

川崎製鉄株式会社 正員 嶋 文雄
同 上 正員 ○行友 浩
同 上 井上末富

1. まえがき

仮締切兼用鋼管矢板井筒工法はパイプ状継手を有する鋼管矢板を連続して打込み、支持層から水面上まで井筒を立上げ、井筒上部は止水処理を施して仮締切壁とし、下部はフーチングとともに基礎とするものである。このような方法を用いれば施工が合理化され、工期が大幅に短縮されるだけでなく、仮締切壁が鋼管矢板から成り、根入れが支持層に達しているため施工中の仮締切壁の安定性がきわめて大きい。しかしながら本工法が普及するにつれて井筒形状が大型化し、施工深さが深くなる傾向にあり、従来あまり問題にならなかった仮設時の鋼管矢板の応力、変形が本体構造物に及んだり、鋼管矢板の局部変形、断面変形を誘発することもあると考えられるので入念な施工はもちろんのこと、十分な施工管理が望まれる。本報はこれに関して、仮締切壁として用いられる鋼管矢板の耐力に注目した実大鋼管の曲げ試験を行い、施工中の鋼管矢板壁の安全性について検討するものである。

2. 試験の概要

鋼管矢板を腹起し、底盤コンクリート等に支えられた連続梁と考えれば鋼管矢板はそれらの位置において大きな支点反力を受けることになる。鋼管矢板のこのような荷重状態を想定し、実大鋼管を用いて曲げ試験を行った。試験は図-1に示す2系列である。Ⅰ系列は鋼管中詰コンクリート等によって鋼管そのものを補強し、曲げ変形に対するそれらの補強効果を検討する。Ⅱ系列は鋼管径(D)および肉厚(T)の異なる大径鋼管の耐力とD/Tの関係を求めるとともに、

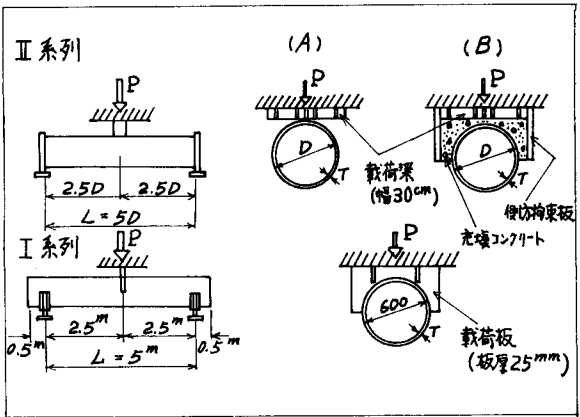


図-1 試験体形状

支点反力を受ける位置の鋼管矢板の補強方法として鋼管矢板と腹起しとの間にコンクリートを充填することによる効果を調べる。試験に用いた鋼管は表-1、表-2に示すようにⅠ系列ではD=600mm、L=6m(支間5m)、Ⅱ系列ではD=609.6, 812.8, 914.4, 1500mm、L=5Dである。なお使用したコンクリートおよびモルタルは早強剤を使用して7日後の強度が180~200Kg/cm²程度のもの、鋼管材はSTK41である。

3. 試験結果

Ⅰ系列： 表-1および図-2にⅠ系列の試験結果を示す。表中のPyは降伏耐力、αはM-1に対する降伏耐力の増加率を示す。曲げによって鋼管の断面が変形しないと仮定した場合M-1、M-2の計算降伏耐力は鋼材の降伏応力σy=2400Kg/cm²とすればそれぞれ3.17t、4.67tとなり実験値に近い値を示している。Ⅱ系列： 表-2および図-3にⅡ系列の試験結果を示す。表中のβはコンクリート補強による

表-1 Ⅰ系列の試験体および試験結果

表-2 Ⅱ系列の試験体および試験結果

I	D _{mm}	T _{mm}	D/T	P _y t	α	鋼管内補強方法	Ⅱ-A	D _{mm}	T _{mm}	D/T	P _{yA} t	β	Ⅱ-B	P _{yB} t
M-1	600	6.0	100	31.5	1.00	補強なし	MA-1	609.6	6.4	95.3	3.0	20.7	MB-1	62
M-2	"	9.0	67	51.0	1.62	補強なし	MA-2	"	9.0	67.7	12.4	8.1	MB-2	100
M-3	"	6.0	100	56.5	1.79	普通コンクリート中詰	MA-3	"	16.0	38.1	54.0	4.2	MB-3	228
M-4	"	9.0	67	85.5	2.71	鉄筋コンクリート中詰	MA-4	812.8	"	50.8	50.7	4.0	MB-4	200
M-5	"	6.0	100	62.0	1.97	膨張コンクリート中詰	MA-5	914.4	"	57.2	37.2	6.8	MB-5	254
M-6	"	"	"	77.5	2.46	スラッド付内管・膨張モルタル中詰	MA-6	1500	"	93.8	26.5			

降伏耐力の増加率を示す。 $\beta = P_y / P_y$ 。

以上、鋼管中詰コンクリートの補強効果は70～80%の耐力の増加として現われ、さらに鋼管肉厚の増加による耐力の増加は肉厚のほぼ二乗に比例することが確認された。なお鋼管は集中荷重によつて巨部変形、断面変形を生じやすくコンクリート等により荷重を分散させることは鋼管の耐力を増加させる上できわめて効果が大いことが確認された。

4. 実験結果の考察と仮締切壁の検討

以上の結果と図-4 (a) の仮締切兼用鋼管矢板井筒基礎の設計モデルを用いて仮締切壁の安全性について検討する。

モデルの設計荷重は $V_0 = 1000\text{ t}$ 、 $H_0 = 400\text{ t}$ 、 $M_0 = 3000\text{ t}\cdot\text{m}$ 、フーチング天端の許容変位は $\delta_{0a} = 10\text{ mm}$ である。モデルの鋼管矢板は実験結果と対比するために $\phi 600 \times \text{t} 9.0$ を用いたが実際には $\phi 800 \sim \phi 1200$ が多く使用されている。支保工を行いながら井筒内をドライにしてゆく過程における仮締切壁の挙動を調べるために、鋼管矢板を腹起し、底盤コンクリートおよび軟弱地盤に支えられた(バネ支持)連続梁として試算すれば、(b)、(c)の変位分布、曲げモーメント分布、表-3の支点反力が得られる。このように仮設時において腹起し、底盤コンクリート付近の鋼管矢板にはかなり大きい荷重が作用することが明らかである。これを実験値と対比する。まず腹起し位置では2段目支保工設置直前の荷重状態が鋼管矢板に対して最も危険な状態となり、1.4 t

(安全率1.09)、コンクリートにより補強した場合(MB-2)は100 t (安全率8.1) となり、鋼管矢板と腹起しとの間にコンクリートを充填すればかなり仮締切壁の安全性を高めることができる。また底盤コンクリート位置では井筒内ドライアップ完了時が最も危険な状態となり、鋼管矢板は85.6 tの支点反力を受ける。この位置は1 m厚のコンクリートで支えられることになるのでMB-2と対比すれば安全率は1.17となる。さらにこの部分の鋼管内にはフーチングの補強をかねて中詰コンクリートが施されており、その補強効果を加算すれば、安全率は2.0となる。

5. むすび

本実験は仮締切兼用鋼管矢板井筒工法に関する研究の一環として行われたものであるが、鋼管矢板は大規模土木工事における山留材としても汎用されており、その断面変形、局部変形に対する山留工の安全性を検討する上でも貴重な成果であつた。

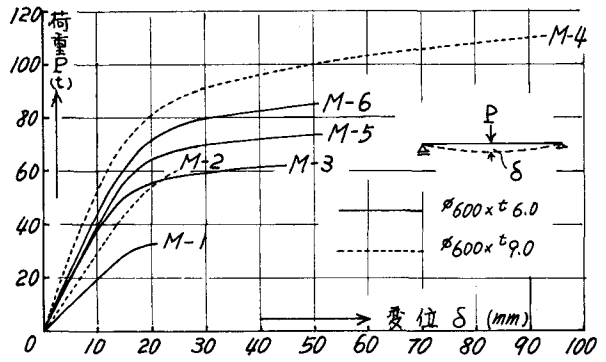


図-2 I系列の荷重-変位

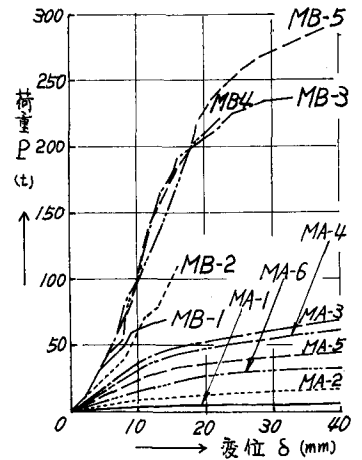


図-3 II系列の荷重-変位

表-3 支点反力

	①	②	③	④
1 段	0.5	11.4	9.3	9.6
2 段			6.8	6.2
3 段				0
底盤			45.4	67.0

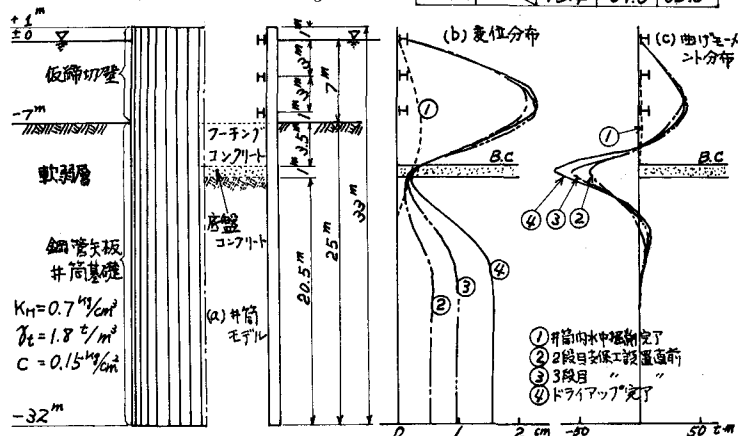


図-4 仮締切兼用鋼管矢板井筒の設計モデル