

低騒音ポンプ機場の完成

Low Noise Pumping Station

広島市水道局祇園高地区ポンプ所では、住宅地の中に設置された増圧ポンプ場として、42dB(A)という厳しい規制のもとに、ポンプ機場の設備計画が立てられた。計画に当たっては、建屋を含めた設備全体としての問題点をとらえ、総合的な施策を行なった。

ポンプ機場の低騒音化としては、音源対策としゃ音対策を併せて計画し、ポンプ、電動機などの機器から発生する騒音を防音構造の建屋により、しゃ音する方法を採用した。建屋は鉄筋コンクリート造りで二重壁とし、床より伝搬する音を防ぐため基礎は独立とした。配管よりの伝搬音についてはたわみ継手を使用し、屋外配管は地下埋設とした。更に、水圧脈動の低減用に $\frac{1}{4}$ 波長分岐管を採用した。

その結果、従来にない低騒音規制を課せられたにもかかわらず、予想を上回る好結果を得て、低騒音ポンプ機場を完成させることができた。

斉藤蔵夫* Saitô Kurao

守田 恒** Morita Hisashi

1 緒 言

騒音公害に対する社会的関心が高まるに伴い、ポンプ設備についても、低騒音化の要求が求められ始めている。従来はポンプ設備から生ずる騒音が、公害問題となることは極めてまれであって、ポンプの騒音問題に関する調査、研究については機械の機能に悪影響を及ぼすと考えられていた問題だけに限られていた。

広島市水道局祇園高地区ポンプ所は、住宅地の中に設けられた増圧ポンプ場であり、通常運転時にポンプ場指定位置で42dB(A)という厳しい騒音規制が課せられた。従来の低騒音化に対するアプローチは、ポンプ、電動機など機械から発生する音を低くするという観点で進められていたが、今回のような42dB(A)という厳しい規制下で、各機械音を低くすることはもちろん、建屋、弁、配管を含めたシステムとして低騒音化に取り組んだ結果、当初の目標を満足した。

最近、騒音に対する規制が厳しくなりつつあるため、今後、ますます低騒音ポンプ機場の必要性が高まるものと考えられるので、本稿で広島市水道局祇園高地区ポンプ所での実施例を紹介し、参考に供したい。

2 機場の概要と騒音の条件

このポンプ場は、住宅地の中に設けられた増圧ポンプ場であり(図1、図2)、そのポンプ仕様は次のとおりである。

250mm×150mm 横軸2段うず巻ポンプ：2台(内1台予備) 将来3台(内1台予備)

吐出し量：6.8m³/min

全揚程：106m

回転数：1,755rpm

電動機出力：190kW

この機場に対し、次のような厳しい騒音規制が課せられた。

- (1) ポンプの起動停止時
建屋壁外：1.8m点で、45dB(A)以下とする。
- (2) 正常運転時
建屋壁外：3m点で、42dB(A)以下とする。

- (3) 暗騒音：37dB(A)とする。

3 騒音源及び音の伝搬経路

ポンプから生ずる騒音を大別すれば、機械的原因によるものと、水力的原因によるものの2種類がある。このなかで機械的原因によるものとしては、ころがり軸受の回転により生ずる騒音、回転体の不つりあいにより生ずる振動に基づく騒音、機械構造部分の共振などにより生ずる騒音など、およそ機械的振動の原因になるものはなんでも騒音の原因となる。

今回のような低騒音を実現するためには、この機械的振動に基づく騒音を低減することが必要となる。

本ポンプ場の騒音源と考えられる機器及び機器から室外の伝搬経路としては次のものが挙げられる。

- (1) ポンプ }
電動機 } → 空中(室内) → ポンプ室壁 → 空中(室外)
配電盤 }(空気音)
弁 }
- (2) ポンプ }
弁 } 管壁 → 建屋壁 → 空中(室外)(固体音)
→ 地中 → 空中(室外)
- (3) ポンプ } → 水(管中) → 管壁(室外部) → 地中 →
弁 } 空中(室外)(脈動音)
- (4) ポンプ }
電動機 } → 基礎 → ポンプ室床 → 建屋壁 → 空中
弁 }(固体音)
- (5) 換気扇 → 空中(室外)

4 防音計画

ポンプ場の防音計画を行なうに際しては、ポンプから発生する音を低減する音源対策と、ポンプから騒音が問題となる場所への伝搬を減少させるしゃ音との二つの方法があり、この両者を併用するのが通常である。特に音源から比較的近い位置で低騒音化を満足させようとする場合には、後者に重点をおく必要がある。

* 株式会社日立建設設計 ** 日立製作所土浦工場

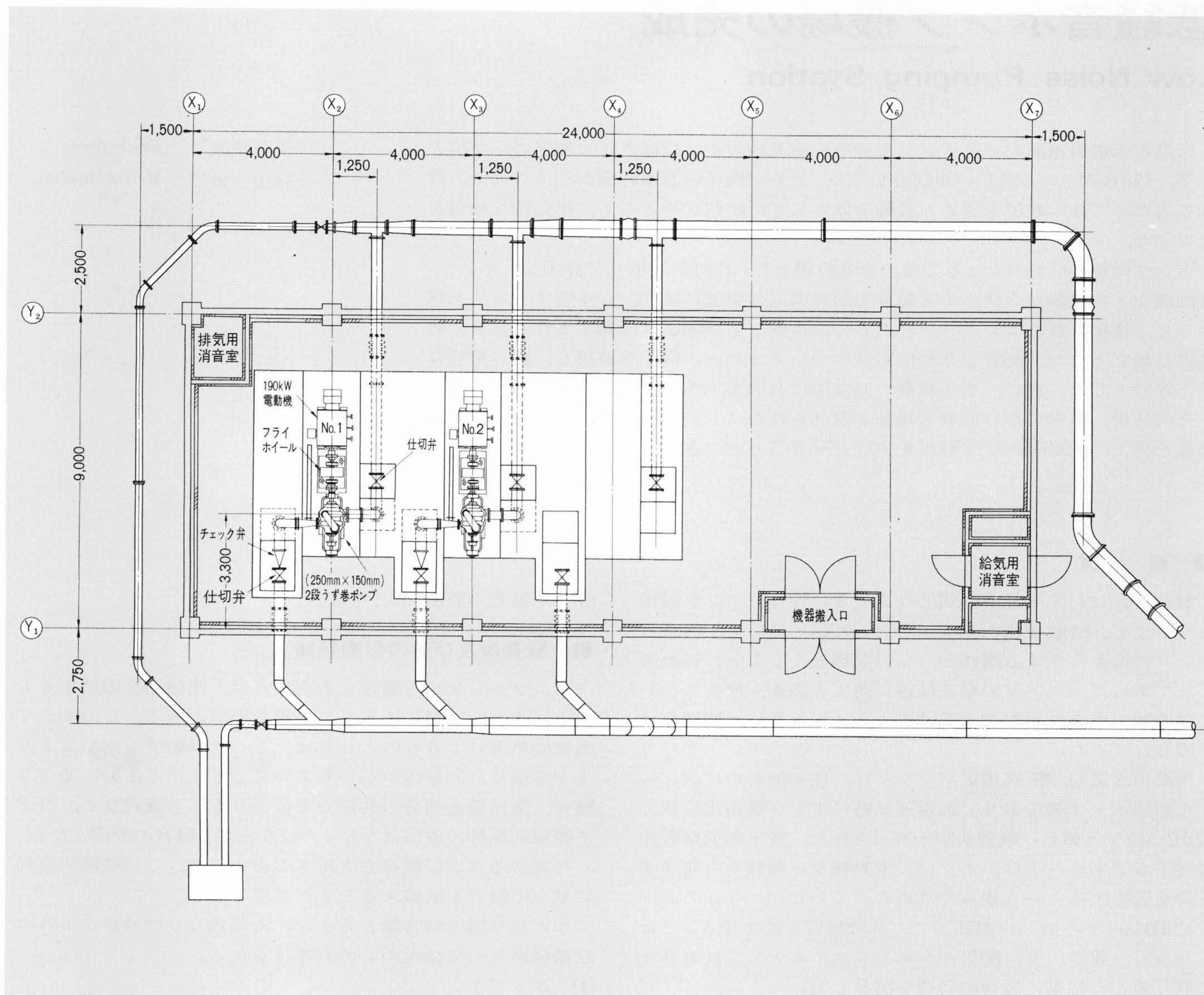


図1 機場配置図 機場内には、2台のポンプが設置されている。

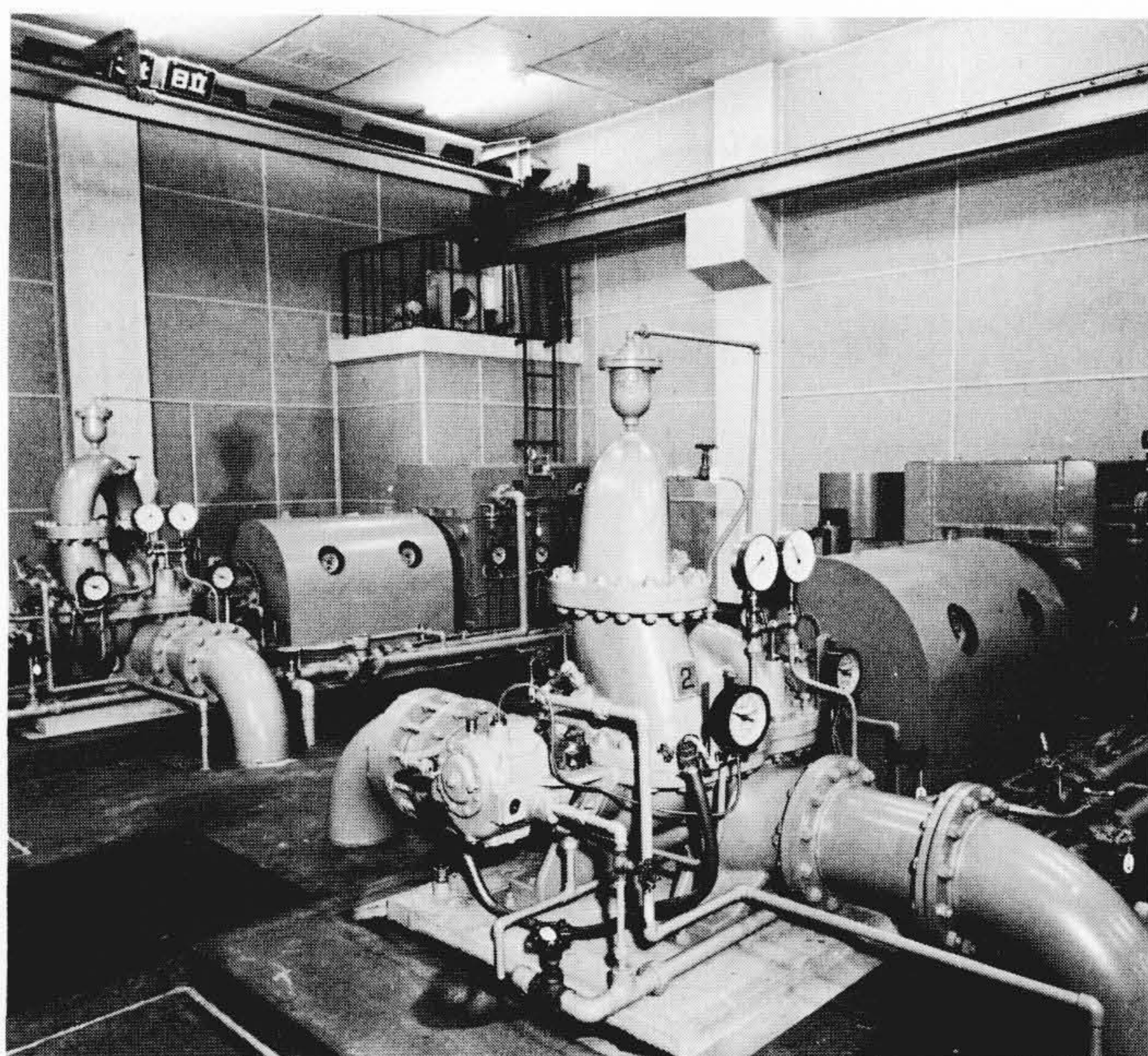


図2 ポンプ装置 ポンプ、フライホイール(カバーをかぶせてある)及び電動機が同一軸心上に配置されている。

4.1 音源対策

これはポンプなどの機器自体の設計上の問題であるが、参考のため、簡単に説明すると次のような施策である。

(1) 機械音

- (a) 軸受からの騒音を低減するためのすべり軸受の採用
- (b) 通常の横形ポンプに採用されている箱形共通ベースをソールプレート式のベースにして機械振動の低減

(2) 水力音

- (a) ポンプ流水路の流速を低下させることにより、水流音の低減
- (b) 水圧脈動の出にくいケーシング、羽根車の採用

4.2 音の伝搬低減

3.で述べたような伝搬経路に対して、それぞれしゃ音方法を検討した。

(1) 建屋によるしゃ音

ポンプなどの音源にしゃ音用のカバーをかぶせ、これにより、周囲の騒音レベルを低減することが行なわれることがある。この方法は、比較的小さなカバーを付けることにより、カバー内の音圧は上昇するので、その分だけ効果が少なくなるとともに、保守操作上、非常に不便になるという欠点をもって

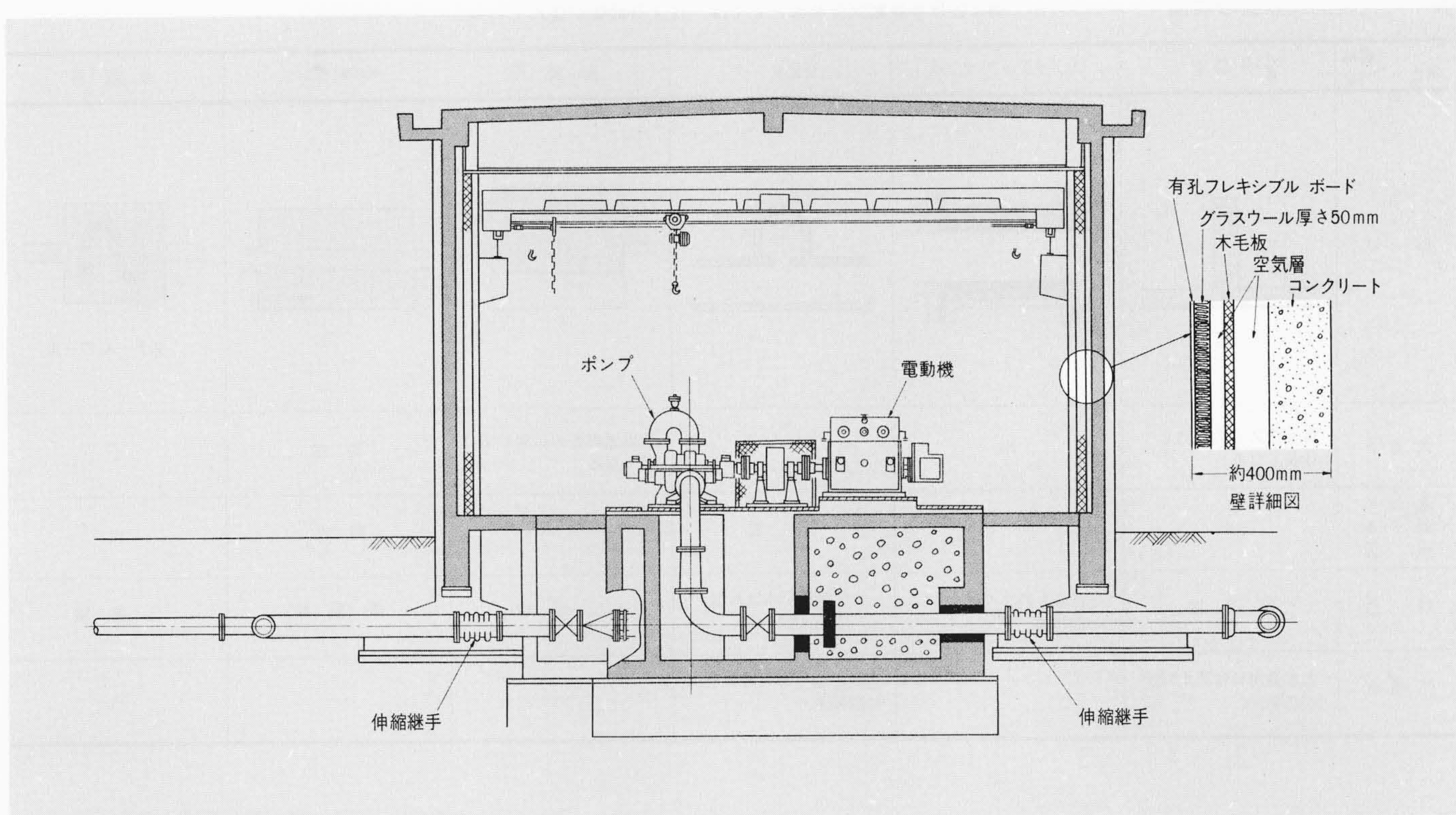


図3 建屋構造 建屋の壁は、二重構造にしてある。

おり、この理由により本機場では採用しなかった。

ポンプ、電動機などから直接空气中に放射される騒音に関しては、ポンプ室建屋によりしゃ音を行なうことにした。建屋のしゃ音効果を増すために、図3に示すような二重構造の壁とし、窓は設けず、更に出入口ドアも二重式にすることにより約50dB(A)のしゃ音が可能となる見通しを得た。

室内の換気のためには換気扇を設け、その給・排気口に消音器を設置して外部への伝搬を防止した。

(2) 配管を伝搬して外部へ出る騒音

この伝搬経路としては、管壁を伝わるものと、管内の水を伝わるものとに分けることができる。前者に対しては、配管内にゴム製の伸縮継手を取り付け、ゴム固有の音響抵抗の小さいことを利用して、騒音の伝搬を防ぐことにした。後者に対しては、水中音が管壁を伝搬した後、空中に放出されるのを防止するため、地中埋設式とすることにした。これは地中に埋設された管から放射される騒音は、地中の透過損失により減少し、更に地表面で一部が反射し、残りの一部が地表面を通過して空中に出るが、その値が規制値内であるような埋設深さを選定するということである。土についての音の透過損失を示したデータはなく、砂に関するものだけであったので、埋設深さに対して土かぶり量に余裕を見込むと同時に、碎石層及びコンクリート層を併用した。

(3) ポンプ基礎から床を経て建屋壁へのしゃ音

この伝搬経路により、外部へ出る騒音をしゃ断するため、ポンプ室床と壁との間にはアスファルト系目地切材(エラストイト)を入れて隔離するとともに、ポンプ基礎とポンプ室床とも独立にして、ポンプ基礎の下には防振対策として砂利(厚さ0.8m)を入れた。

(4) 水圧脈動の低減

ポンプから生ずる水圧脈動は、共鳴などの問題を生じなければ大きな騒音とはならないが、管路の長い場合には、管路端

からの定常波が管路の水柱と共鳴状態になると問題を生ずる。脈動を吸収する消音器としては、種々の形式のもの(表1)があるが、ポンプの水圧脈動のように特定の周波数だけを対象にすればよい場合には、 $\frac{1}{4}$ 波長分岐管が実用的である。今回の場合にも、各ポンプの吐出し管に $\frac{1}{4}$ 波長分岐管を設置した。この $\frac{1}{4}$ 波長分岐管とは図4に示すように、ポンプ吐出し管の途中に $\frac{1}{2}$ 波長分だけ長い配管でバイパスを設け、ポンプで発生した圧力波の位相と逆位相の圧力波にして配管の圧力変化を低減しようとするものであり、同図で分岐長さ l を小さくしてゼロにした極限が $\frac{1}{4}$ 波長分岐管である。

5 試運転結果

5.1 ポンプ自身の騒音

図5はポンプの騒音スペクトルを示すものであるが、当初の予想値を大幅に下回る好結果が得られている。特に高周波成分にその差が顕著であり、施策の正しかったことが実証された。

5.2 建屋透過損失

図6に建屋の透過損失実測結果を示す。この測定は、建屋内に音源として発音装置を置いて行なったものであるが、建屋でのしゃ音は十分満足すべき結果を示している。

5.3 ポンプ運転時の騒音

図7にポンプ運転時の騒音実測結果を示す。いずれの場所においても規制値を満足しているものであり、他に類を見ない低騒音機場の設置に当たり、その計画内容が正しかったことが実証された。

6 結 言

以上、広島市水道局祇園高地区ポンプ所において、従来にない厳しい騒音規制のもとに低騒音ポンプ機場が完成した。今回の規制の対象となったような低騒音では、ポンプの水圧

表 1 代表的脈動吸収装置 ポンプ吐出し側に設ける脈動吸収装置としては、 $\frac{1}{4}\lambda$ 分岐管が優れている。

項目	名称	$\frac{\lambda}{4}$ 分岐管	リアクティブ マフラ	空気タンク	膨 張 形	パルス ダンパ	吸 収 形
形 状							
大 き さ		低周波のものに対しては長くなる。	小	同 左	低周波のものに対しては長くなる。	同 左	小
流 れ に 対 する 損 失		小	同 左	同 左	同 左	同 左	大
特 性		狭 帯 域	左のものよりはやや広帯域	空気量が多ければ広帯域。	広 帯 域	狭 帯 域	広 帯 域
問 題 点		上水道用には死水対策が必要。		空気の維持のため保守上に問題あり。	—	—	—

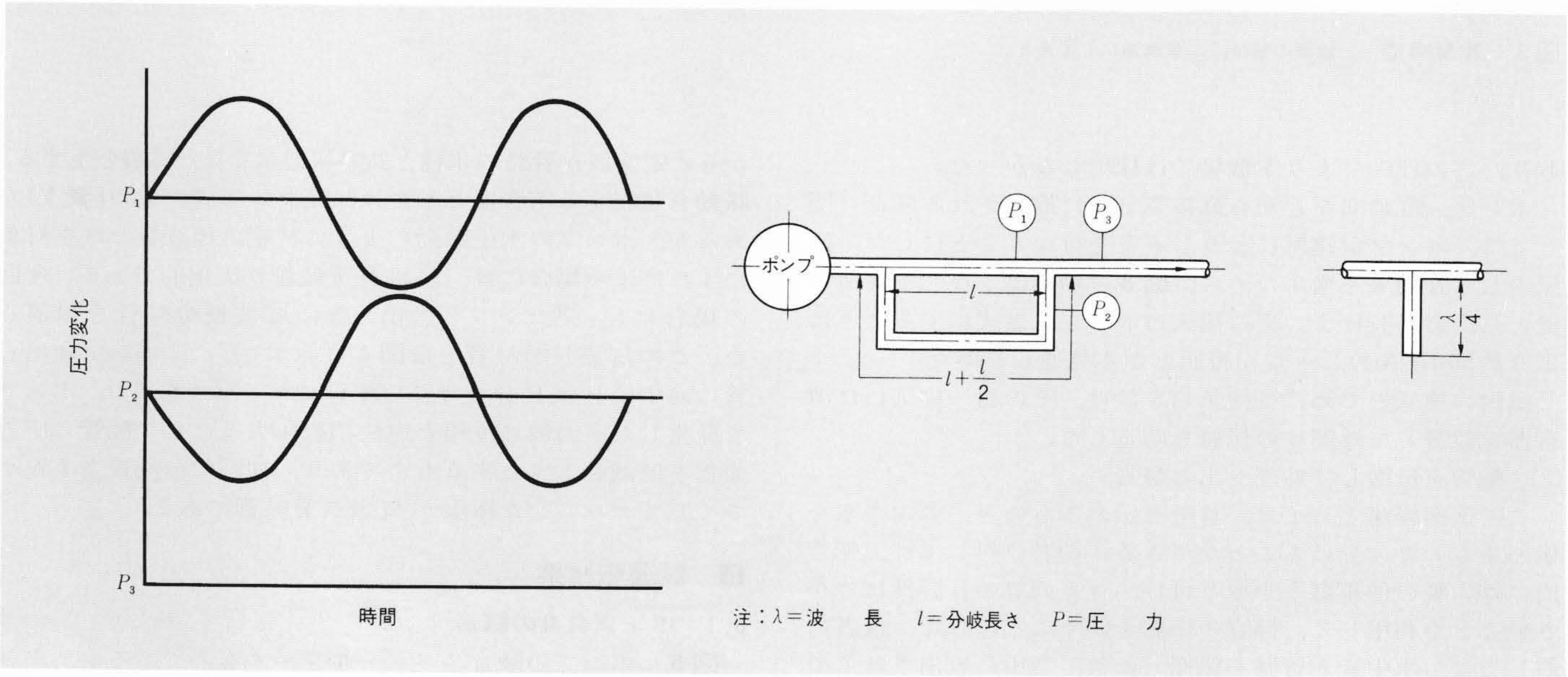


図 4 分岐管の原理 脈動圧力が相互に干渉させて消去する。

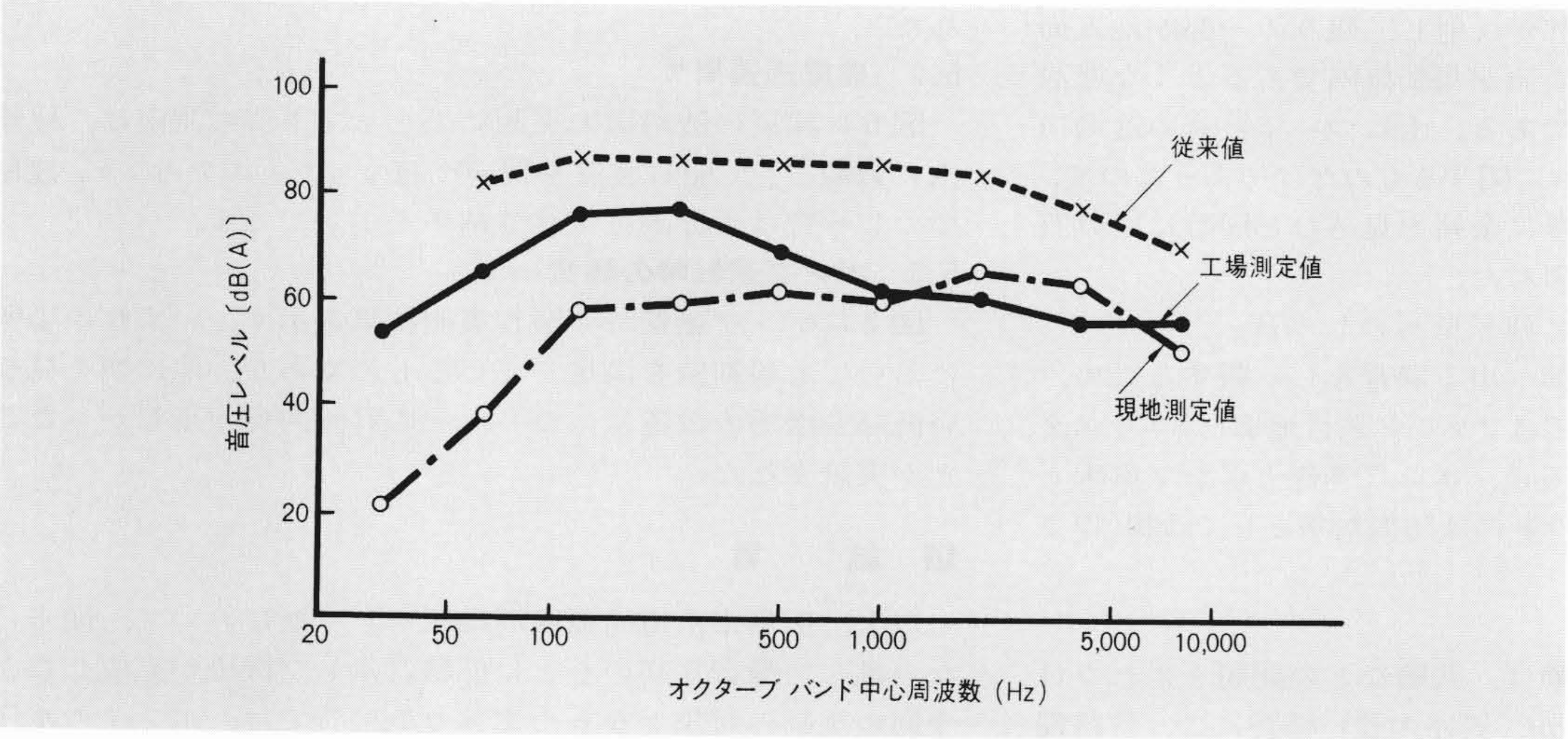


図 5 ポンプの騒音スペクトル ポンプ自身の音圧レベルは、20～30 dB (A) 低減できた。

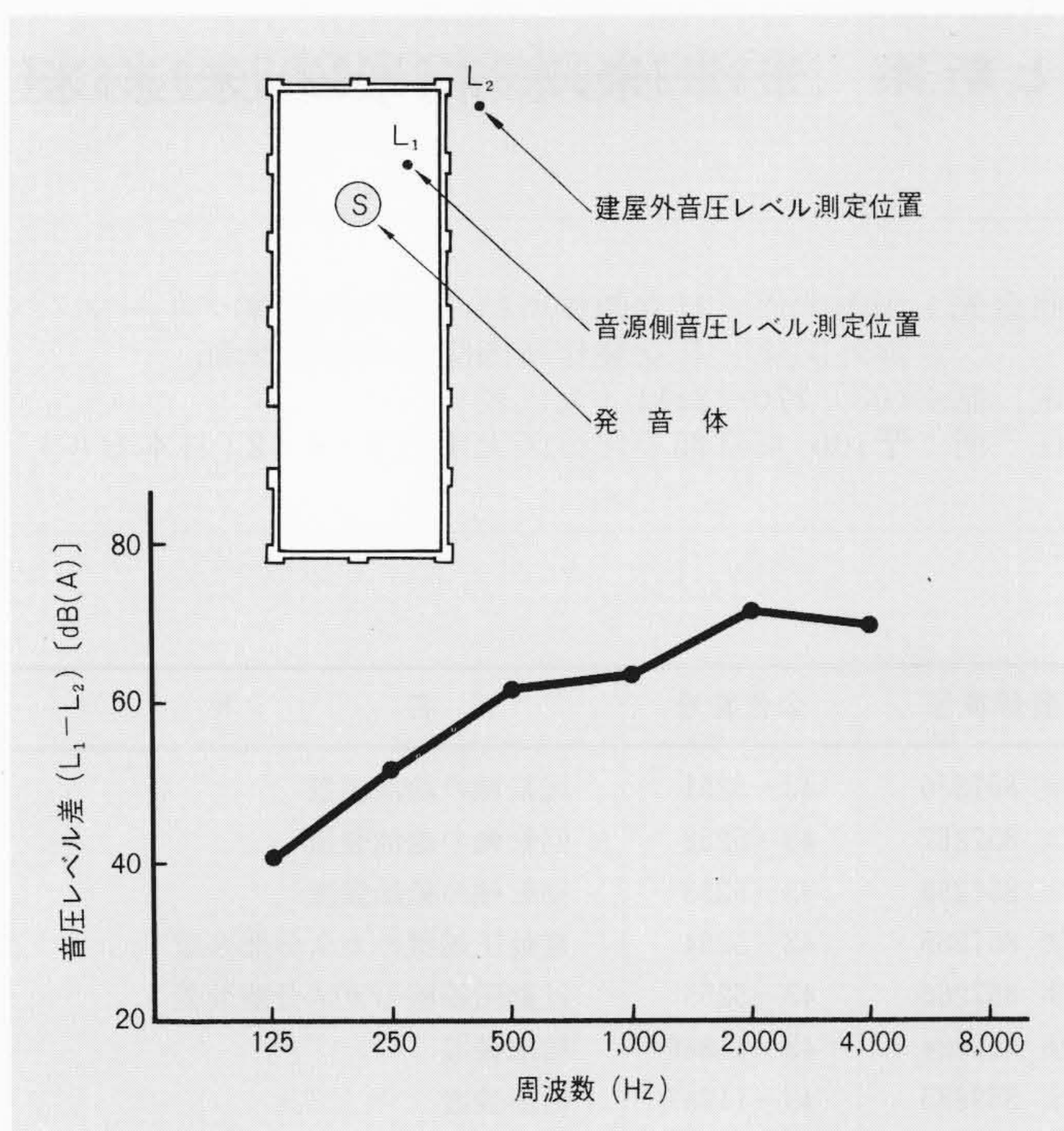


図6 建屋透過損失 建屋のしゃ音効果は、40～70 dB(A)を達成できた。

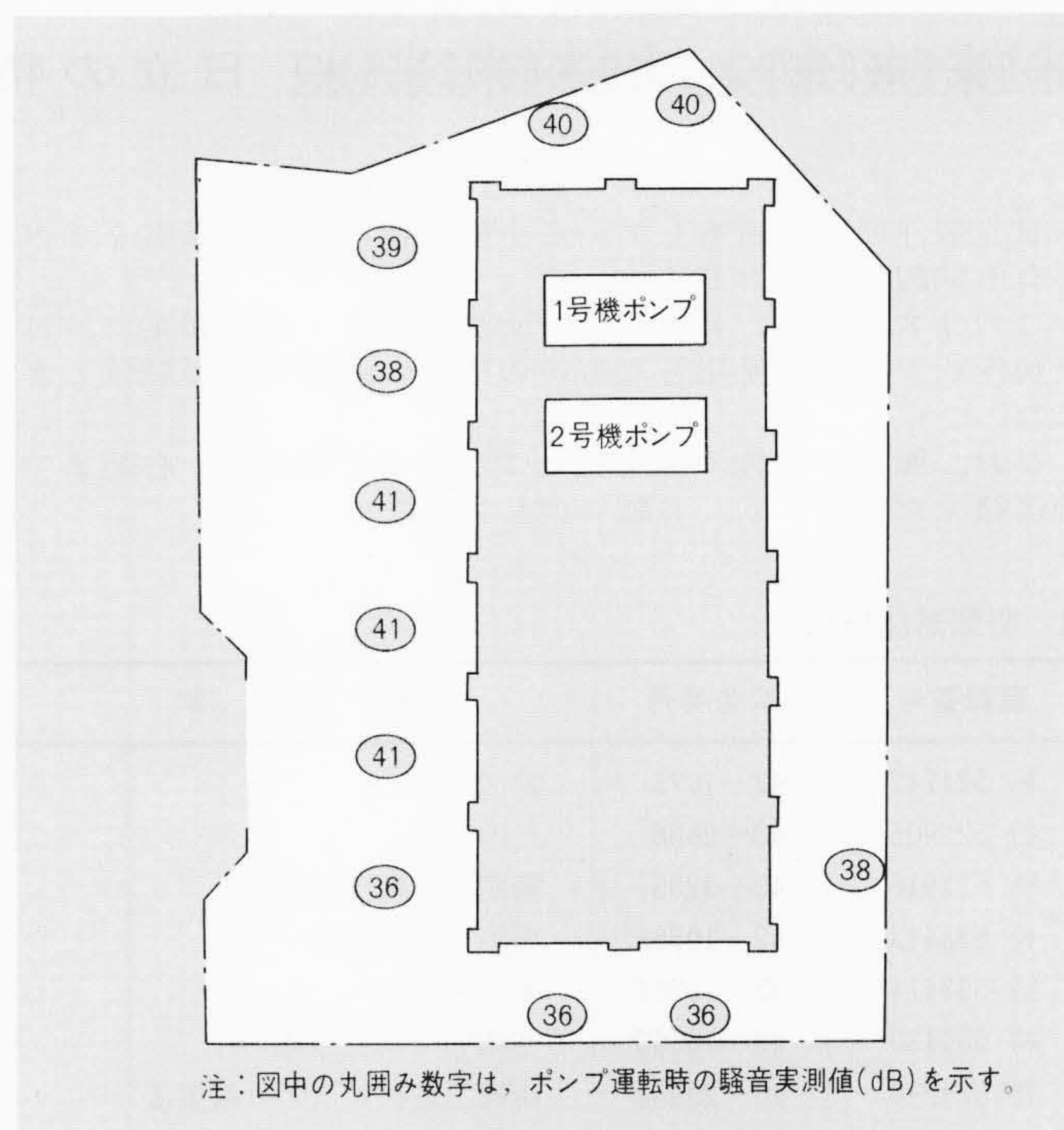


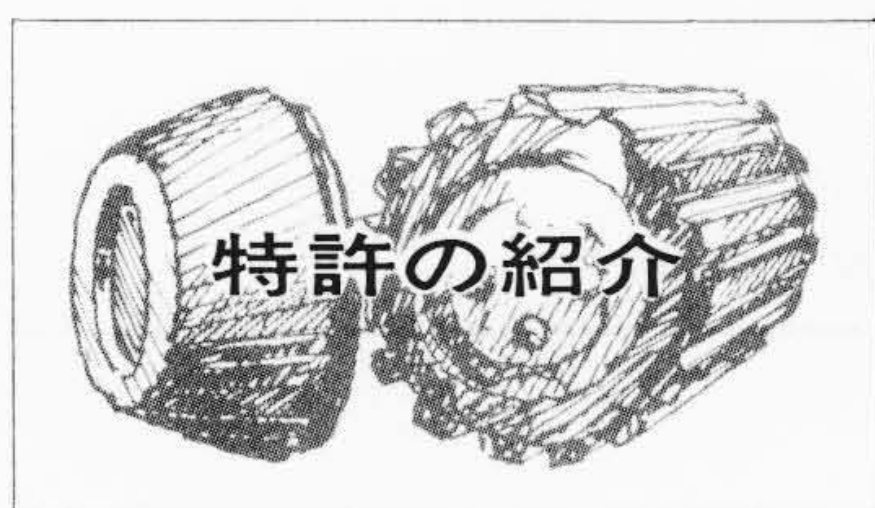
図7 ポンプ場の騒音値 試運転の結果、機場周辺の騒音は規制値内に収まっている。

脈動が主な騒音源となるが、比較的、低周波数であるためそのしゃ音は容易ではなく、管系の計画についても考慮を払う必要がある。

騒音に関しては、計画時点から十分な検討を行ない、それに見合った機場計画の必要があり、本稿が今後の低騒音ポン

プ機場計画の際の一助ともなれば筆者らの幸いとするところである。

終わりに、本計画は広島市水道局の御指導の下に実施されたものであり、関係各位に対し深謝の意を表わす次第である。



自動流体変速機における直結クラッチ操作装置

畑 慶忠・渡部富治・横森 剛

春山忠男・土橋 亮・本間和男

特許 第771659号 (特公昭49—29538号)

一般にトルク コンバータと変速歯車装置とを組み合わせた自動流体変速機は、各種車両用として広く実用されている。この自動流体変速機は、通常の増速走行には適しているが、坂道などでエンジン ブレーキを使用したり、自衛隊用車両に実施して、例えば観閲式などのように車両を常時中速運転、又は常時低速運転で流体変速範囲を使用するには不適であり、伝達効率の良い直結運転のほうが良好である。本発明は直結クラッチ①を備えるトルク コンバータ②と、各変速歯車列 3a, 3b, 3c を切り替えるクラッチ 4a, 4b, 4c を備える変速歯車装置⑤とを組み合わせる自動流体変速機において、出力軸⑥の回転速度が高速から低速まで自動的に切り替わる自動変速指令 D、最高が中速までの中速指令 L₂、最高が低速までの常時低速指令 L₁ を任意に選択できる選択弁⑦と、スロットル弁⑧及びガバナ弁⑨からの油圧により前記クラッチ 4a, 4b, 4c を切り替える変速弁⑩、ガバナ弁⑪とスロットル弁⑧からの油圧により変速

指令に応じ直結クラッチ①の動作指令を出す直結弁⑫及びこの直結弁⑫の動作範囲を制限するインターロック弁⑬とを備え、選択弁⑦が自動変速指令 D で、且つ出力軸の回転速度が高速時、中速指令 L₂ で、且つ中速時、常時低速指令 L₁ で、且つ低速時に直結弁⑫を作動させ、直結クラッチ①を結合させるようにしたものである。本発明によれば、選択弁を D 位置にすれば、車両を効率の良い運転状態で増速走行させることができ、選択弁を L₂ 又は L₁ 位置にすれば、自衛隊用車両では例えば観閲式などの際、車両を常時中速、又は低速運転させることができ、且つ坂道走行では車両に有効なエンジン ブレーキを作用させることができる。

注：T=タービン
S=ステータ
P=ポンプ
N=中立

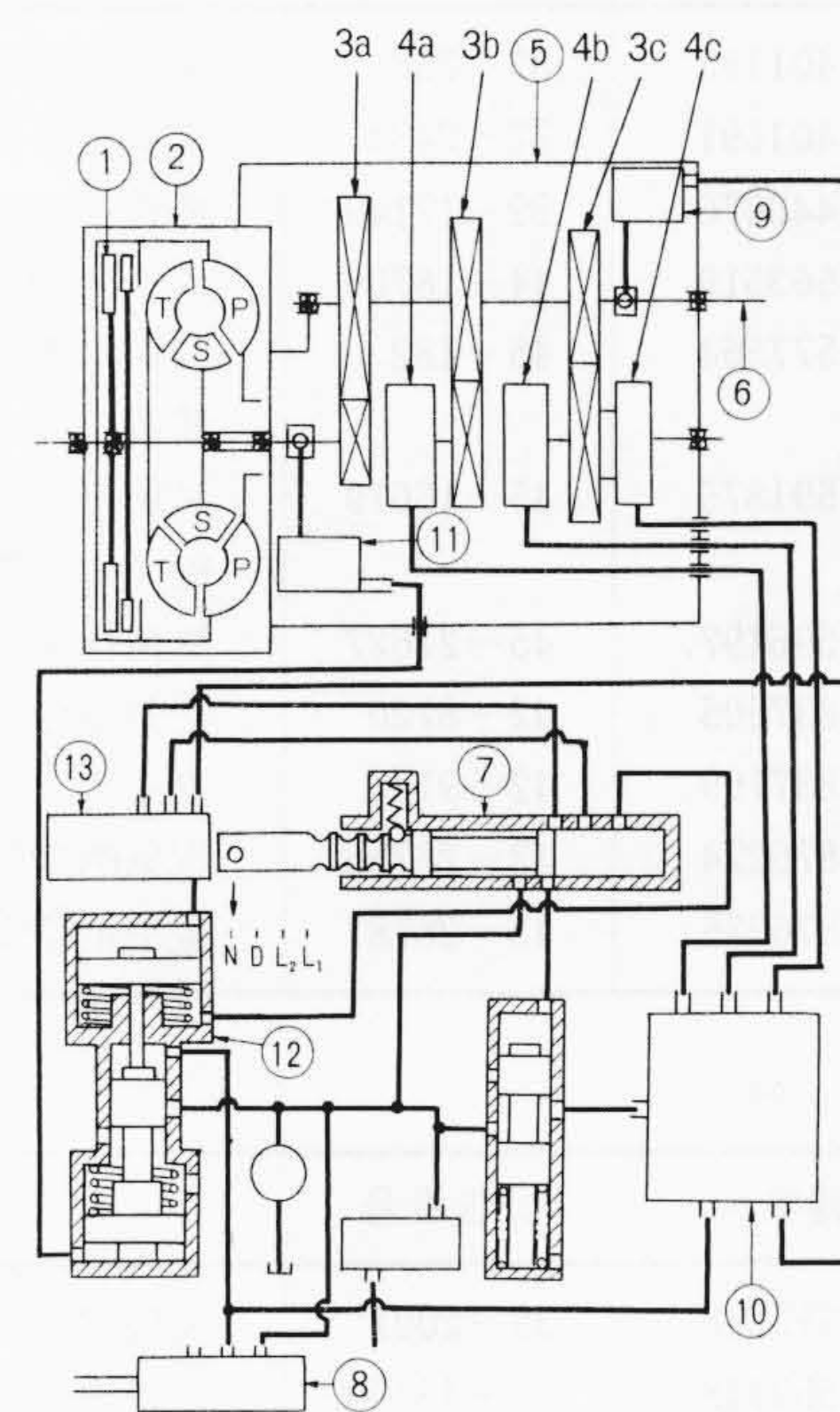


図1 直結クラッチの操作装置説明図