

木杭密打ちによる河川堤体の対液状化強化

大阪市立大学工学部 正 高田直俊
 院生 (現日本道路公団) 土橋 徹
 学生 (現五洋建設) 天野 賢志

研究の目的 沖積平野部の河川堤防の多くは、過去に造られた転圧不足部を内蔵し、緩い砂地盤に立地しているので、耐震性の強化が急がれている。それには法尻地盤をセメント混合処理や締固め砂杭で強化して、堤防基礎を水平に拘束する工法が主として採られている。本研究では、堤体法先部に間伐木杭を密に打設して砂地盤の密度増加を図り、併せて杭の曲げ抵抗を働かせて耐震性を強化する工法の効果を、50gの遠心加速度場で傾斜させる静的震度法に相当する方法で調べた。ここで間伐材の利用を意図するのは、荒廃しつつあるスギ・ヒノキなどの針葉樹植林地の間伐を促進し、かつ植林地に植生の多様性を回復させ、同時に山地の保水性と斜面安定を図るためである。

実験方法 実験装置と模型の概要を図-1と図-2に示す。

模型は実物の1/50を想定しており、厚さ8cmの模型砂層の左右両端は、変形が単純せん断的になるように下端がヒンジで上端を互いにつないだ透水性の可動壁になっている。堤体は天端幅2m、高さ3m、法勾配1:1の原型換算の砂堤体を想定するが、実験では地盤変形の観察を主体にしているため、砂堤体と同じ接地圧を持ち、たわみ性のある長方形断面のアルミ棒の積層体を用いた。

地盤材料には乾燥豊浦砂 ($D_{max}=0.425\text{mm}$ 、 $\rho_{dmax}=1.65\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{dmin}=1.36\text{g/cm}^3$) を用い、容器を横倒しにした空中落下法で緩い ($D_r=20\%$) 地盤を作製する。模型杭は $\phi 3\text{mm}$ 、長さ80mm (原型換算 $\phi 5\text{cm}$ 、長さ4m) のアルミ棒を位置決めガイド板を用いて指先で圧入する。間隙流体には、変形を非排水状態に近づけるため、粘性を水の50倍に調節したHDMC溶液を用いる。

まず50gの遠心加速度場において、約1時間かけて空気圧でタンクから左右可動壁外側に押し出した間隙流体で砂地盤を飽和させる。流体は砂地盤中央底面にもパイプで導いている。飽和後、傾斜中に底部パイプを水が移動しないようにパイプのバルブを閉じ、図-3のように、水平→左傾斜→水平→右傾斜→水平を1波として繰り返し傾斜させて変形を観察する。傾斜勾配は0.25 (水平震度0.25相当) で、これを5波繰り返す。1波に要する時間は約85秒である。変形状態は、観測ガラス面に配置した格子状の色砂および素麺の写真から読み取る。

結果と考察 変形量は0.5波目 (左傾斜) が最も大きく、変形は3波目程度まで続く。0.5波目で単純せん断的に左に変形し、1波目終了時に隔壁はほぼ直立に戻る。その後の変形も左方向で、左右対称には進まない (排水による砂の強度増加の影響)。図-4に杭の打設間隔と列数を変えた場合の0.5波目の地盤変形の比較を示す。細線は傾斜前の状態である。

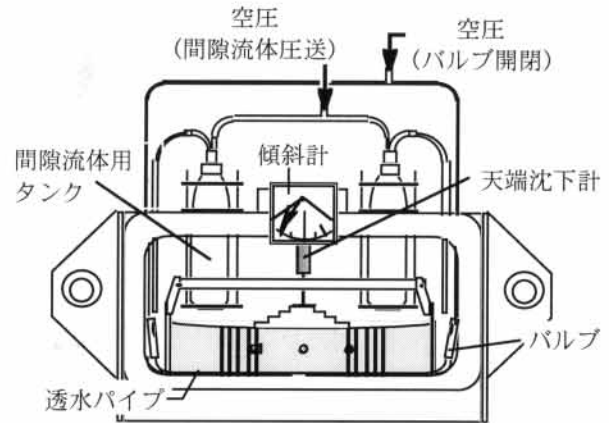


図-1 実験装置の概観

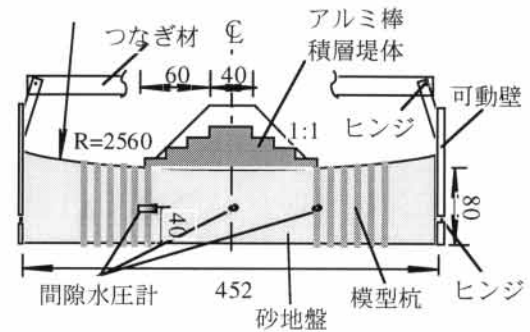


図-2 供試体の構成

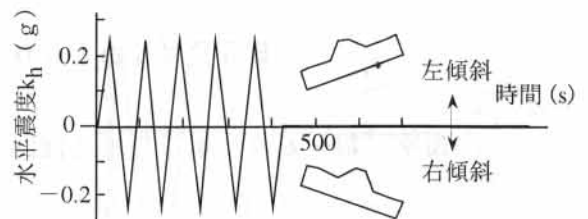


図-3 傾斜による水平震度

Key Words : 砂地盤、液状化、間伐木杭、遠心模型実験、静的震度法

連絡先 : 558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 電話 06-6605-2724 FAX06-6605-2769

左右隔壁の横方法への傾斜の様子から、砂地盤の一般的なせん断変形を比較すると、杭の打設間隔が密になるほど変形が抑えられている。堤体近傍の変形は、杭なし条件では地盤が左右に押し広げられているが、杭あり条件では、杭密度と列数が増えるとともにこの変形量は小さくなる。図には杭打設後の公称相対密度を記している。

図-5 に杭打設後の改良範囲内の Dr と、傾斜段階ごとの堤体天端沈下量を示す。沈下量は供試体変形と同様に、徐々に小さくなっていく。ほとんどの実験条件で、大きな沈下は1波目までに終了し、その後はなだらかに進んでいく。供試体変形と同様に、杭の打設密度が上がるとともに沈下量も小さくなる。

図-6 に傾斜中の間隙水圧の変化を示す。静的傾斜では動的振動実験とは異なり、短時間のピークが見られる。これは局部的な滑り現象に起因すると考えられる。杭なしの場合はピークの値が大きく、発生回数も多い。

非排水条件 供試体傾斜周期が大きいため、変形量の大きい最初の0.5波以降は排水条件に近いと考えられる。これを克服するために、間隙流体の粘性を水の400~600倍に上げた実験を別に行った。ただし、上記のような模型飽和方法は時間がかかりすぎるので、砂に所定量のHDMC粉末を加えて模型を製作し、遠心加速度場で水を上記の方法で押し出し、砂地盤を飽和させて間隙中のHDMCを溶解させる方法を取った。さらに遠心加速度場の動的な振動実験(間隙水は水)を行った。これらは、非排水せん断条件が満たされているが、定性的にはここに紹介する実験結果と同様に杭の打設効果が確認できた。

最後に、動的遠心振動実験に協力頂いた東洋建設(株)鳴尾研究所に謝意を表します。

参考文献 高田・土橋・佐野:木杭密打ちによる堤体の耐震強化、第35回地盤工学会、p.2295-2296、2001

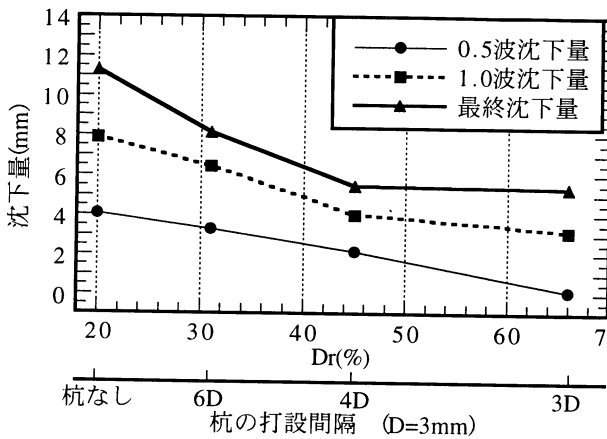


図-5 堤体沈下量

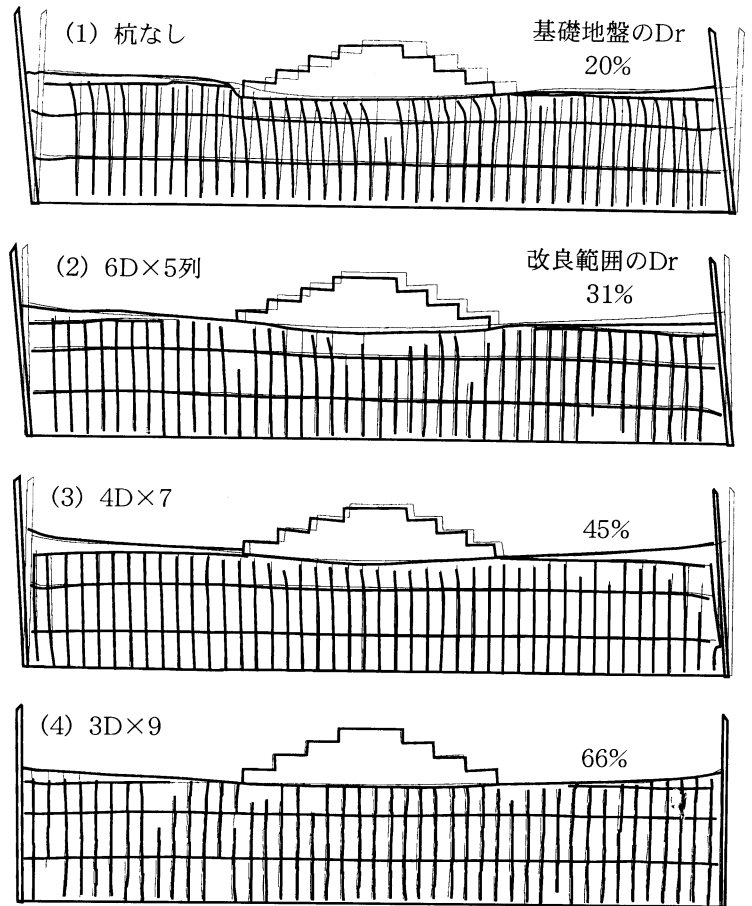


図-4 0.5波目での供試体変形

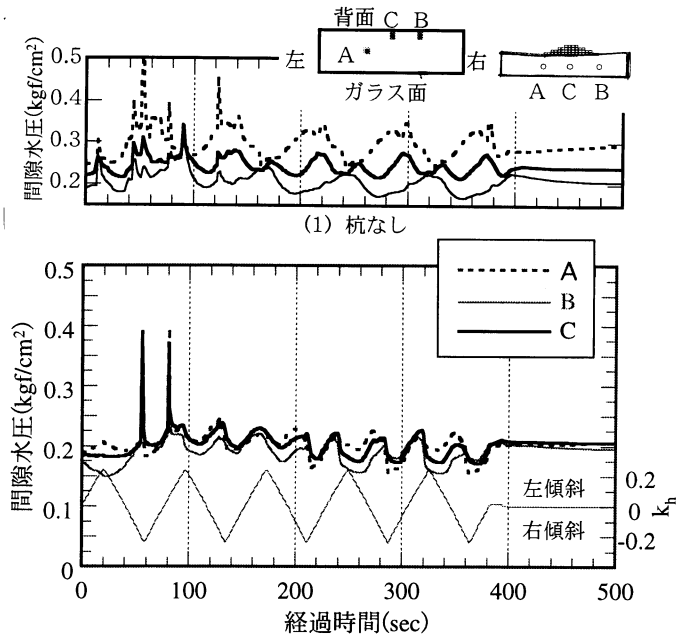


図-6 間隙水圧の変化