

—地下壁と面外方向のはりで構成されたフラットプレート構造体のせん断試験—

フジタ工業技術本部 正会員 青 景 平 昌

同 上 正会員 丸 田 春 樹

同 上 正会員 岸 山 晶 信

§ 1 はじめに

安定液掘削工法で構築される連続地下壁を構造躯体に利用する方法として、地下壁面に面外方向のはりを直接接合して骨組を構成する方法が考えられる。これは無梁版構造のスラブを地下壁に置き換えた構造で、学会標準のフラットスラブの構造制限を適用すると壁厚が大きいため過大なキャピタルとドロップパネルが必要となる。そこでこの構造制限を省略したフラットプレート構造体として設計する資料を得るために、実物大の約 $1/2.4$ の縮尺模型を用いて水平加力試験を行ない、はり接合部分の壁のせん断強度、応力分布、変形などの検討をしたのでその結果を報告する。

§ 2 実験方法

1) 供試体 供試体数は2体でその形状寸法と配筋は図-1に示す。壁の鉄筋ははり端モーメント M を柱列帯で $0.7 M$ 柱間帯で $0.3 M$ に分配して二方向とも同じ配筋量とした。壁の厚さ方向のせん断補強はしていない。また、はりの破壊が壁よりも先行しないようにはりの補強を充分行なった。使用鉄筋は SD30 ($f_y = 373.4 \text{ Kg/cm}^2$, $f_u = 542.2 \text{ Kg/cm}^2$) で、コンクリートは普通コンクリート ($\sigma_c = 35.4 \text{ Kg/cm}^2$, $\sigma_t = 3.3 \text{ Kg/cm}^2$, $E_s = 2.7 \times 10^5 \text{ Kg/cm}^2$) を使用した。

2) 加力および測定方法

加力装置の概略図を図-1に示す。加力方法ははり軸力を 10 t で一定とし水平力を変化させた。水平力は 5 t と 10 t で正負2回繰り返した後、水平加力点と支点との相対部材角が 2.5 , 5 , 10 , 20 , 30×10^{-3} でそれぞれ2～5回繰り返した後、 50×10^{-3} まで変形させた。各荷重段階で壁とはりの変形、壁表面のひずみ、鉄筋のひずみ、ひびわれの進展状況を測定した。なお試験は同一条件で2体行なった。

§ 3 実験結果および考察

1) 壁のひびわれおよび破壊状況

図-2は供試体上面のひびわれ発生状況を示す。ひびわれ発生は水平力 $+10 \text{ t}$ の時にはり主筋定着プレートの隅から自由辺に向って発生し、その後 15 t までは初ひびわれがわずかに進展するにとどまった。 15 t を越える頃からはり側面より新たなひびわれが発生し始め、 $23 \sim 24 \text{ t}$ でそれらの一部は自由辺に達した。ひびわれは概ねはり側面から発生し加力方向に対して 45° の角度で挟まれる自由辺側に集中し、ひびわれの進展状況から、はり側面から伝達されるねじりモーメントの影響をかなり受けていると思われる。ひびわれははり軸力と自重の影響を受けて壁の下面に多く発生した。最終耐力近くになると、はり側面から自由辺に伸びたひびわれの内1本か2本のひびわれ幅が大きくなり、はり側面からのねじりモーメントの伝達能力が小さくなった時点で変形が流れ始めた。したがって最大耐力は接合部周囲のせん断破壊によって決定されたと考えられる。なお、最大耐力は 33.2 t と 34 t であった。

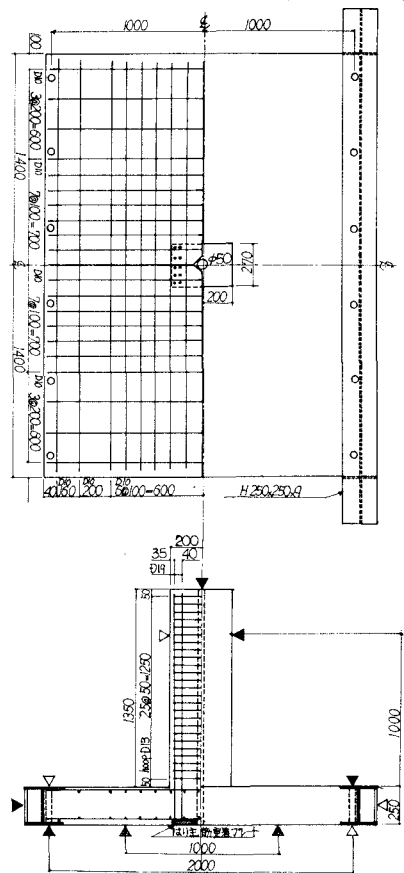


図-1 供試体の形状寸法と配筋

2) 鉄筋のひずみ分布

図-3 ははりの縁から $d/2$ (d = 壁厚) の位置の加力方向鉄筋のひずみ分布を各荷重段階毎に示す。また $P = 2.7 \text{ t}$ の時の鉄筋応力から求めたモーメント分布と弾性理論から求めた分布も合わせて図示した。実測ひずみは各荷重段階ともはり側面から $d/2$ の付近に最大値がある。また実測モーメント分布は $d/2$ よりはりに近い部分では理論分布よりもかなり小さくなっているが、それ以外の部分ではよい一致を見ている。このように、はり面から $d/2$ 付近に特異点が現われ、この位置が破壊面となる傾向を示している。一方、同様に横方向鉄筋のひずみから求めたはり側面のモーメント分布は理論値よりも2倍程度大きくなっている。したがって、はり端モーメントがはり面から $d/2$ 離れた危険断面で曲げモーメントとして壁に伝達される割合は理論値よりも小さく、はり側面からねじりモーメントとして伝達される割合は大きいものと思われる。

3) 変形

図-4 は水平力とはり加力点の水平変位の関係を示す。荷重変位曲線は逆S字型のせん断変形成分の多い特性を示しているが、変位が 10 mm ($10 \times 10^{-3} \text{ rad}$) 程度では繰り返しの耐力低下は少なく安定したループを描いている。壁主筋の一部が降伏開始後の変形能力は大きく、 $2.2 \times 10^{-3} \text{ rad}$ で最大耐力に達し、 $5.3 \times 10^{-3} \text{ rad}$ まで変形させたが急激な耐力低下は認められなかった。

4) 最大耐力

実験結果と A C I 設計規準式の終局耐力を比較すると、いずれも A C I 式よりも小さい実験値 ($0.90, 0.81$) となった。A C I 式の K 値 (せん断力・ねじりモーメントとして伝達される割合) に相当する値を実験値から求めると、最大耐力時で $K = 0.86$ となった。また弾性理論によると $K = 0.80$ 、A C I 式の場合 $K = 0.43$ となる。実測 K 値を A C I 式に適用して終局せん断応力を求めると $\tau_u = 35 \text{ Kg/cm}^2$ となり、A C I 式の $\tau_u = 18.5 \text{ Kg/cm}^2$ よりも2倍程度大きくなっている。これは A C I 式の K 値を実測 K 値に近づけると τ_u が変化することになる。このような矛盾点は、破壊機構が異なる鉛直荷重と水平荷重の終局せん断応力に同一の τ_u を用いていること、また A C I 式の仮定した応力分布が実状に合っていないことによるとと思われるが、現状では不明の点が多く今後の検討が必要であろう。

§ 4 あとがき 厚みの大きい壁にはりが接合した場合の壁の挙動について実験的に検討した。この種の構造物に水平力が作用すると、接合部周辺がせん断破壊するが、接合部周辺の壁に充分配筋しておけば脆性的な破壊はせず極めて大きい変形能力を発揮する。連続地下壁を用いたこの種の構造では、接合はりの降伏が先行する場合が多いので、地下壁としての使用限界 (ひびわれ・漏水) の検討が必要であろう。

*参考文献 狩野・吉崎 フラットプレート構造の柱、壁-スラブ接合実験 コンクリート工学'75.6

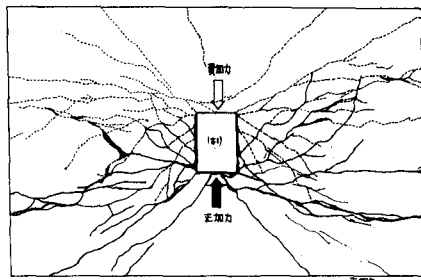


図-2 ひびわれ発生状況 (上面)

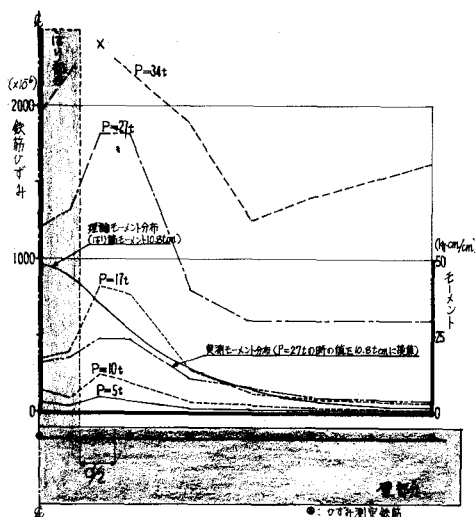


図-3 鉄筋のひずみ分布図

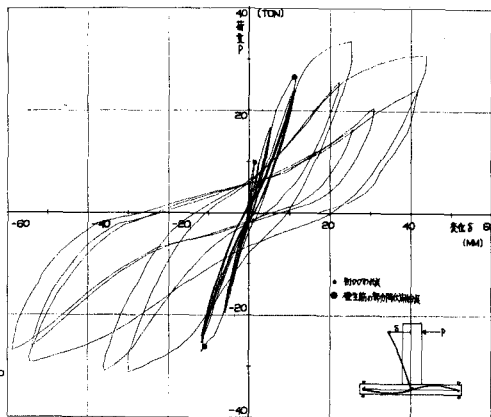


図-4 荷重変位曲線