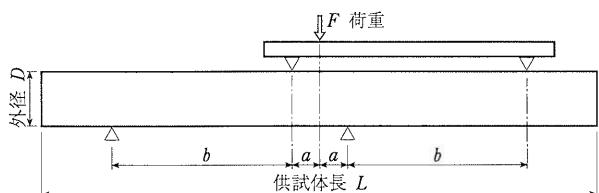


図-3 張出ばり形式載荷によるせん断試験方法

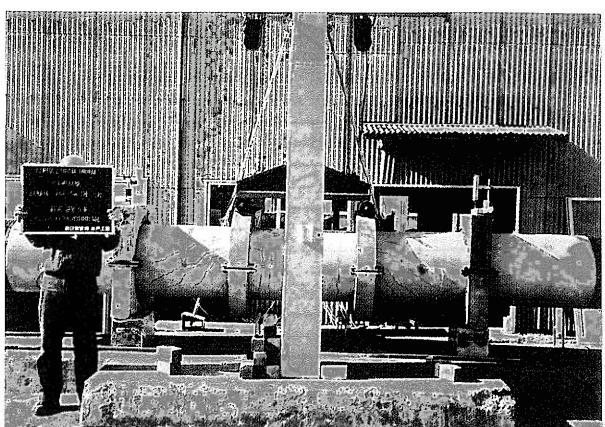


写真-1 単純ばかり形式載荷における曲げ圧縮破壊

### 3. 実験結果

実験結果一覧表を表-4に示す。

表-4 中の単純ばかり形式載荷では、すべてのシアスパン比で曲げ圧縮破壊したが、その時の最大荷重から求めたせん断耐力をせん断破壊の実測値とした。

### 3.1 試験方法と破壊性状

せん断試験方法と供試体の破壊性状を表-5に示す。

これから明かなとおり、単純ばかり形式載荷では、No. 14を除き、シアスパン比1.0~2.0の範囲で、すべて曲げスパン内(2点の載荷点間)曲げ圧縮破壊した。その破壊性状の例を写真-1に示したが、曲げスパン内の載

表-4 実験結果一覧表

供試体番号	せん断ひび割れ (kN)		せん断破壊 (kN)	
	計算値	実測値	計算値	実測値
1, 2	308	471, 422	802	834, 809
3, 4		368, 412	799	794, 730
5, 6		382, 343	801	804, 834
7, 8	275	368, 417	636	603, 603
9, 10		343, 368	634	618, 598
11, 12		324, 294	635	579, 588
13	356	441	1 101	1 093
14		417		1 076
15, 16	356	502, 439	900	871, 972
17, 18	275	373, 352	606	547, 552
19, 20	308	343, 370	707	668, 696
21, 22	290	347, 317	650	626, 591
23	356	504	900	1 146
24		403	917	901
25		389	907	936
26, 27	344	375, 370	1 023	1 038, 1 004
28	265	306	667	799
29	297	343	789	885
30	280	370	720	861

注記：・表-4のせん断ひび割れの計算値は、(6)式によって $\phi$ を修正し、(1)式によった。

- ・単純ばかり形式載荷におけるせん断破壊の計算値は、後藤・柴田の研究<sup>3)</sup>によると

- ・張出ばかり形式載荷におけるせん断破壊の計算値は、(5)式によった。

表-5 セン断試験方法と供試体の破壊性状

シアスパン比	単純ばかり形式載荷 (JIS)	張出ばかり形式載荷	
	PRC くい I 種	PRC くい I 種	PRC くい IV 種
1.00	13, 14 <sup>(1)</sup> 曲げ圧縮破壊	15, 16, 23, 24, 25 せん断破壊	26, 27 せん断破壊
1.50	1, 2, 3, 4, 5, 6 曲げ圧縮破壊	19 せん断破壊 20 せん断破壊 + 局部圧縮破壊	29 せん断破壊
1.75		21, 22 局部圧縮破壊	30 せん断破壊 + 局部圧縮破壊
2.00	7, 8, 9, 10, 11, 12 曲げ圧縮破壊	17, 18 局部圧縮破壊	28 局部圧縮破壊

注記：表内の数字は、供試体番号（No）を示す。

No. 14<sup>(1)</sup> は、1点載荷である。

荷点直近で曲げ圧縮破壊している。

張出ばかり形式載荷では、シアスパン比 1.0, 1.5 でせん断破壊した。その破壊性状の例を写真-2 に示したが、所定のシアスパン内に無数の斜めひび割れが発生し、せん断破壊している。

また、シアスパン比 1.75, 2.0 で載荷点での曲げの影響と判断される局部圧縮破壊をした。

以上の結果、シアスパン比を1.0～1.5とする張出ばかり形式載荷が、せん断破壊を確認するうえで、適切であったことを示している。

### 3.2 せん断終局耐力

### 1) せん断終局耐力とその算定式

せん断終局耐力の算定式に、岸田、堀井、桑原、林の研究<sup>1)</sup>によるせん断終局強度式（以下「岸田らの式」という。）((5)式)がある。(5)式を以下に示す。

$$_{\text{cal}}Q_u = b_e \cdot j \cdot \tau_{\max} \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

$$\tau_{\max} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$$

$$\tau_1 = 0.115 k_u \cdot k_p (\sigma_B + 17.7) / (M/Qd + 0.115)$$

実験では、シアスパン比を、 $\alpha = M/QD$  としているため、式中では、 $M/Qd = \alpha D/d$  として、補正した。

$$\tau_2 = 0.657 p_w \cdot {}_w\sigma_y$$

$$\tau_3 = 0.102(\sigma_a + \sigma_0')$$

## 張出ばり形式載荷によるせん断破壊の実測値（一部、

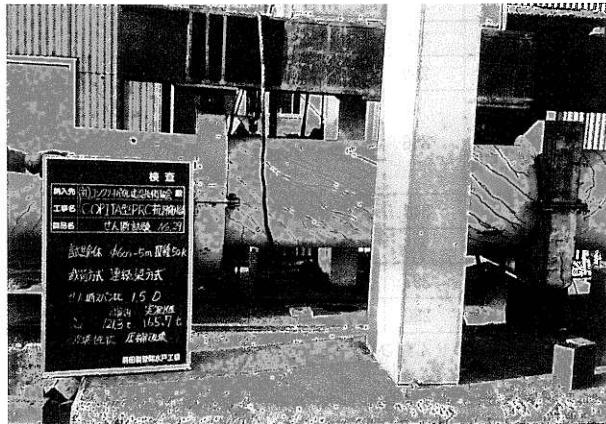


写真-2 張出ばり形式載荷におけるせん断破壊

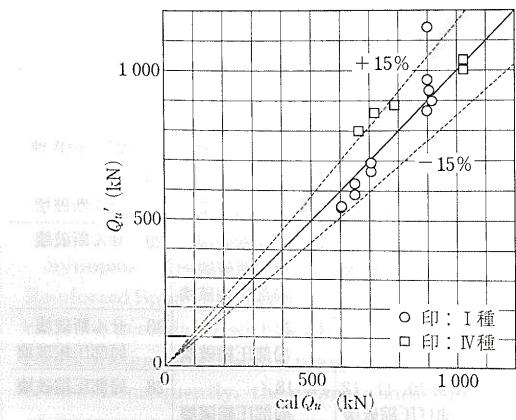


図-4せん断終局耐力の実験値( $Q_u$ )と計算値( $_{cal}Q_u$ )との比較(張出ばかり形式載荷)

局部圧縮破壊したものがあるが、そのときの最大荷重をせん断破壊の実測値とした。)と岸田らの式による計算値の関係を図-4に示す。

岸田らの式による計算値に対する実測値の比率の平均値は、1.014でほとんど両者は一致した。また、この比率を正規分布と見なし、不合格率5%に対応する低減係数( $\beta$ )は、

$$\beta = 0.85$$

であった。

このことから、COPITAでは、PRCくいのせん断終局耐力の算定式として、岸田らの式にさらに安全を考慮した低減係数 $\beta=0.80$ を乗じて用いている。

## 2) 短期許容せん断力時のひび割れ幅

低減係数を考慮したせん断終局耐力をせん断終局耐力の設計値とし、設計値を 2/3 倍して短期許容せん断耐力とした場合、ひび割れ幅は、最大で 0.08 mm であった。その後に除荷したとき、残留ひび割れ幅が、0.04 mm のものが 1 体、他の 15 体は目視で 0 mm で、耐久性上問題になるようなひび割れ幅 ( $\geq 0.10$  mm) はなかつた。

### 3) せん断終局耐力とシアスパン比

張出ばり形式載荷によるせん断破壊の実測値とシアスパン比の関係を図-5 および図-6 に示す。

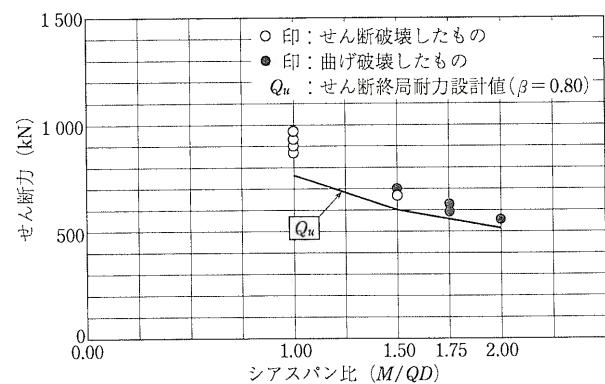


図-5 シアスパン比に対するせん断終局耐力（I種）  
 (張出ばり形式載荷)

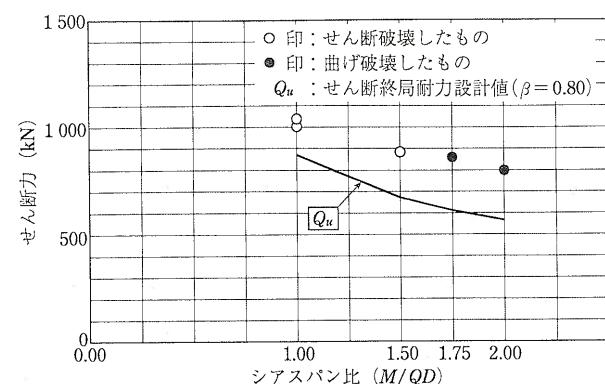


図-6 シアスパン比に対するせん断終局耐力 (IV種)  
(張出ばり形式載荷)

図-5は、PRC くいI種のデータであり、図-6は、PRC くいIV種のデータである。

実測値は、シアスパン比との明らかな相関が認められ、算定式にシアスパン比を考慮する岸田らの式の PRC くいのせん断終局耐力算定式への適合性を示している。

### 3.3 ひび割れせん断耐力

### 1) ひび割れせん断耐力とシアスパン比

ひび割れせん断耐力の実測値は、単純ばかり形式載荷と張出ばかり形式載荷では大きな差はなかった。そのため、両者を含めたPRCくいI種のデータを図-7に示した。また、PRCくいIV種の張出ばかり形式載荷のデータを図-8に示した。

実測値は、シアスパン比との明らかな相関が認められ、算定式にシアスパン比を考慮すべきことを示している。

(1) 式は、シアスパン比 1.0 に対応するものと仮定し、その他のシアスパン比の場合は、係数 ( $\phi$ ) を修正したとき、計算値は実測値と良く適合した。すなわち、係数 ( $\phi$ ) を (6) 式によって求めた。係数 ( $\phi$ ) とシアスパン比およびひび割れせん断耐力の計算値を表-6 に示す。

表-6に示すひび割れせん断耐力の計算値で、I種よりIV種の方が若干小さい値になっているのは、プレストレスの影響である。すなわち、I種、IV種ともにPRCくらい製造時の緊張荷重を同一にしていることにより、軸鉄

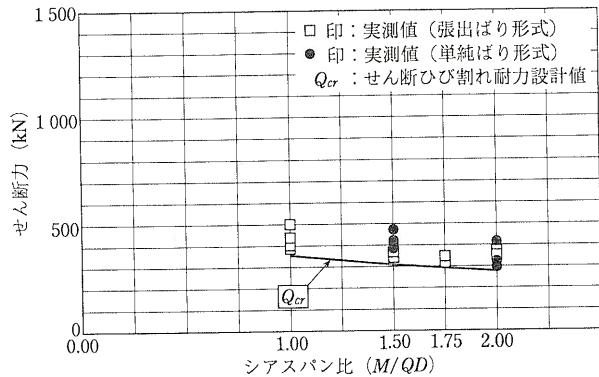


図-7 シアスパン比に対するせん断ひび割れ耐力（I種）  
（全試験）

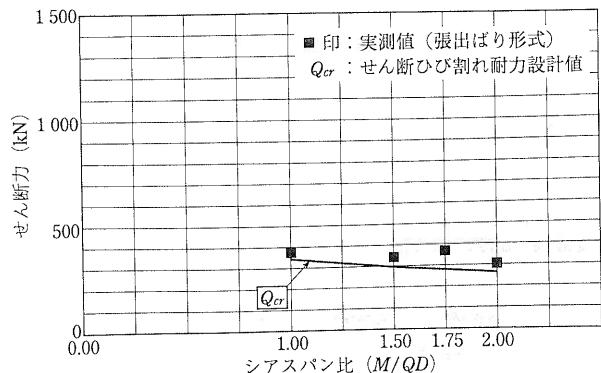


図-8 シアスパン比に対するせん断ひび割れ耐力 (IV種)

筋量をコンクリートに換算した合計断面積の大きいIV種の方が、導入プレストレスが小さくなることによる。

図-7 および図-8 に、係数 ( $\phi$ ) をシアスパン比で修正した計算値を 1 点鎖線で結んで示したが、実測値と連動した傾向を示している。

## 2) ひび割れせん断力とその計算値

係数 ( $\phi$ ) をシアスパン比で修正した計算値と実測値の関係を図-9に示す。計算値に対する実測値の比率の平均値は、単純ばかり形式載荷で、1.28、張出ばかり形式載荷で、1.22であった。

若干低めの値であった後者の比率を正規分布と見なし、  
不合格率 5% に対応する低減係数 ( $\beta$ ) は、

$$\beta = 1.01$$

であり、修正式によって求めた値を設計値として良いものと考えられる。

既往の文献<sup>2)</sup>では、PHC くい（外径 350 mm A 種、外径 350 mm C 種、外径 500 mm A 種）について、ひび割れせん断耐力とシアスパン比の関係について実験を行っている。この文献に、図-10 に示す係数 ( $\phi$ ) とシアスパンの関係が示されている。

図-10は、コンクリートの引張強度を $66.1\text{ kgf/cm}^2$ としたときの $\phi$ の値である。旧JIS A 5337の解説に記述されるコンクリートの引張強度を $55\text{ kgf/cm}^2$  ( $5.39\text{ N/mm}^2$ ) にしたとき、係数( $\phi$ )は、0.5を下回ることはないものの、シアスパン比が大きくなるに従い低下する傾向を示した。また、 $\phi$ の値に、単純ばかり形式載荷と張出ばかり形式載荷では差が無かった。これらのことから、

表-6 系数 ( $\phi$ ) とシアスパン比および計算値

シアスパン比 $M/(QD)$	係 数 $\phi$	せん断ひび割れ耐力の計算値 (kN)	
		I 種	IV 種
1.00	0.500	356	344
1.50	0.400	308	297
1.75	0.364	290	280
2.00	0.333	275	265

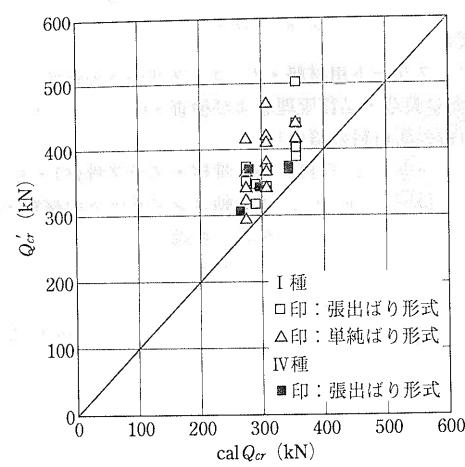


図-9 せん断ひび割れ耐力の実測値 ( $Q_{cr}$ ) と  
計算値 ( $cal{Q}_{cr}$ ) の比較

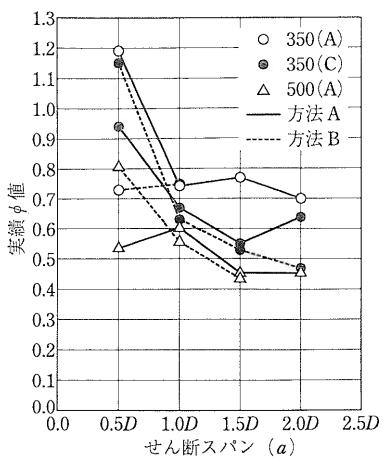


図-10 せん断応力式中の  $\phi$  値の傾向

旧 JIS A 5337 に記述される  $\phi$  および単純ばかり形式載荷試験方法の根拠としている。

PRC くいのせん断ひび割れ耐力の算定式については、(1) 式をシアスパン比を用いて修正することにより適用できるものと考えられる。

#### 4. まとめ

本実験で得られた結果を以下に示す。

- (1) 本実験の本来の目的であった、せん断終局耐力を確認する方法として、張出ばり形式載荷が適切であった。
- (2) PRC くいのせん断終局耐力の実測値と、岸田らの式による計算値が良く適合した。
- (3) せん断ひび割れ耐力を確認する方法として、張

出ばり形式載荷、単純ばかり形式載荷のどちらでも良いが、前者で若干大きい値を示した。

- (4) PRC くいのせん断ひび割れ耐力の算定式として、旧 JIS A 5337 の解説に記述される式の係数 ( $\phi$ ) をシアスパン比で修正することで適用できた。

#### 5. あとがき

本実験は、社団法人コンクリートパイプ建設技術協会が協会仕様の PRC くいを規格化するに当たって実施したものである。

実験に際して、有益なご助言を戴いた東京工業大学教授 林靜雄博士を始め、社団法人コンクリートパイプ建設技術協会の PRC 杭ワーキング委員の皆様に深く謝意を表します。

最後に、昭和 57 年に旧 JIS A 5337 が制定されて約 20 年、その解説に記述される PHC くいのせん断ひび割れ耐力の算定式および試験方法が、如何いう経緯でそうなったのか、忘れられつつある。PRC くいのせん断実験にかこつけて備忘録的な意味も含めて原稿をまとめたことを付記します。

#### 参考文献

- 1) 岸田慎司・堀井昌博・桑原文夫・林 静雄：大口径 PHC 杭のせん断終局強度の計算方法に関する研究、日本建築学会構造系論文集、No. 532、2000 年 6 月
- 2) コンクリートボーラー・パイプ協会：宮城県沖地震対策技術部会報告、昭和 56 年 11 月
- 3) 後藤康明・柴田拓二：遠心力 PC (PHC) 杭剪断耐力推算式、日本建築学会学術講演梗概集（東海）、昭和 60 年 10 月

#### —————**図書案内**—————

### コンクリート技術の要点'01

#### 〔本文〕

1. コンクリート用材料・2. コンクリートの性質・3. コンクリートの耐久性・4. コンクリートの配（調）合設計・5. コンクリートの製造・品質管理および検査・6. コンクリートの施工・7. コンクリート製品・8. コンクリート構造の設計

#### 〔資料編=新材料の概要〕

1. セメント・2. 骨材（再生骨材・スラグ骨材）・3. 混和剤・4. 混和材・5. 高性能軽量コンクリート・6. 高流動コンクリート施工指針（土木）・7. 高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針案（建築）

#### 〔付録〕 練習問題とその解答・解説

2 冊以上の送料はお問い合わせ下さい。

B5 判・399 ページ／定価 8,400 円（税込）、会員特価 7,560 円（税込）／送料 430 円

●申込先：（社）日本コンクリート工学協会・管理課「書籍販売」係

〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 相互半蔵門ビル 12 階／電話（03）3263-1573

〈申込方法〉 書籍名・送付先を明記のうえ、前金（現金書留）にてお申込み下さい。

## 添付資料 4

CPRC パイルのせん断スパン比について

## N値とシアスパン比

下表1に標準貫入試験によるシアスパン比を示す。杭基礎設計での水平方向断面力算定上のN値の範囲(N=1~20)では、杭径300~1000において、シアスパン比はその殆どが、M/(Qd)=2.0以上であり、せん断耐力の照査は、曲げ破壊領域でのものになるものと考えられる。

シアスパン比は以下に示す式によって求めた。

- ・ 横方向地盤反力係数

$$K_h = 80 \times 700 N \times D^{-3/4} , D: \text{杭径}$$

- ・ 横係数

$$\beta = \sqrt[4]{K_h \cdot D / (4E_c \cdot I_e)}$$

$E_c$ : コンクリートのヤング係数

表1では、 $E_c=35000\text{N/mm}^2$ とした。これは $E_c=40000\text{N/mm}^2$ より前者が大きい $\beta$ になり、シアスパン比が若干小さくなることによる。

- ・ 杭頭固定としての杭頭曲げモーメントからシアスパン比を求める。

$$M = \frac{Q}{2\beta} \rightarrow \frac{M}{Q} = \frac{1}{2\beta} \rightarrow \frac{M}{Qd} = \frac{1}{2\beta d}$$

表1 N値とシアスパン比の関係 (I種)

杭径 D (mm)	有効せい d (mm)	N値	地盤反力係数 kh (kN/m <sup>3</sup> )	換算断面二次 モーメント Ie (m <sup>4</sup> )	横係数 $\beta$ (m <sup>-1</sup> )	シアスパン比 M/(Q · d)
300	270	1	4368.6	3.8112E-04	0.396	4.68
		10	43686.5		0.704	2.63
		20	87373.0		0.837	2.21
400	367.5	1	3520.8	1.0844E-03	0.310	4.38
		10	35208.1		0.552	2.47
		20	70416.3		0.656	2.07
500	460	1	2978.2	2.6277E-03	0.252	4.31
		10	29782.5		0.449	2.42
		20	59564.9		0.533	2.04
600	555	1	2597.6	5.2589E-03	0.214	4.20
		10	25976.1		0.381	2.36
		20	51952.3		0.454	1.99

700	650	1	2314.0	9.3694E-03	0.187	4.10
		10	23140.1		0.333	2.31
		20	46280.1		0.396	1.94
800	745	1	2093.5	1.5521E-02	0.167	4.03
		10	20934.9		0.296	2.27
		20	41869.8		0.352	1.90
900	840	1	1916.5	2.4269E-02	0.150	3.97
		10	19164.9		0.267	2.23
		20	38329.8		0.317	1.88
1000	935	1	1770.9	3.6424E-02	0.137	3.92
		10	17708.8		0.243	2.20
		20	35417.5		0.289	1.85