

リモコン式放水砲の研究試作

松 川 渉*
伊 藤 金 夫*
高 橋 伸 実*

遠隔操作式強力放水銃については昨年9月第1号機を試作し、所報第2号で紹介したとおりであるが、その後さらに性能、機構等に改良研究を加えた第2号機を試作することができたのでその概要を報告する。

1. 改良事項について

1. 放水性能を約2倍に増大した。
ノズル口径50.8mm、ノズル圧力15kg/cm²において最大放水量 6,500l/min まで可能とした。
但し、このときの放水仰角47°以上。
2. 加重用タンクの容量を増大した。
放水性能の増大に伴って放水時の安定性を確保するため、1個のタンク容量を100ℓとし、2個で200kgに増大した。
3. 加重用タンクに充水自動停止装置を採用した。
放水準備操作の簡易迅速を図るため、充水完了時に充水コックが自動的に閉止し、充水を停止する装置を設けた。
4. 補助枠展開時に主枠に固定する方法を簡易化した。
5. 放水開始のコックレバー操作を遠隔操作によって開始できるようにした。
6. ホースの結合が容易にできるよう、放水砲本体に三口集水器を装置した。
7. 放水流の拡散防止と長射程を得るため、管そう内部に整流板を設けた。
8. 管そう取付部に互換性をもたせ、大量泡沫発生ノズルも取付けられるようにした。
9. 噴霧ノズルおよび水幕ノズルを附属し、必要に応じて交換できる機構にした。
10. 当該放水砲をホースカーと同一車輪の台車に積載し、ポンプ車に車載運用できる形式にした。
11. 大型化に伴って重量が増加するので、装置の一部にアルミニウム合金を使用し、搬送時重量の軽減を図った。

2. 構造概要

このリモコン式放水砲の主要な部分は、放水砲本体遠隔操作するためのコントロールバルブとホースリールを含む、操作台およびこれを積載して搬送するための台車などの3つの部分に大別できる。

細部については第1号機と類似している点が多いので、今回は主な改良事項のみについて述べることにする。

1. 放水ボールコックの開放機構について

放水開始を自動化する機構として、放水ボールコックには閉止時にコックレバーを固定するための止金具、放水開始時に開放するためのスプリングが附属し管そう部の仰角を最高位置にすれば止金具がはずれ、スプリングの作用によってコックが開き放水を開始する機構となっている。

2. 加重用タンクについて

加重用タンクは密閉型とし、上面をチャックによる閉閉方式とした。さらにチャック部からの漏水を防止するため二重張りにしてあり、この二重張り部はホックにより着脱容易である。

各タンクのボールコックに面する部分の中央には屈折式支柱があって、両タンク支柱の頂部は互いにチェーンで結ばれてタンクのバランスを保つようになっている。

3. 充水自動停止装置について

加重用タンクに充水する導水管の途中には充水コックがあって、このコックは加重用タンクの上端とワイヤーロープで連結され、タンクが満水になるにしたがって充水コックは自動的に閉止し、充水を停止する機構になっている。

4. 台車について

台車はポンプ車に積載するホースカーを改造したもので、放水砲と操作台を積載し、2本のピンで固定できる。

台車の前部左右には、各種ノズルおよびスパナ等の

* 第三研究室

付属品が積載できるようになっている。

3. 試作放水砲の諸元

1. 放水砲

(1) 全 長	1,670mm
(2) 全 幅 (放水時)	1,570mm
(3) 全 幅 (折りたたみ時)	680mm
(4) 全 高 (")	770mm
(5) 全重量 (乾燥時)	138kg
(6) 旋回角度	60度
(7) ふ仰角度	ふ角0度, 仰角70度
(8) 送水管内径	75mmφ
(9) 送水ボールコック内径	65mmφ
(10) 耐 圧 力	20kg/cm ²

2. 操作台

(1) 全 長	340mm
(2) 全 幅	520mm
(3) 全 高	660mm
(4) 全重量 (ホースリールおよびホースを含む)	44kg
(5) 耐 圧 力	20kg/cm ²

3. リモートホース

(1) 全 長	30m
(2) 外 径	18mm
(3) 耐 圧 力	20kg/cm ²
(4) 材 質	ゴムキャンパス入
(5) 本 数	3本

4. ホースリール

(1) 全 幅	340mm
(2) リール外径	325mm
(3) 胴 外 径	210mm

5. 加重用水タンク

(1) 容 量 (1個につき)	100ℓ
(2) 寸 度	430×540×445 ^H mm
(3) 材 質	綿帆布外面アルミックス加工
(4) 個 数	2個

6. 台 車

ホースカー改造型, 自在補助車輪付三輪式	
重 量	88kg

7. 付 属 品

(1) ノズル	ストレートノズル	3個
	(38.1, 44.4, 50.8mm)	
	噴霧ノズル	1個
	水幕ノズル	1 "
	泡沫発生ノズル	1 "
(2) スパナ	65mmホース用	1 "
	泡沫発生ノズル用	1 "

4. 実験結果

各種性能実験の結果はつぎのとおりである。

1. 加重用水タンクの充水試験

ポンプ圧力7kg/cm²で送水し, 充水コックを開いてからタンク内に満水するまで90秒を要し, 充水コック自動閉止装置が有効に働くことが認められた。

2. 遠隔操作 (起伏旋回) 試験

操作台の指示圧力が7.5, 10.5kg/cm²になるように送水し, 「起」の場合, 管その部の仰角が0度の位置でリモコンレバーを操作し, 仰角70°に到達するまでの時間を測定した。以下「伏」「左→右」「右→左」についても同じ要領で測定した。

その結果は第1表のとおりである。

第1表 起伏・旋回操作試験結果

動 作 別	動作角度 (度)	操作台指示圧力 (kg/cm ²)	所要時分 (sec)
起 (水平から)	70	7.5	46 ~ 52
		10.5	28 ~ 31
伏 (70度から)	70	7.5	13
		10.5	13
旋 回 (左から右)	60	7.5	15 ~ 16
		10.5	11
旋 回 (右から左)	60	7.5	13 ~ 14
		10.5	10

3. 放水開始操作試験

操作台指示圧力10kg/cm²で操作を行ない, いかなる旋回角度において仰角を最高位置 (70度) にすれば, 放水コックは自動的に開放し, 放水できることが認められた。

4. 放水反力対応試験

放水砲をコンクリート上に設置し, これにポンプ車2台で4口送水した。試験の条件は管そのの仰角を0度および25度, ノズル口径を38.1, 44.4, 50.8mmの3種とし, ポンプ圧力を徐々に上げて放水砲本体が後退しはじめるときのノズル圧力と後退しはじめてから10秒間に移動した距離を測定した。

その結果は第2表のとおりである。

5. 放水射程測定試験

仰角25度と一定にして, 前項の試験で得た安全限界最高圧力における放水射程を測定した。なお, 送水能力の関係で最高圧力を得られない場合もあった。

また, 噴霧ノズルは15kg/cm², 水幕ノズルは10kg/cm²

で行なった。

その結果は第3表のとおりである。

第2表 放水反力対応試験結果

ノズル口径 (mm)	仰角 (度)	旋回角 (度)	ノズル圧力 (kg/cm ²)	放水量 (l/min)	反動力 (kg)	放水砲移動距離 (mm)	摩擦係数
38.1	0	0	9.8	2,970	213	4	0.61
38.1	0	右 30	11.0	3,110	239	50	0.68
38.1	25	右 30	14.2	3,580	309	安定	—
44.4	0	0	8.5	3,750	250	安定	—
44.4	0	0	8.5	3,750	250	150	0.72
50.8	0	右 30	6.0	4,140	234	安定	—

第3表 放水射程測定試験結果

ノズル別 (mm)	ノズル圧力 (kg/cm ²)	放水量 (l/min)	反動力 (kg)	射程および状況 (m)
直状ノズル 38.1	15.5	3,740	339	70
44.4	13.0	4,610	383	77
50.8	11.0	5,550	423	70
噴霧ノズル	15.0	1,370		展開角度 60° で15mまでまとまっている
水幕ノズル	10.0	1,280		15mまでまとまっている

5. 考 察

1. 加重用タンクの充水について

完全充水（満水）までの所要時分は90秒であったが60秒で80%以上充水され、以後充水ロックが除々に閉りながら90秒で100%になったもので、運用上は60秒程度と考えてさしつかえないと思われる。

2. 起伏旋回操作について

起および旋回操作は送水圧力が高ければ高いほど速やかに行なえるが、伏の場合は管その部重量の関係で送水圧力に関係なくほぼ一定であることがわかった。

また、旋回「左→右」と「右→左」とを比較した場合「右→左」旋回動作が若干速い傾向にあるが、これは機構上の特性によるものである。

3. 放水開始操作について

実験の結果操作台指示圧力最高10kg/cm²まで開放が可能であった。

なお、放水ロックレバーを引いているスプリングの調整により10kg/cm²以上の高圧時にも開放できるようにすることは可能であるが、必要以上の高圧で放水開始操作を行なうと、その瞬間衝撃的な放水反力が働いて非常な危険が伴うので一つの安全装置として10

kg/cm²を最高限界としたものである。

4. 放水反力と安定度について

実験結果を基礎にして作成した「リモコン式放水砲の安全限界表」に示すとおり水平放水の場合放水反力210kg、仰角25度の場合300kg、45度の場合520kgまでは安定である。

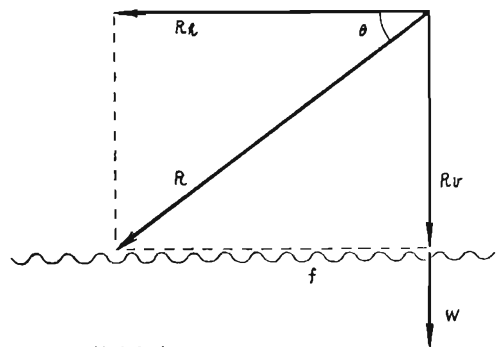
この場合の放水量は、ノズル口径50.8mmを使って水平では4,000 l/min、仰角25度で4,700 l/min、45度では6,100 l/minである。

5. 放水安全限界について

このように大型の放水器具は大容量の放水に伴う強大な放水反力を受けるため、放水中にひとたび安定を失えば重大な事故をも起しかねない危険性を持っており、この放水砲固有の安全限界を確実に把握する必要がある。

それを数式で求めるとつぎのようになる。

第1図 放水反力分解図



- S : 放水仰角
- R : 放水反力
- Rh : 放水反力の水平分力
- Rv : 放水反力の垂直分力
- W : 放水砲全体の重量
- f : 路面との摩擦係数

$$\text{放水反力} \quad R = 0.015D^2 \cdot P \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{路面との摩擦係数} \quad f = \frac{R_h}{R_v + W} \dots\dots\dots(2)$$

(1)式において D……ノズル口径 (mm)

P……ノズル圧力 (kg/cm²)

(2)式においては Rh 放水砲本体を動かす作用で、(Rv+W)×f は固定する作用である。

したがって

$$Rh \leq (Rv + W) \cdot f \dots \dots \dots (3)$$

のとき放水安全限界範囲である。

今回の実験結果からコンクリート路面上における摩擦係数は0.61~0.72となり安全度を考慮して0.6をとった。

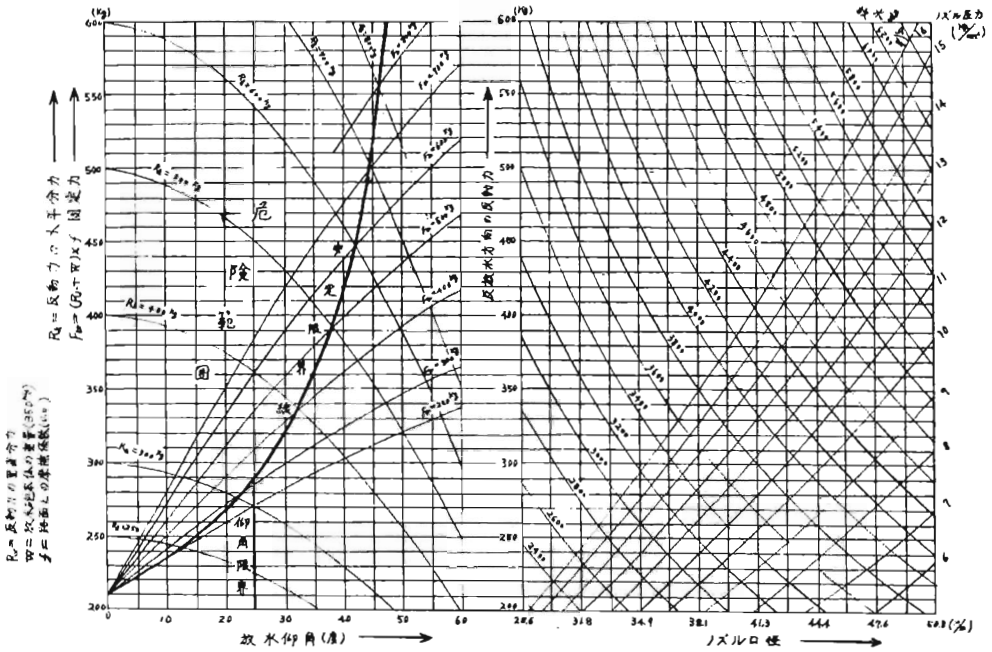
また、放水砲全体の重量は350kgであり、その内訳

はつぎのとおりである。

{	放水砲本体	138kg
{	加重タンクの水	200kg
{	放水砲内の水	12kg

以上の理論と実験結果から作成したのが「リモコン式放水砲の安全限界表」である。

第2図 リモコン式放水砲の放水安全限界表



この表は右側にノズル口径とノズル圧力および放水量の関係を示し、左側にそれに対応する放水反力、放水仰角、放水反力の水平分力および固定力を示したものである。

まず右側の表からノズル口径とノズル圧力の交点を求めるとそのときの放水量を知ることができる。

つぎにその交点をそのまま左側に移行するとそのときの放水反力が求められ、さらにそのときの放水仰角との交点が安全限界線の左右どちら側にあるかによって安定放水の可否が判るものである。

この安全限界線は放水反力の水平分力と固定力の同数値の交点、すなわち

$$Rh = (Rv + W) \cdot f$$

の点を結んだものである。

6. 放水射程について

実験の結果ノズル口径44.4mmの場合に最大放水射程77mを記録した。また50.8mmの場合は送水能力の関係

でノズル圧力の最高限界までにはいたらなかったのが最大射程70mにとどまったが、さらに送水能力を増大した場合はこれより若干延びることも期待できる。

6. むすび

この放水砲は、第1号機「遠隔操作式強力放水銃」の不備な点を改良し、加重用水タンクの充電操作あるいは放水コックの開放操作等を完全リモコン方式に改め、第2号機として試作したものであり、以上の実験結果から充分にその性能を発揮し、今後の実用段階においても大きな効果を挙げうるものと期待されるがさらに運用上の安全性を高めるため、放水安全限界以上の放水反力を生じたとき、自動的に放水量を制限して放水反力を安全限界以下にさせる装置の研究を行なうなど、よりよい装置とするため研究を続けたいと思う次第である。