

[109] ピン・スライド支承の開発実験

田村 富雄 (三井建設技術研究所)

米倉 宏行 (三井建設技術研究所)

正会員 室伏 次郎 (三井建設土木技術部)

正会員 ○竹内 光 (三井建設土木技術部)

1. まえがき

従来、コンクリート製円筒型貯槽などの側壁と底版の結合部については、固定・ヒンジ・フリーなどの構造が用いられてきた。それぞれの構造について、機能性・施工性・経済性などの観点から検討すると、一長一短あることが知られているが、設計上の合理性を追究すると、例えば、円筒型貯槽などでは、半径方向にスライドし、円周方向には変形を拘束する構造（以下ピン・スライド支承と称する）が有利であると思われる。

このピン・スライド支承構造は図1・図2に示すとおり、摩擦係数が低く耐摩耗性に優れたふっ素樹脂、構造部材間のせん断力を伝達するシアーコネクタ、及び伝達されたせん断力をコンクリートに伝えるアンカー金物の3部材で構成され、それぞれの挙動を確認すべく基礎的な実験を実施した。加えてこの支承構造の応用例についても提案した。

2. 実験項目及びその目的

- (1) ふっ素樹脂の摩擦実験 : ふっ素樹脂の摩擦係数はその面圧に依存すると言われている。そこで種々な面圧に対する静止及び動摩擦係数を測定した。
- (2) スタッドのせん断試験 : アンカー金物を構成するスタッドのせん断耐力及び変形について調べた。
- (3) ピン・スライド支承せん断加力実験 : ある面圧をふっ素樹脂に与えた状態で、シアーコネクタを通じてアンカー金物にせん断力を作用させ、シアーコネクタの種類及びアンカー金物の耐力・変形について調べた。

3. ふっ素樹脂の摩擦実験

ふっ素樹脂の摩擦係数はその面圧に依存すると言われている。そこで、面圧を30, 40, 50 Kg/cm<sup>2</sup>とし、個々の静止及び動摩擦係数を測定した。供試体はプレートにふっ素樹脂を50ミクロン厚で吹付けたものを用いた。なお試験時の温度条件は常温であり、ふっ素樹脂面でのせん断応力度の増加が毎秒0.05~0.10 Kg/cm<sup>2</sup>となるよう荷重速度を設定した。図3に示した実験結果より、静止及び動摩擦係数とも面圧が大きくなると減少する傾向を示したが、面圧40, 50 Kg/cm<sup>2</sup>においては顕著な差は認められなかった。しかし面圧30 Kg/cm<sup>2</sup>における静止摩擦係数は他と比較して大きな結果を得た。なお荷重速度の摩擦係数に与える影響は、設定した速度の範囲内では、大きな変動は認められなかった。

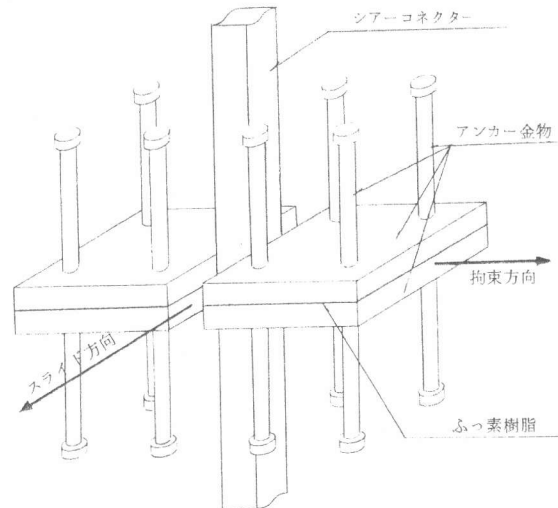


図1 ピン・スライド支承構造概念図

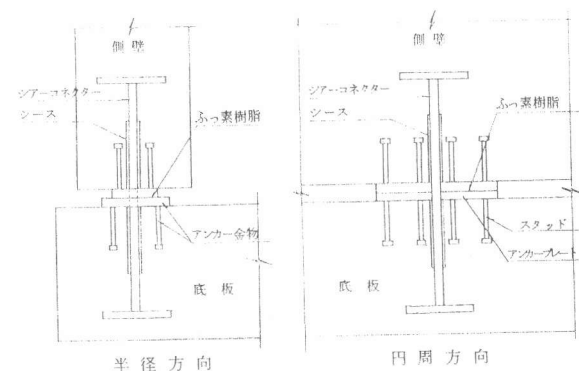


図2 ピン・スライド支承構造(円筒形構造物応用例)

#### 4. スタッドのせん断試験

降伏点  $2.4 \text{ kg/cm}^2$  以上、引張強さ  $4.1 \sim 5.6 \text{ kg/cm}^2$  の機械的性質を持つ頭付スタッド、軸径  $d = 1.9 \text{ mm}$ 、全高  $H = 150 \text{ mm}$  ( $H/d = 7.9$ ) を図4に示す供試体に8本埋込んだ。供試体製作時に、コンクリートのブリージング及びレイタンスがスタッドのせん断耐力に悪影響を及ぼさないよう配慮した。使用したコンクリートを表2に示す。試験時の圧縮強度は平均  $2.67 \text{ kg/cm}^2$  であった。又、プレートとコンクリートの付着効果を除去するため緑切りシートを設置した。なお供試体は2体製作した。

加力は  $200 \text{ TON}$  万能試験機により、 $10 \text{ TON}$  刻みでサイクリックな載荷方法を採用した。

スタッドのせん断荷重と変位の関係図を図5に示す。その結果、スタッド1本当たりのせん断耐力は平均値で約  $8.1 \text{ TON}$  であり、その時の変位量は  $0.64 \text{ mm}$  を示した。降伏時、供試体外観には何らひびわれの発生は認められず、スタッド自身及びスタッド取付位置近傍のコンクリートの降伏によるものと思われる。参考文献1)より当該スタッドの許容せん断力は  $1.7 \text{ TON}$  ( $\sigma_{ck} = 2.40 \text{ kg/cm}^2$ ) であり、降伏に対して  $4.8$  (3以上) の安全率を示した。

#### 5. ピン・スライド支承せん断加力実験

図6に示した供試体を、シアコネクター、アンカー金物の種類別に3タイプ製作した。(表1・図7参照)

表1 供試体のタイプ

	TYPE-1	TYPE-2	TYPE-3
シアコネクター	P.C鋼棒 $\phi 32 \text{ mm}$ (B種1号)	P.C鋼棒 $\phi 32 \text{ mm}$ (B種1号)	角鋼棒 $40 \times 40 \text{ mm}$ (SS材)
アンカー金物	アンカープレート $170 \times 170 \times 25 \text{ mm}$ スタッド 4本 $d=1.9 \text{ mm}$ , $H=150 \text{ mm}$	アングル $L_1-200 \times 200 \times 25 \text{ mm}$ (幅 $150 \text{ mm}$ ) スタッド 2本 $d=1.9 \text{ mm}$ , $H=150 \text{ mm}$	アングル $L_1-200 \times 200 \times 25 \text{ mm}$ (幅 $150 \text{ mm}$ ) スタッド 2本 $d=1.9 \text{ mm}$ , $H=150 \text{ mm}$

アンカープレート及びアングル表面は  $50$  ミクロン厚のふっ素樹脂を吹付、表2で示したコンクリートを使用した。但しその打設方向は図6で示したようにアンカープレート及びアングル下面にブリージング・レイタンスがたまるようにした。試験時、コンクリートの圧縮強度は平均  $2.78 \text{ kg/cm}^2$  であり(設計基準強度  $\sigma_{ck} = 2.40 \text{ kg/cm}^2$ )、その時の引張強度は平均  $2.20 \text{ kg/cm}^2$  であった。

供試体を反力床に固定した後、シアコネクター・加力治具を取付、反力壁背面より  $50 \text{ TON}$  センターホールジャッキによりせん断加力を行った。(図8・写真1参照)なお、ふっ素樹脂の面圧は  $4.0 \text{ kg/cm}^2$  となるようシアコネクターを緊張した。せん断加力は  $5.0 \text{ TON}$  刻みでサイクリックな載荷方法を採用した。

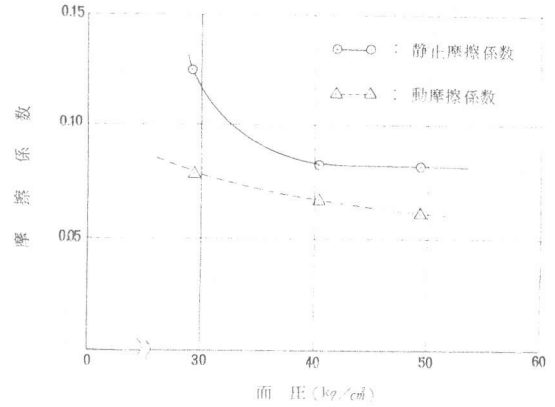


図3 面圧と摩擦係数の関係

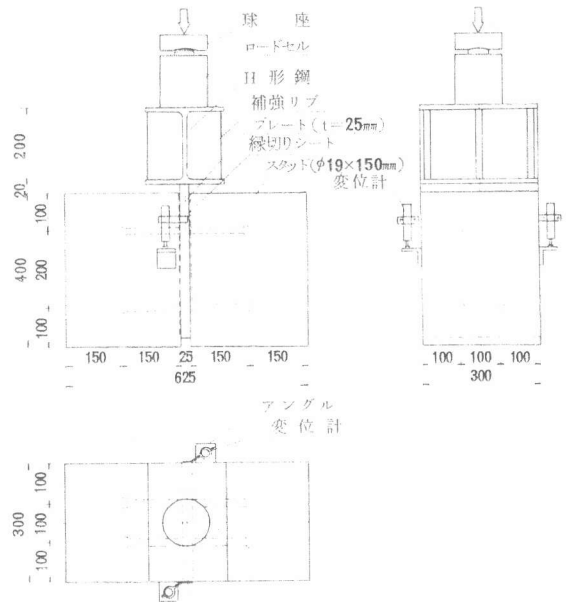


図4 スタッドのせん断試験(供試体)

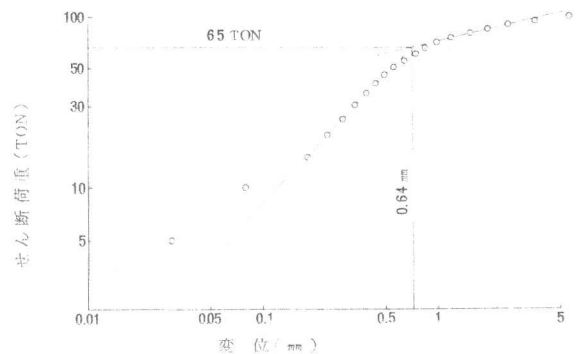


図5 せん断荷重と変位の関係

表2 コンクリートの配合表

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位重量 (Kg/m <sup>3</sup> )				スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	G		
25	4.5	4.0	146	324	735	1110	8.0	3.5

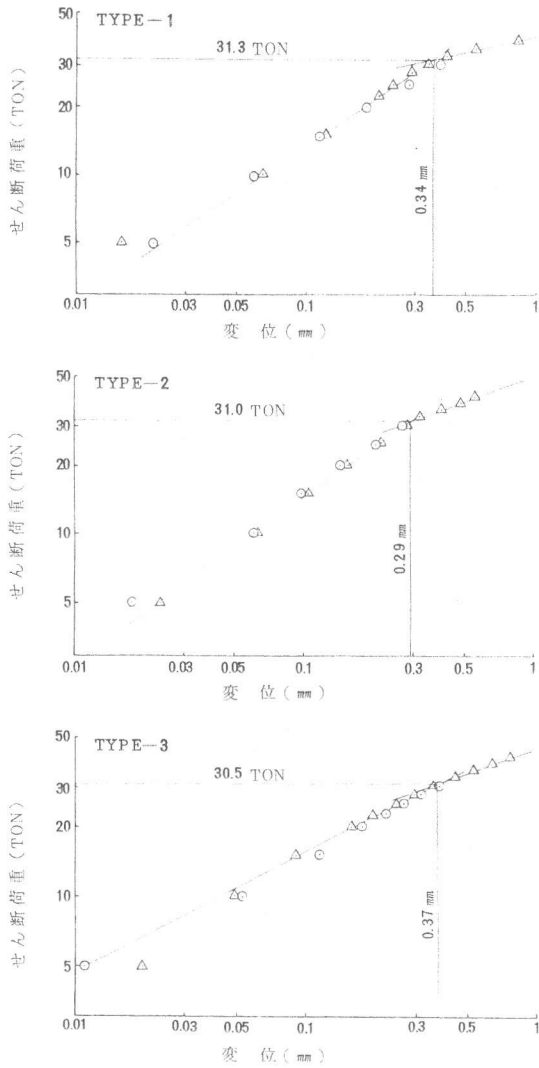


図9 セン断荷重と変位の関係

TYPE-1・2・3のせん断荷重と変位の関係図を図9に示す。アンカー金物の違いによるせん断耐力及び変位量には有意な差は認められず、これはアンクル材の負担せん断力がほぼスタッド2本分の負担力に相当していたものと類推される。アンクル材を使用したTYPE-2・3はTYPE-1に比較し、降伏点以後の勾配が若干大きくコンクリートの変形能の影響が出たものと思われる。又、ふっ素樹脂の摩擦反力を考慮すると、スタッド1本当たり約7.4 TON降伏時に負担していたものと思われ、これは先に求めた耐力8.1 TONに比較し約9%の低下を示した。しかしながら両者の変位には大きな差が認められ、面用が少な

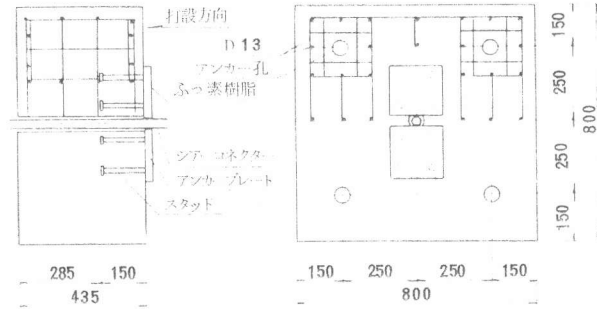


図6 ピン・スライド支承せん断加力実験(供試体)

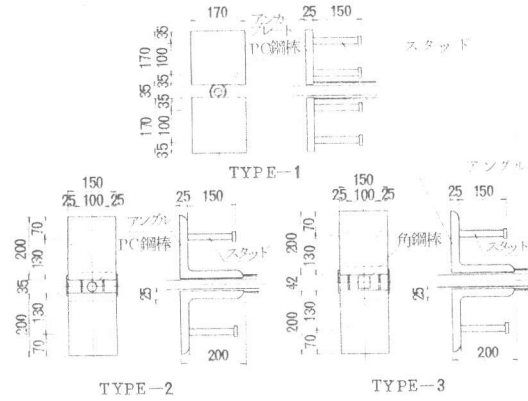


図7 TYPE別アンカー金物詳細

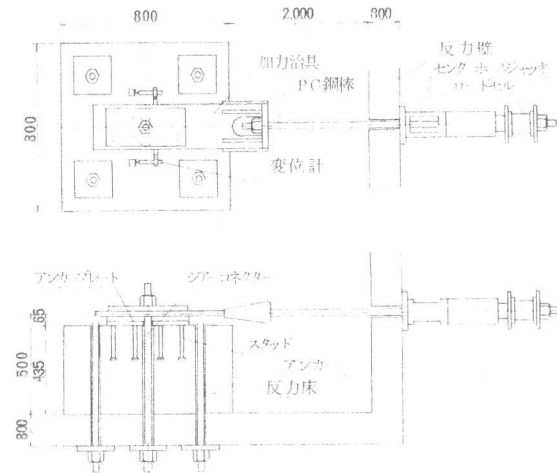


図8 セン断加力図

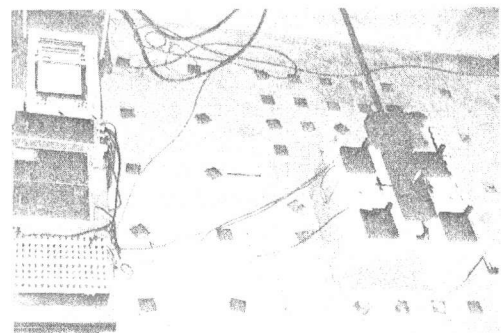


写真1 セン断加力状況

らず影響し、スタッドのせん断試験結果に比較し小さな変位を示したものと思われる。一方、シアーコネクタによる違いは、実験後の開放検査の結果、PC鋼棒を用いたタイプの局部的変形がアンカー金物に認められたが、角鋼棒を用いたタイプは何ら損傷が見られなかった。(写真2・3・4参照)これはシアーコネクタがアンカー金物に対して線接触であるか面接触であるかの違いに他ならない。又シアーコネクタ自身は、いずれもせん断変形によるそりはなく健全であった。

## 6. 応用例

ピン・スライド支承の如く、スライド方向を限定した支承構造の応用例として、以下のものが考えられる。

(1) 円筒形構造物 : 液体及び粉粒体を貯蔵する円筒形構造物において、軸対称荷重・変形に対しては半径方向をスライド可能な構造とすることで、拘束したために発生する不静定力を極力小さくすることが可能となり、又、コンクリート打設時の水和熱温度上昇による温度ひびわれの発生防止にも寄与するであろう。一方、軸非対称荷重・変形に対しては、面内せん断力をシアーコネクタ・アンカー金物に負担させ、円周方向の変位拘束を行う。又、シアーコネクタに引抜力が作用する場合は、シアーコネクタを両部材に十分定着させるとともに、スライドを可能にするための自由長を有するよう配慮する。(図2参照)

(2) 橋梁 : 橋軸方向をスライド可能とするが、橋軸直角方向変位を拘束する場合において、ピン・スライド支承構造を適用することができる。この場合、シアーコネクタは地震時の落橋防止にも寄与するであろう。

## 7. 結論

一連の開発実験の結果、ピン・スライド支承を構成する部材に関し以下の事が判った。

- (1) ふっ素樹脂の摩擦係数は面圧に依存するが40～50 Kg/cm<sup>2</sup>の範囲では、0.07～0.08程度であった。
- (2) シアーコネクタはアンカー金物との接触状態より角鋼棒が望ましい。角鋼棒の材質・寸法は作用するせん断力より容易に求まるが、溶接性能の良好な材質を選定するのが推奨される。
- (3) アンカー金物は、アンカープレート・スタッド形式とアングル・スタッド形式とも使用出来るが、スタッドの許容せん断力は既存の設計基準より定められるものの、アングルの負担能力に不明瞭な点があるため、実施に際しては確認実験の必要性がある。因みに、今回使用したアンカー金物の許容せん断力Qは安全率を3とすると約10 TONとなり、短期荷重に対しては5割増の値約15 TONという設計データが得られた。

今後は、この室内実験の成果を踏まえ、実施例を通じてその挙動を確認していく所存である。

謝辞 :

本支承構造を開発するにあたり、種々ご指導をたまわりました埼玉大学教授久保慶三郎博士に深謝の意を表わします。

参考文献

- 1) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説 昭和55年2月

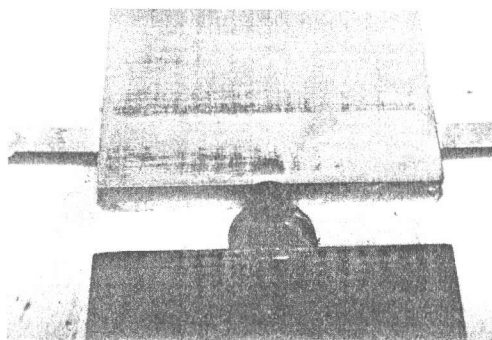


写真2 加力後の状況 (TYPE-1)

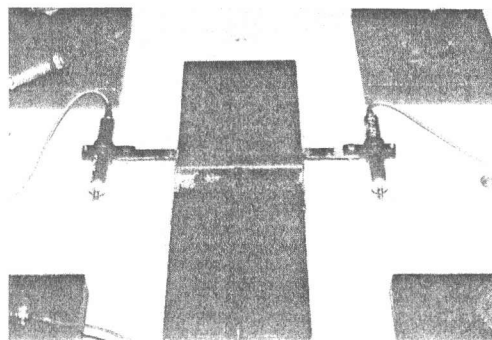


写真3 加力後の状況 (TYPE-2)

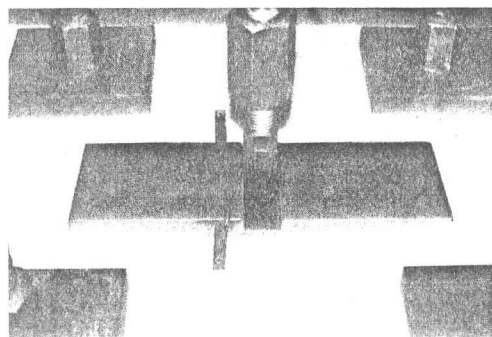


写真4 加力後の状況 (TYPE-3)