

日本電信電話公社 正員 伊藤 和五郎
 “ “ 西野 博
 久保田 鉄工所 山崎 太郎
 “ “ 岩元 隆嗣

電々公社では、ケーブル保護管として金属管（鋼管、鋳鉄管）が広く使用されているが、プラスチック材料の進歩に伴い、そのすぐれた化学的、物理的特性に着目し、この金属管に代わるべき管種として硬質ビニル管も取上げ、昭和30年より一連の基礎調査を実施し、更に建設実験を実施した結果、強度、耐用上実用な使用することが判明した。ここにその大要を述べる。

1) 硬質ビニル管の物理的特性

ビニル管の物理的諸特性は第1表に示すとおりであるが、その組成がいわゆる高分子物質であるため極めて特殊の性質を示す。

(a) 耐化学薬品性が非常に優れていて、腐食による強度低下が小さい。

(b) 電気絶縁性が優れている。

(c) 軽量である。

(d) 直向衝撃に強い。

(e) 温度依存性が顕著である。

(f) 熱膨張係数が大きい。

2) 引張応力と歪

ケ管の試験管（内径89mm、外径97mm）を管軸に沿って切取った試験片の引張り荷重変形曲線は第1図の通りである。この図から初めのうちはフックの法則に従う弾性域があり、次に変形の回復に時間を要する遅延弾性域に移る。応力-歪曲線は近似的にフックの法則に従うが厳密には非線形のものが得られ、弾性係数も一定値を示さず明確な比例限界、弾性限界を区別できず遅延弾性域を含めて近似的に引張強度の80~90%と比例限界弾性限界と考えている。

3) 偏平強度

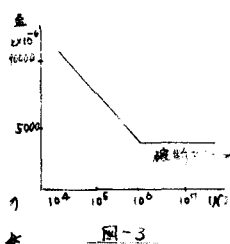
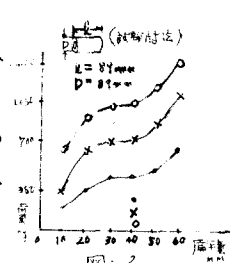
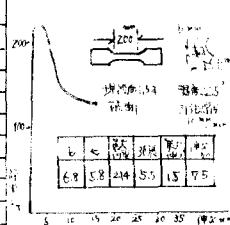
試験管の場合には鋳鉄管、鋼管のように明確な破断状態がみられず荷重の増加に従って偏平量が増大して行く。ケ管（外径97mm、壁厚8.0mm、長さ5.5m）3種の荷重と偏平量との関係は第2図のとおりである。

4) 繰返し応力による疲労

試験管の繰返し応力を調査するためビニル管と同質のビニル板試験片に種々の平面の曲げ応力をおよぼし試験片の破断までの繰返し回数と歪との関係を調べた結果第3図に示す関係曲線が得られた。これによると10回までは直線関係を示し10回を越えると直線は破断に平行となり、歪が3.12x10⁻³の場合1.5x10⁻³回に達しても破断しない。

第1表

項目	単位	数値	項目	単位	数値
比重		1.43	破壊固有特性	22cm	10 ⁻³ 2.5
破断伸び	% 20 ⁰	100~150	耐電圧	V/cm	4000~5000
引張強度	kg/cm ²	500~550	膨張率	%	-1.8
伸び係数	kg/cm ²	3.31x10 ⁻⁴	膨張率	%	5.2~6.0
熱心率	%	8.2~8.8	耐電圧特性	kg/cm ²	0.015
使用温度	°C	0~65	耐電圧	kg/cm ²	2.5
流動温度	°C	100~125			
25℃熱	kg/cm ²	0.5			
熱伝導率	W/m°C	0.15			

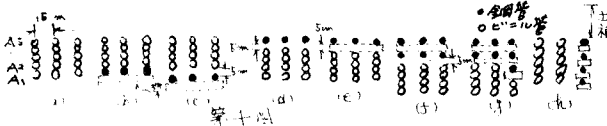


(5) 振動

供試管は金属管と異なり重量が軽いことと弾性係数が小さいことにより金属管と比較して振動モードが異なる。一般に橋梁に添架した場合の管の固有振動は $\frac{(3.14)^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{IEI}{\gamma A}} \leq f \leq \frac{(4.73)^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{IEI}{\gamma A}}$ で表わされる。この右辺は両端固定左辺は両端支持の固有振動数を示す。f: Frequency-----cycle/sec
 L: Supporting Space-----meter
 E: Elastic Modulus-----kg/cm²
 g: Acceleration of Gravity-----cm/sec²
 r: Weight-----kg/m
 A: Section Area-----cm²
 I: Moment of Inertia-----cm⁴
 従って実際には中間の値をとることになるはずで実験結果はほぼ中間値になっている。即ちトラス橋で10~30⁴sec/ga
 ダー橋で20~40⁴sec/gaであり管が共振しないためにはLの長さを6<L<12とすることが必要である。1がL<12とする
 これは実際問題困難であり、管の配行も考慮してLは2~3mとするのが最も望ましい。

(6) 供試管の埋設実験

供試管を第4図に示すような方法で埋設し最上段の管より土被りを60cmと120cmとにわけ埋設した土の性質と粘土とにわけて重車兩下20の通過時における各段別の管に生ずる歪量の測定と、又重車通過の通過前後等による静荷重を測定した結果下記事項が判明した。今回の実験に使用した供試管は前
 記基礎実験結果より内径83mm外径96.0^{±0.6}mm肉厚6.5^{±0.5}とし継手部はふくらみによる継手ではなく、カ
 ラー方式を採用した。又材質は重合度1060^{±50}継手800^{±50}とし比重14~15、管継手にも可塑性を含まない
 ものである。



(i) 重車通過時に生ずる動歪は円周方向が管軸方向より大きい。

(ii) 埋戻し土の砂と粘土との場合では動静歪とも粘土で埋戻した場合の方が発生歪は大きい。第5図に示すようなすべての工法について有意性は認められた。

(iii) 埋設深度については深い方が歪の発生は小さくなり、土被60cmと120cmでは最大歪で30%減になる。

(iv) 埋戻し土による静歪は第6図に示すように中間部に最大値が生ずる。

このことは理論的にマクセン、フリューリッゲン公式にあてはまる。

(v) 従ってビニル管のような可塑性のある管に対しては埋戻し時の転圧による影響が大きい。

(vi) 以上の結果より静動歪を加えた工率別最大歪の工率平均値を算出して、供試管の偏平量が2%以内とする条件とした場合

の許容歪量は円周方向歪で8000~9500^{×10⁻⁶}である。従ってこれらの

結果より地盤軟弱(N値-2以下)土被60cmの場合でも埋戻し土を

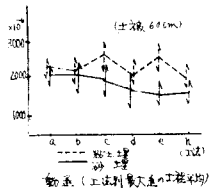
砂質土とすれば管の配列の最上最下段の鋼管を数多くして6200~

8300^{×10⁻⁶}であり、許容歪量以下となる。しかし粘性土で埋戻し土

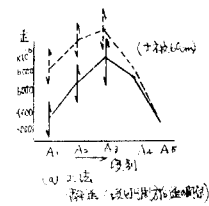
とした場合は地盤良好の場合でも歪は2000~3000^{×10⁻⁶}程度の増加とな

り好ましくない。ビブログラマの使用は数100^{×10⁻⁶}程度の歪量であり問題はない。

以上の結果より地下埋設管としてのビニル管はその材質、布設工法を明確に、実用化された。



第5図



第6図