

実管を使用した下水道管路耐震実験

社団法人 日本管更生技術協会 畑中光司

(1) 概要

大きな地震が発生すると、下水道管は大きな被害を受けることが予想されます。地震が発生すると地盤が液状化を起し、マンホールが浮き上がったり道路が陥没し車が通れなくなります。下水管がマンホールから抜け出しなどにより、下水がながれなくなって使った水が流せなくなるなど、さまざまな問題がおこります。そのため地震対策の方法として、下水道管路の更生工事がおこなわれています。この更生工事で使用されている耐震構造計算の値を計算のみの確認だけでなく、外側をヒューム管で覆われた CIPP（管状樹脂吸収材ポリエステルフェルトに熱硬化性樹脂を含浸したライニング材）を管内に挿入しライニング材内部を加圧してヒューム管壁内に押圧して硬化させることにより、ヒューム管内面に連続した一体構造のプラスチックパイプを形成させた。その実管を用い計算値を満足していることを確認することにした。長さ30m、口径φ250mmの試験体を使い、地震動を発生させる。そのときの漏水および抜け出し量、許容および終極の屈曲角の確認をした。試験を行った結果、レベル2地震動の約4.0倍のふり幅で試験しても漏水および抜け出しも発生しなかった。そこで連続した一体構造の CIPP はどこまで耐えられるのか、さらに検証を行った。その結果、一体構造物の CIPP は、マンホールからの抜け出しがなかった。このことから、更生管は、ひずみを吸収する免震構造管路に分類されると思われる。

(2) はじめに

CIPP（更生管）： 管状樹脂吸収材（ポリエステルフェルト）に熱硬化性樹脂を含浸したライニング材を老朽管内に挿入し、ライニング材内部に加圧して老朽管内に押圧した状態で硬化させることにより、老朽管内に連続した一体構造のプラスチックパイプを形成し老朽管路を更生する工法である。このCIPPが、地震が発生した時どのようなになるのか、又耐震計算値を満足するのか、実管を使って検証することにした。

(3) 実験方法

（財）下水道推進機構で計算値が検証され確認証明報告書が発行されている。しかし本試験はCIPPのみでなく外側にヒューム管を設けた状態での試験であるため、重要な試験となるであろう。

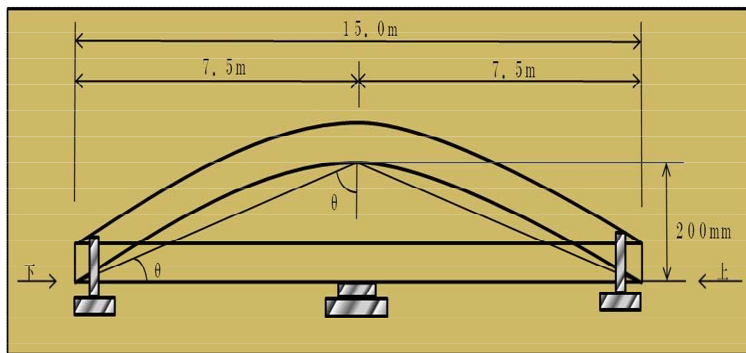
φ250mm、土被り2.2m、長さ30m液状化による沈下量300mmと仮定したときの計算値はレベル1で地震による屈曲角0°0'46"、地震動による抜け出し量1.34mmである。

レベル2で地震による屈曲角0°2'38"、地震動による抜け出し量4.48mm、測方流動による抜け出し量28.12mm、地盤沈下による屈曲角2°17'31"、地盤沈下による抜け出し量4.00mmである。この計算値を確認するため、以下の試験体を作成し試験を行った。

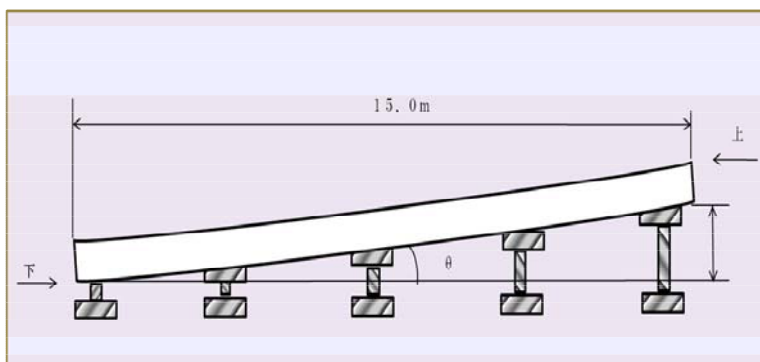
- a, 長さ15mのヒューム管内にCIPPで更生させた試験体に最大振幅250mmで地震動を発生させる。
- b, 長さ30m、沈下量300mmでの漏水及び抜け出し量の確認。
- c, 許容及び終極の屈曲角の確認。

この実験で計算値を満足していることを確認することにした。又、試験値を満足できたなら、終極値はどれくらいなのか、重ねて実験する。

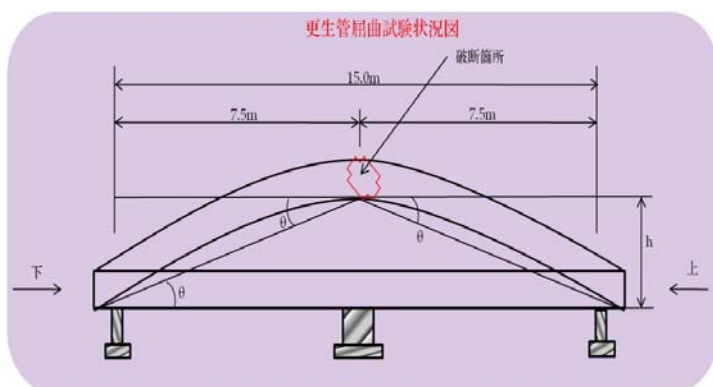
地震動（最大振幅 200mm）試験状況



漏水拔出し試験



許容及び終極屈曲角試験



(4) 実験結果

長さ15mの試験体の中心部を上下させ、最大振幅200mmで地震動を発生させた試験（約50回の振動）で、検体（CIPP）に異常はみられなかった。又、管口でのCIPP（更生管）の抜出しも発生しなかった。レベル2での屈曲角の計算値である $0^{\circ} 2' 38''$ をはるかに上回る屈曲角 $1^{\circ} 31' 39''$ を有する地震動に耐えることを確認した。又、更生管屈曲試験長さ30mの試験結果で、変位量300mm、屈曲角 $2^{\circ} 17' 31''$ 、0.03Mpa漏水試験でも漏水なし、TVカメラ調査でも異常はみられなかった。抜出しもみられなかった。この結果から液状化（シミュレーション）による沈下（L=30m,300mm）が発生した場合であってもCIPPには十分耐えることを確認した。許容範囲に十分耐えることを確認したので、終極についても確認した。

CIPP（更生管）の耐震性能集計表 $\phi 250\text{mm}$

NO	変位量 (mm)	屈曲角 2θ	屈曲角 θ	抜出し量 →下	抜出し量 ←上	注水テスト 0.03Mpa漏水状況	CIPP 状況
1	100	$1^{\circ} 31' 40''$	$0^{\circ} 45' 50''$	0	0		変化なし
2	200	$3^{\circ} 3' 18''$	$1^{\circ} 31' 39''$	0	0		変化なし
3	300	$4^{\circ} 56' 54''$	$2^{\circ} 28' 26''$	0	0		変化なし
4	400	$6^{\circ} 6' 20''$	$3^{\circ} 3' 10''$	0	0	H=370mmで漏水	370mmで漏水
5	500	$7^{\circ} 37' 40''$	$3^{\circ} 48' 50''$	(0)	(0)		410mmで破断

許容屈曲角	$5^{\circ} 38' 54''$	h370mm
終極屈曲角	$6^{\circ} 15' 28''$	H410mm

(5) 考察

本試験によりCIPP（更生管）の耐震性を確認した結果、地震動に対する耐震性は、レベル2の地震で発生する振幅の40倍の振幅での試験を実施した結果、CIPP(更生管)には漏水クラック等の異常は全くみられなかった。

又、管端部でのCIPP(更生管)の抜け出しの発生は観測されなかった。本耐震の検証試験は当初計算で予測した管端部での抜出しは無く、又レベル2の地震動で発生する振り幅の45倍の振幅で振動させてもCIPP（更生管）に何ら異常は見られなかった。

(6) 結論

このような結果から、CIPP（更生管）は、継手のない可とう性の一体構造管路であり継手で変位を吸収する継手構造管路と違いCIPP（更生管）自身が変位により発生するひずみを吸収するものと思われる。現在の耐震構造設計では、抜出しが発生するとなっているが、実験の結果、抜出しの発生もなく地震後の調査でも抜出しの発生は見られなかった。すなわち地震による地盤の変位を更生管自身がひずむことにより変位を吸収する免震構造管路と分類できるとと思われる。

今後、検証を積み重ねることにより免震構造管路として機能することが確実に検証せきることが可能となった場合は、管更生に大きい管路の耐震性が期待できる。

又、東北地方太平洋沖地震によるCIPPの追跡調査結果でも同様の結果を確認している。

問合わせ先：一般社団法人 日本管更生技術協会 本部事務局 海老原香里

茨城県常総市篠山175-3

TEL 0297-30-8102

E-mail kanto@jpr-ta.com