

パイプヒーティング用コンクリート版の要素実験

山口大学大学院 学生会員 ○森本公典，宮川 誠，三村陽一

山口大学 正会員 吉武 勇，浜田純夫

(株)エイトコンサルタント 正会員 辻 和秀

1. はじめに

本研究は，地下水や地熱などの自然エネルギーを活用し，経済的かつ環境負荷の小さい融雪が可能となるパイプヒーティングに着目したものである．本研究では，その構造性能を確認するため，圧縮応力場において埋設パイプが鉄筋等の付着に及ぼす影響，および埋設パイプを有する鉄筋コンクリート版の弾性支持条件下における破壊強度・性状について検討した．

2. 押抜き付着実験

2.1 実験供試体

コンクリートの配合条件および鉄筋・パイプの諸元を表-1，表-2に示す．図-1に示すように，鉄筋の押抜き付着実験では鉄筋とパイプを重ねて埋設したもの(S-SP)，鉄筋のみを埋設したもの(S-S)，パイプの押抜き付着実験では鉄筋とパイプを重ねて埋設したもの(P-SP)，パイプのみを埋設したもの(P-P)の計4種類の供試体を作製した．

2.2 実験結果および考察

本付着実験における定着長は，鉄筋あるいはパイプの径D(鉄筋：公称直径，パイプ：外径)の3倍(3D)と比較的短くすることで，平均付着応力の最大値をもって付着強度とした．

図-2に示すように，S-SP供試体における鉄筋の平均付着強度は，S-S供試体に対して97%とほぼ同程度であった．このことから，鉄筋に対し線接触状態で配置された埋設パイプが，鉄筋とコンクリートの平均付着強度に及ぼす影響はほとんどないと考えられる．また，パイプとコンクリートの平均付着強度は，P-SPおよびP-P供試体のいずれも，鉄筋とコンクリートの付着強度の10%にも満たない．この結果より，圧縮応力場においてパイプは低い応力レベルでコンクリートとの付着を損なうことが予測され，コンクリートと一体となり応力を負担することができないと考えられる．

3. 鉄筋コンクリート版載荷実験

3.1 実験供試体および実験方法

コンクリートおよびパイプ等は押抜き付着実験(表-1，表-2)と同様である．また，実験に用いた供試体の詳細を表-3および図-3に示す．図-3に示すように供試体中央に設置した載荷板

表-1 コンクリートの配合条件

W/C (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 Ad
	セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	
55	300	165	819	1040	0.01C

表-2 鉄筋・パイプの諸元

		規格	径	周長
付着実験	鉄筋	D19 SD295A	19.1mm	60mm
	パイプ	SGP-15A	外径：21.7mm 内径：18.9mm	68.2mm
載荷実験	鉄筋	D10 SD295A	9.53mm	30mm
	パイプ	SGP-6A	外径：10mm 内径：6mm	31.4mm

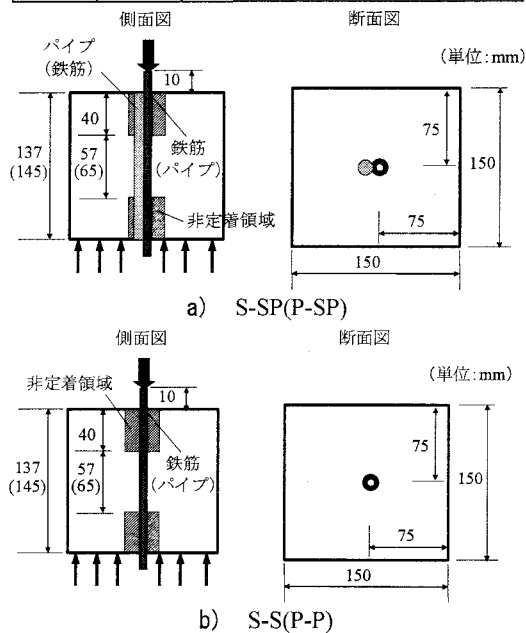


図-1 押抜き付着実験供試体

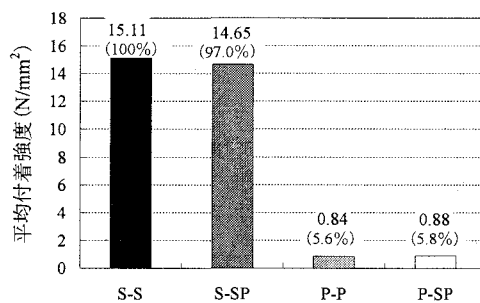


図-2 実験結果(押抜き付着実験)

表-3 供試体名称

供試体	載荷位置	パイプに対する主鉄筋方向
A	パイプ上	直交
B		平行
A'	パイプ間	直交
B'		平行

(100mm×50mm)を介して静的載荷を行った。また、供試体下面にゴム板を設置することで、弾性支持状態を模擬した。

3.2 破壊状況

図-4 に示すように、埋設パイプと主鉄筋が直交する供試体 A、A' の静的荷重に対する終局破壊状況は、主鉄筋方向にひび割れが生じるものであった。これは、埋設パイプに比べ剛性の高い主鉄筋が主に荷重を受け持つためと考えられる。また、供試体 B では載荷直下のパイプ上にのみひび割れが生じたのに対し、供試体 B' では両側のパイプ上に沿ってひび割れが生じた。これは、図-5 に示すように供試体上面付近において、供試体 B では、中央の鉄筋およびパイプが変形に抵抗するが、供試体 B' では、変形に対しコンクリートのみで抵抗するため、供試体 B に比べ変形が大きく、コンクリート上面に引張力が卓越したものと推察される。

3.3 破壊挙動

図-6 に示すように、埋設パイプと主鉄筋が直交する供試体 (A、A') の破壊荷重が 490kN 程度であるのに対し、パイプと主鉄筋を平行に配置した供試体 (B、B') の破壊荷重は 470kN、333kN と低いものであった。

また、破壊荷重の 11~16% に相当する 35~79kN において、載荷荷重が一時低下するとともに、パイプひずみに急変点がみられた (図-7)。この際、供試体表面部にはひび割れの発生は確認されなかったが、供試体内部において微小な損傷 (ひび割れ) が発生しているものと推察される。衝撃の影響を含む設計上の交通荷重 156kN は、本研究 (1/2 モデル) における載荷荷重の 7.8kN に相当する。しかしながら、交通荷重に相当する 7.8kN は、供試体 B' における内部ひび割れ発生荷重 35kN の 22% にすぎず、疲労破壊に至るまでには長い年月を要することが予想される。

4. まとめ

- (1) パイプを鉄筋と線接触状態で配置しても、圧縮応力場における鉄筋とコンクリートの付着強度に及ぼす影響はほとんどない。
- (2) 埋設パイプとコンクリートの付着強度は、鉄筋とコンクリートの付着強度の 10% にも満たない。
- (3) 埋設パイプを有する鉄筋コンクリート版の静的載荷試験では、埋設パイプに対し主鉄筋を沿わせて配置した場合、コンクリート版上面にパイプに沿ってひび割れが生じた。また、パイプに対し主鉄筋を直交させた場合、コンクリート版上面に主鉄筋方向にひび割れが生じた。
- (4) 終局耐力の 11~16% に相当する低い荷重レベルで、供試体内部に微小な損傷 (ひび割れ) が生じる可能性があるが、実際の交通荷重は内部ひび割れ発生荷重の 20% 程度であり、疲労破壊の可能性は事実上無視できるレベルと予想される。

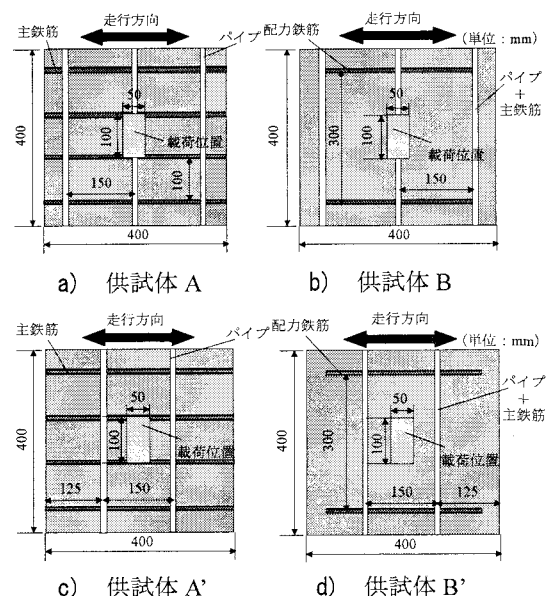


図-3 鉄筋コンクリート版供試体

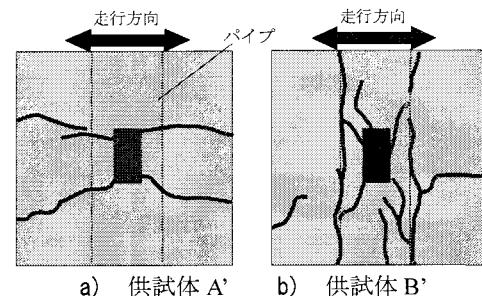


図-4 ひび割れ状況

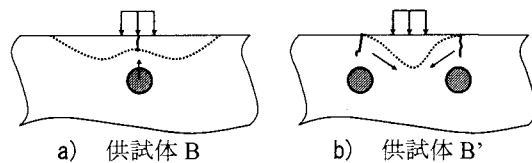


図-5 供試体上面の変形状況

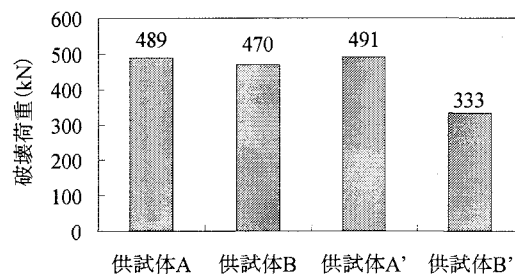


図-6 破壊荷重

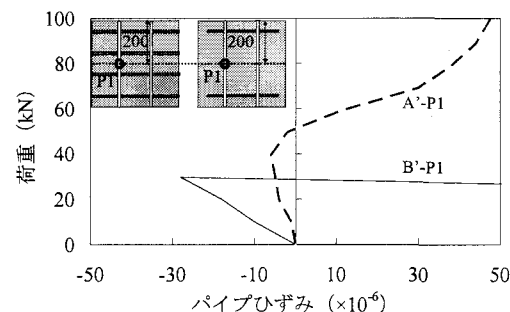


図-7 荷重-パイプひずみ