

阪神高速道路公団

正会員

菅 戸 松 二

ク

ク

江 見

晋

ク

ク

○ 前 原

博

1. まえがき

才30回年次講演会で実験の主要結果のみ報告した。^{1),2)}ここではその後行なつた実験結果の評価と設計法に対する考察の要点を報告する。

2. 気中実験の結果と考察

気中実験は、部分模型体の継手部の押込みせん断試験、継手をかみ合わせて重ね梁状態にしての曲げ試験および立体模型体の水平載荷実験を行なつた。使用材料の強度は矢板本管(59φ×1.2^t)で $\sigma_y = 67.4 \text{ kg/mm}^2$, 継手管(8φ×0.8^t)で $\sigma_y = 49.0 \text{ kg/mm}^2$ であり、継手部の充填に使つたセメントペーストは $\sigma_{28} = 4.47 \text{ kg/cm}^2$ であつた。

図-1はせん断試験の結果であり、セメントペーストの充填が良好な場合 $\sigma_0 = 4.9 \text{ kg/cm}^2$ 、そうでない場合 $\sigma_0 = 2.8 \text{ kg/cm}^2$ となり、他で行なわれた実大継手管の結果では $\sigma_0 = 4 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$ である³⁾ので模型実験に使えるものと判断した。

図-2は曲げ試験結果の中からスパン中央の変位と荷重の関係を示したものである。矢板式基礎の設計と施工指針⁴⁾で提唱されている合成効率 μ を導入した曲げ剛性 $EI = E(\Sigma I_i + \mu \Sigma A_i y_i^2)$ を用いた変位線を記入している。図中 $P \leq P_s$ では $\mu \approx 1$ の線に沿つて変位が生じ、 $P_s < P \leq P_y$ では $\mu = 0$ の線とほぼ平行となり、 $P > P_y$ では $\mu = 0$ の線と交差している。ここに P_s は滑動開始荷重で、継手に働くせん断応力がせん断耐力 τ になつた時の荷重を意味するが、先の $\sigma_0 = 4.9 \text{ kg/cm}^2$ から求めると $P_s = 247 \text{ kg}$ であり、面圧により実験値の方がいく分大き目にでている。実験値の $P_s = 270 \text{ kg}$ から逆算すると $\sigma_0 = 5.6 \text{ kg/cm}^2$ となり、これがすべりによる摩擦抵抗として重ね梁の継手部に働くものとして変位を計算したものが図の実線であり、 $P < P_y$ の荷重範囲で実験値とよく一致している。 P_y は矢板本管の縁応力度が強度試験結果の降伏応力度になる荷重である。

図-3は立体模型体についての頂版天端の水平変位と荷重の関係を示したものである。図中の直線は模型を片持梁とみなした時に、合成効率 μ を仮定して変位線を記入したものである。水平力 27 t に至ると下部のコンクリートベースの割れが拡大し急激な変位増加が生じた。水平力 8 t 附近に変位増加の変曲点がみられ、それ以後は $\mu d = 0.01$ の線に平行となつてゐる。図では $P_s = 8 \text{ t}$ 、 $P_y = 27 \text{ t}$ とみなされ曲げ試験の結果と同じ傾向を呈している。

図-4は鋼管矢板に付けたひずみゲージの測定値から、中間荷重時の鋼管矢板の応力分布をモデル的に表したものである。この図から鋼管矢板の部分におけるモーメントの釣合を次のように考えることができる。すなわち作用モーメント M に対し、各矢板の鉛直反力と断面中心からの距離との積によるモーメント $M_R = \sum_i R_i x_i$ 、各矢板個々の剛性で抵抗するモーメント $M_i = \sum_i m_i$ 、および各矢板継手間に働くすべり抵抗によるモーメント $M_J = \sum_i M_{ji}$ の3種が抵抗していると考えられ、 $M = M_R + M_i + M_J$ と表わされる。……(1)

上式の右辺の M_R は剛性の大きい頂版によつて各部材を構成している効果であり、 M_i は使用部材個々の効果であ

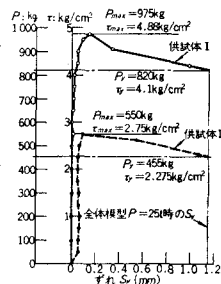


図-1 継手せん断試験結果⁵⁾

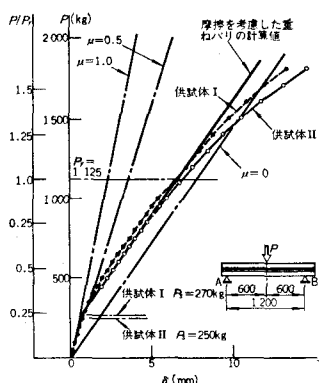


図-2 曲げ試験結果⁵⁾

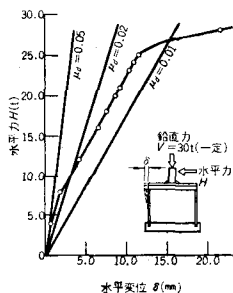


図-3 気中立体模型実験結果⁵⁾

リ、 M_T は継手処理の効果を表している。 M_T は頂版直下の断面では0であり、気中立体模型の場合矢板下端で最大値をとる。その概略の値を推定してみると $\tau_0=5.6\%$ のとき下端で $M_T=6.6\text{ t}$ となり、 $H=20\text{ t}$ に対し $M=44\text{ t}$ で、 $M_T/M=0.15$ となり、矢板長が相対的に短い場合は M_T の影響が小さくなる。

3. 土中実験の結果と考察

土中実験は立体模型A、Bの2体について行なった。模型Aは実橋の約 $1/21$ で外径1.59m長と1.57mで気中立体模型と寸法法である。模型Bは直径のみを半分にしたものである。

模型A、Bに一定の鉛直力をかけた状態で水平力をかけて実験をした。その結果模型AとBとでは矢板の曲げひずみ分布に顕著な差が見られ、特に模型Aでは頂版との結合点に端モーメントが大きく現れており、矢板の縁応力度もこの点に生じた。図-5、6は模型体の前面矢板の縁応力度分布の測定値の1例である。図-5にその特徴が現れており応力度の最大値は固定端部の内側圧縮縁応力度になっている。この現象は頭部剛結の群杭的挙動として捉えることができる。なお静的荷重実験の前に強制・自由の振動実験も行なったが、起振力および変位が小さい範囲であつたため現象は2自由度系のロッキング振動としてほぼ捉えられた。以上は別途報告^{5), 6)}の要約である。

4. 設計々算法についての考察

気中および土中の静的実験結果を通じて、根入長が比較的短い矢板式基礎については、その構造本体はこれを多柱構造あるいは群杭構造として捉えた方が実験結果をよく説明できる。そこでこうした構造モデルと仮定した時の基本的な釣合関係式を求める。任意断面のせん断力を Q とすると $Q=M'$ であり、式(1)を深さで微分すると $Q=M_i'+M_T'$ 、 $M_R=0$ が得られる。ここで $M_T'=QT$ は継手の滑動抵抗によるせん断力であり気中模型に対してはこれを一定値とおくことができる。ここでは QT の影響は小さいものとして無視する。 M_i' については気中模型の場合一定値となる。 Q を更に微分すると気中模型に対して $M_i''=0$ 、土中模型に対して $M_i''=\gamma$ となる。 γ はある深さにおける水平土圧反力の総和である。結局継手処理効果を無視した多柱構造あるいは群杭構造としての釣合基本式は、以上の結果に鉛直力の総和が深さに対して変化していないとする条件 $N'=0$ を加えて次のようにまとめられる。

4. 設計々算法についての考察

$$N'=0, \quad M_R'=0, \quad M_i''=\gamma \quad \text{----- (2)}$$

γ に変位に比例する反力を与え、変形々状の仮定を入れて近似的に式(2)を解いた結果が図-5、6の近似計算法のグラフである。模型A、Bの両結果共よい対応を示しており、この計算法の実用化を検討している。

実験および解析に当り、御指導、御協力を戴いた大阪湾岸線技術委員会、建設省土木研究所および鋼管杭協会に感謝の意を表します。

参考文献

- | | |
|--|---|
| 1), 2) 笹戸他「矢板式基礎の模型実験(その1), (その2)」
才30回土学講演概要集才3部 P.175~178 | 4) 矢板式基礎の設計と施工指針
矢板式基礎研究委員会 昭和47年1月 |
| 3) 建設省土木研究所 矢板式基礎継手強度試験結果
昭和50年1月 P.3 | 5), 6) 笹戸他「矢板式基礎の構造特性に関する模型実験(上)(下)」
橋梁と基礎 1976 vol.10, No.5, P.18~24, No.6, P.27~33 |

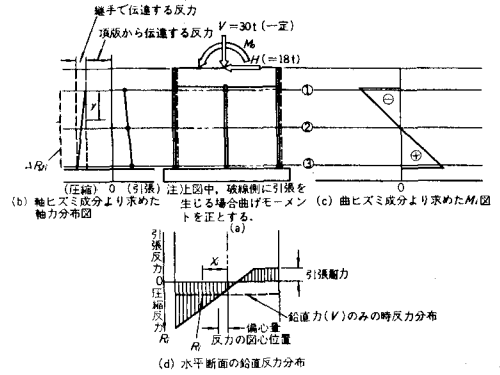


図-4 応力伝達の説明図 5)

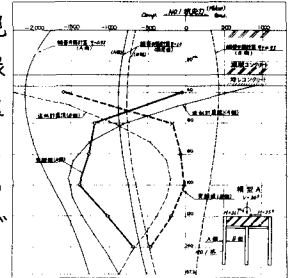


図-5 前面矢板の応力度分布(模型A)

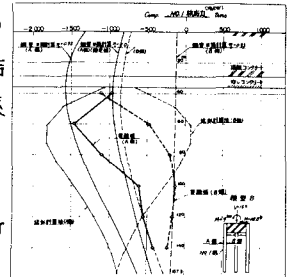


図-6 前面矢板の応力度分布(模型B)