

(30) 多孔質コンクリートを軽量亜鉛鋼板で補剛したパネルの耐久性

Durability of the bubbling formed concrete pannel stiffenned by the light steel frame

山田 聡* 三ツ木幸子** 市川篤司***
Satoshi YAMADA Yukiko MITSUGI Atsushi ICHIKAWA

*トピー工業株式会社 技術研究所 (〒441-8510 愛知県豊橋市明海町1番地)

**工博, トピー工業株式会社 技術開発部 (〒441-8510 愛知県豊橋市明海町1番地)

***工博, 東京工業大学 工学部土木工学科 (〒152-0033 東京都目黒区大岡山1-12-1)

The Soundproofings are put on overhead bridges in a city area. These are combined with sound arresters, sound absorption and damping materials. Those components are also required to be light and have good appearance because they are usually built on outside of existing structures.

In this paper, we discussed an application to sound barrier of panels that carried good characteristics of sound arrest and absorption. The panels were made of bubbling formed concrete. The static strength and durability of the panels were satisfied with the requirement.

Keywords: bubbling formed concrete, sound barrier panel

1. はじめに

市街地などの高架橋沿線部では、周辺の住居区域等に騒音が影響しないように防音工を設置することが多い。防音工には①上部音または構造音を遮断する「遮音工」②構造音を防ぐため制振材を使用する「制振工」③振動を防ぐための「防振工」④吸音材を使用する「吸音工」があり¹⁾、これらを適宜組み合わせる騒音対策を講じているのが現状である。

本報告では、遮音機能と吸音機能の両方を備える多孔質コンクリートを基本とした軽量で自立型の防音壁用パネルを製作し、これを対象として、静的耐荷力試験および耐久性試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 多孔質コンクリートの特徴

本研究で対象とした多孔質コンクリートとは、コンクリート配合時にシリカゲルを混和させ、攪拌して均等に分散させてから、通常の方法により養生して製作する。コンクリートの固化に伴い、シリカゲルが内部水を放出して乾燥、収縮するため、気泡となり、コンクリート中に均等に分散することで多孔質となる。また、ビニロンの組布を表層近くに配置し、補強および剥離防止としている。本試験に用いた多孔質コンクリートと他の材料との物性値の比較を表-1に示す。また、多孔質コンクリートの吸音効果としては、各周波

数帯の音響透過損失は現行の一般的な防音壁と比べ、遜色のない防音性を示す。

この多孔質吸音遮音材を用いた防音壁は自立型の吸音遮音壁で、コンクリートでありながら多孔質のため吸音に優れ、軽いという特徴を持つ。これを防音壁に用いる場合には、次の問題を解決しなければならない。

1) 静的強度－静的耐荷力試験

2) 耐久性－繰り返し荷重載荷、凍結融解性確認、劣化

3) 防音効果－基本的防音効果、吸水状態、ホコリ等による目詰まり

特に新幹線などでは列車の通過により大きな風圧が繰り返し作用するので防音壁は曲げを受ける。本研究では、この曲げに対する耐久性の確認を行う。

試験体として重量タイプと軽量タイプの2種類を対象とする。これらの違いは骨材の種類を変えることにより、普通コンクリートに比べ比重で40%、28%となっている。

3. 試験体と試験方法

3.1 試験体

試験体は図-1に示すように500×500×40mmの多孔質コンクリート板を4枚並べて亜鉛鋼板のフレームで囲んだ形状となっており、これを1パネルとする。コンクリート板どうしの間およびコンクリートと鋼板の接触面には薄いゴム板を挿入し、保護を行っている。

鋼板のフレームは図-1に示すように曲げ加工されているので、パネルの片側はコンクリート面が露出しており、この面が吸音側となる（以後こちらを表面とする）。表面（コンクリート露出面の鋼板部）にひずみゲージを6点、裏面（鋼板面）に9点貼付し、ひずみを測定した。また、載荷時のパネル中央のたわみ量を計測した。

配置するコンクリート板の重量により、重量タイプと軽量タイプ各3体について試験を行う。試験体と試験方法について表-2に示す。

3.2 静的載荷試験

パネルの基本的な強度を調べるため、静的載荷試験を行った。試験は6体の試験体のうち、重量タイプ1体(M1)と軽量タイプ1体(P1)の2体を対象とし、荷重は図-2に示すように2000mmのパネルを支間1500mmで支持し、600mmの間隔で2点に載荷する4点曲げで行った。なお、静的載荷試験では、耐荷力を保証するという意味で、耐荷力が小さいと推定される表面が下の状態で載荷実験を行った。

3.3 繰り返し載荷試験

繰り返し載荷では、載荷方法は静的試験と同じで、設計基準¹⁾の風圧荷重(300kgf/cm²)について、パネルを両端単純支持として等分布させたときの最大曲げモーメントを等価置換したものを4点曲げ載荷荷重に変換して1.4倍した値を荷重範囲として作用させた。各タイプ2体を表下向きと裏下向きで試験を行った。

3.4 残留耐荷力試験

繰り返し載荷試験を行った4体について、この試験後に残留する耐荷力を求める試験を行った。これは、防音壁の経時劣化の度合いを把握するため、静的載荷試験と全く同様の方法で載荷および計測を行った。

4. 試験結果と考察

4.1 静的載荷試験結果

静的載荷試験で得られた荷重変位曲線を図-3に示す。荷重が500kg付近までは両者とも弾性挙動を示し、そこからはコンクリートが徐々にひび割れるとともにフレームが塑性化して両者とも約900kgで破壊に至った。弾性範囲においては、発生応力、変位ともに重量タイプと軽量タイプの間に明確な差異は認められない。

荷重が600kg付近から軽量タイプにき裂が発生しだし、M1に比べると変形が大きくなった。最大荷重もM1に比べるとやや小さくなった。

変形の状態の概念図を図-4に示す。また、各試験体のひび割れ状況を図-5に示す。重量タイプのM1

表-1 各材料の物性値

名称	多孔質コンクリート		現行 遮音壁	普通 コンクリート	気泡 コンクリート
	重量	軽量			
比重	0.9	0.65	1.8	2.3	0.6
厚さ(mm)	40	40	16.5	任意	37
面密度(kg/m ²)	36	26	32	任意	22
圧縮強度(kg/cm ²)	-	32	-	280~	40~
曲げ強さ(kg/cm ²)	31.5	23.2	280~330	-	13.1
硬さ(kg/mm ²)	1.2	0.7	20.5	-	1.4

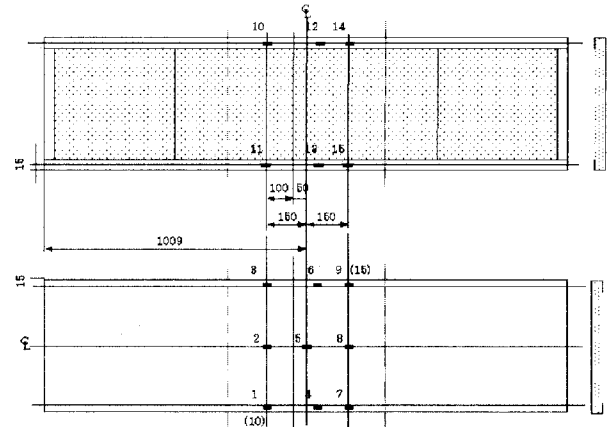


図-1 多孔質コンクリートパネル試験体

表-2 試験体の種類

試験体名	タイプ	試験項目	向き*
M1	重量	静的試験→破壊	表下
M2	重量	疲労試験→残留耐荷力	表下
M3	重量	疲労試験→残留耐荷力	裏下
P1	軽量	静的試験→破壊	表下
P2	軽量	疲労試験→残留耐荷力	表下
P3	軽量	疲労試験→残留耐荷力	裏下

*表下とはコンクリート露出面が下であることを示す。



図-2 静的載荷試験状況

は、4点曲げの支間中央部、すなわちコンクリートベースどうしの継目からパネルがくの字に2つに折れるように変形していったのに対し、軽量タイプのP1では、載荷点2カ所の直下で折れて逆台形の形になりながら変形が進んだ。したがって、ひび割れは図-5に示すようにM1では中央から支点方向へ進行した。P1では、支点直下でコンクリートが折れるようにひび割

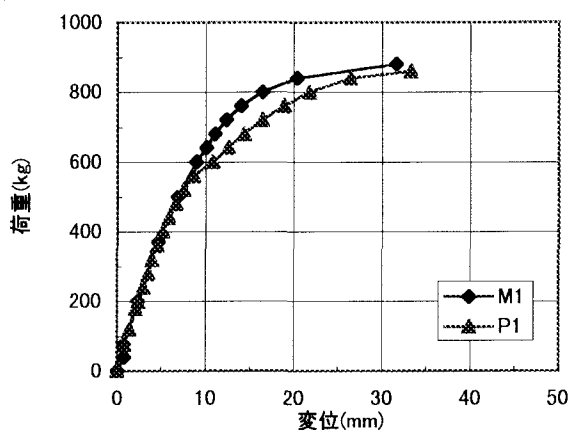


図-3 荷重変位曲線

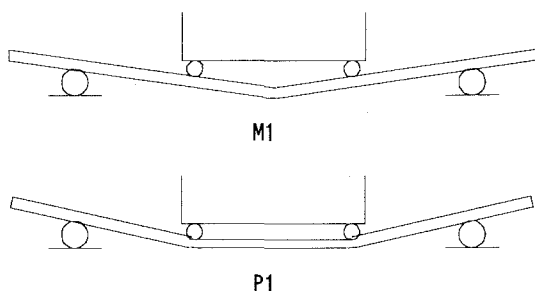


図-4 変形概念図

れが進行している。これらの現象の違いは、コンクリートの強度の差によるもので、重量タイプのものは鋼板フレームの強度に勝っており、軽量タイプのものはフレーム強度よりも低かったためと考えられる。

試験体の各部位でのひずみの計測結果をM1について図-6、P1について図-7に示す。試験体の各所の応力について、裏面である鋼板面についてみると、ひずみゲージは試験体の等曲げ区間内に貼られているため基本的には同じ曲げ圧縮を受けるはずであるが、実験結果では位置によってややばらついた。さらに、試験体の幅方向の中央に貼られたゲージには引張が生じている。これは、鋼板フレームが1.6mmと薄いため

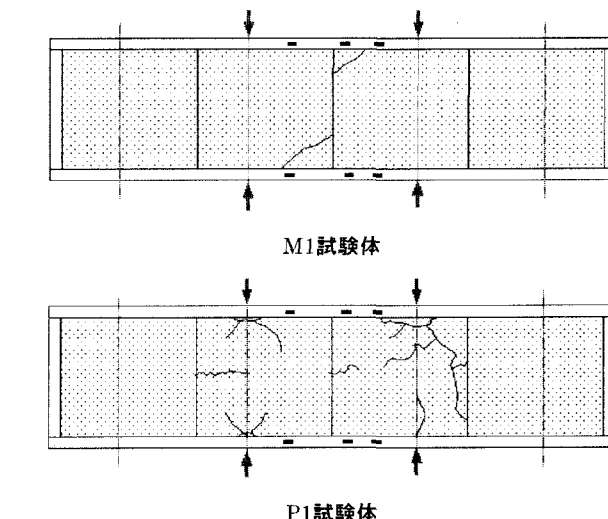
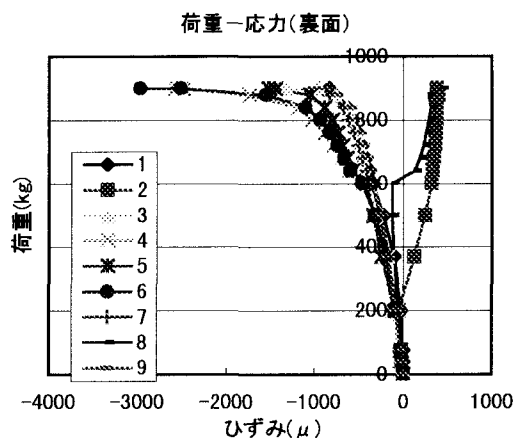


図-5 試験体のき裂発生状況

に座屈をおこしていることが考えられる。

応力には、鋼板フレームのみがパネルの曲げ剛性に寄与し、コンクリートは座屈防止のみに働くとして計算した結果とほぼ同じであり、コンクリートは梁としては寄与しておらず、継目部でヒンジとなっている。

4.2 繰り返し載荷試験

繰り返し載荷試験はMシリーズ2体、Pシリーズ2体について行った。試験結果を表-4に示す。

重量タイプの1体はコンクリート露出面を下にして荷重456kgで繰り返し載荷を行い、約31万回でコンクリートの破断により試験終了した。ひび割れ状況を図-8に示す。ただし、鋼板フレームは降伏しておらず、き裂もないため、まだ耐力を有すると思われる。重量タイプのもう1体は同じく繰り返し荷重456kgで露出面を上にして載荷を行ったが、繰り返し数約30万回で変形が漸増しだし、試験機制御が困難となったため、載荷を中止した。これらの試験体は繰り返し荷重が作用した劣化後の耐力を調べるため残留耐力試験を行った。

軽量タイプの2体は、露出面が下向きで載荷荷重

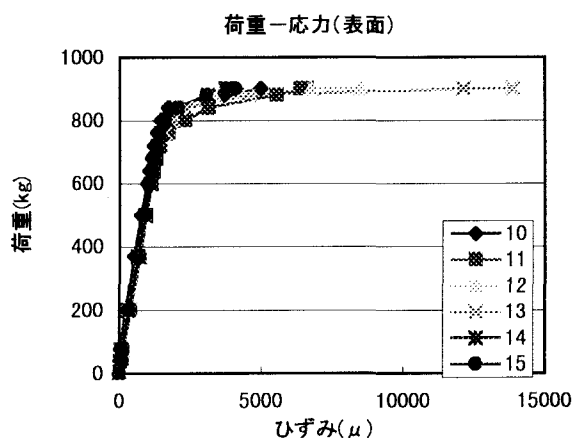


図-6 M1 試験体の応力分布

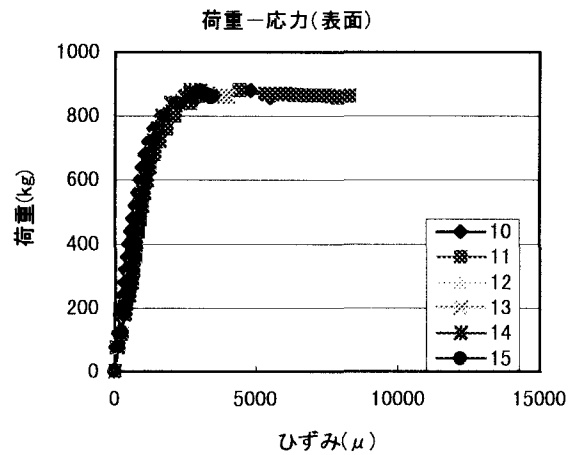
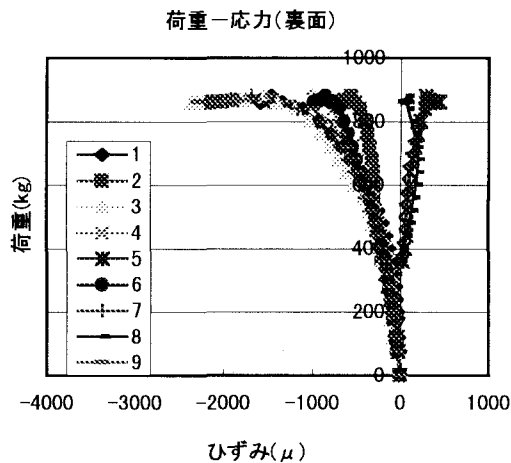


図-7 P1試験体の応力分布

376kgのものが繰り返し数177万回で、裏向きのものが載荷荷重414kgで119万回で変位が増大して制御困難となったため、同様に試験を中止し残留耐荷力を調べた。

なお、静的載荷試験、繰り返し載荷試験ともに、載荷中にコンクリートどうし、あるいはコンクリートと鋼板の間で擦れ合い、砂状になった粉が下に落ちたが、コンクリートが塊として剥がれ落ちることはなかった。

4.3 残留耐荷力試験

繰り返し載荷試験後の試験体について、分解しコンクリートのひび割れ調査を行った1体を除く3体を静的載荷試験と同様の方法で耐荷力試験を行った。試験結果を図-9に示す。

このグラフより、荷重変位の関係にややばらつきはあるものの、図-3の静的試験の荷重変位の関係に比べても劣化は見られない。したがって、多孔質コンクリートに若干のひび割れが生じる程度であれば、パネルとしての強度にはほとんど影響はないと考えてよい。

5. まとめ

今回実験に用いた多孔質コンクリートの重量タイプ、軽量タイプともに静的耐荷力には大きな違いはなく、設計荷重に対して安全率を1.4とした荷重に対して寿命は100万回以上が確認できた。したがって、この構造で、耐荷力および耐久性の面から防音壁として実用の可能性がある。

実験データがまだ少ないため、保証データとしての価値があるとはいえないものの、こうしたデータは少ないので、今後の参考になると考える

また、開発の可能性として、本研究で対象とした構造のように、2つの材料のうち片方の材料の動きを力学上は座屈防止だけと考えた複合構造の開発も考えられ、こうした場合の参考になれば幸いである。

表-4 繰り返し載荷試験の結果

試験体	向き	荷重 (Kgf)	繰り返し数	破壊形態
M2	表下	456	3.11×10^5	コンクリート破断
M3	裏下	456	$>2.99 \times 10^5$	未破断
P2	表下	376	$>1.77 \times 10^6$	未破断
P3	裏下	414	$>1.19 \times 10^6$	未破断

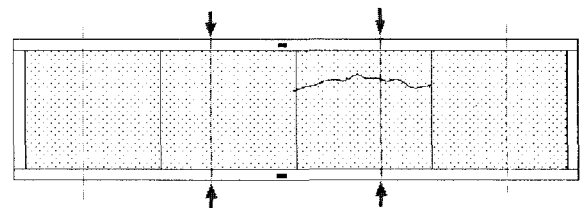


図-8 繰り返し載荷後のひび割れ

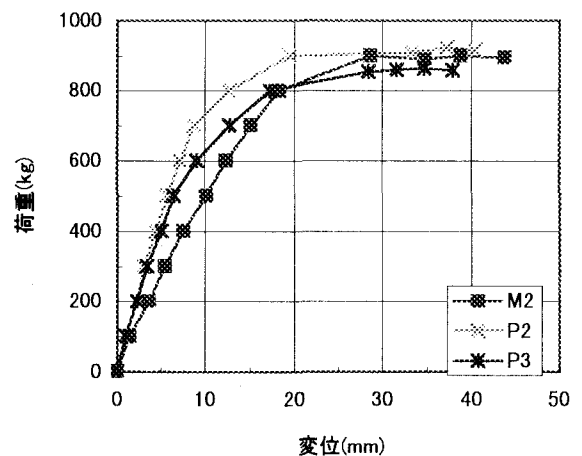


図-9 残留耐荷力試験結果

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説一鋼・合成構造物、(財) 鉄道総合技術研究所、1992,10.