

残留変位を想定した免震耐火被覆システムの耐火性能（その3）

パネル式耐火被覆材『護免火 NR パネル』の残留変位 30 mm に対する耐火性能の確認

エーアンドエー工事 技術部

1. はじめに

既報「残留変位を想定した免震耐火被覆システムの耐火性能（その2）」では、70mmの残留変位を想定したパネル式耐火被覆材の耐火性向上策について、上下分割パネルの被覆材目地部に補強部材 50 mm を配し、上下の掛かりを 30 mm 確保した時の有効性を確認した。本報では、パネル式耐火被覆材『護免火 NR パネル』の上下分割パネルの残留変位によるずれが X、Y 方向に 30 mm ずつ生じたことを想定し、耐火性能を確認した結果について報告する。

2. 残留変位量とパネルのずれについて

上下分割パネル式耐火被覆材『護免火 NR パネル/HR パネル』（『護免火 NR パネル』は天然ゴム系積層ゴム支承用、『護免火 HR パネル』は高減衰積層ゴム支承用のパネル式耐火被覆材で、耐火被覆の構造は共通）の標準的な構造を図 1 に示す。また、『護免火 NR パネル/HR パネル』の耐火認定上のパネル厚さは 50mm であるため、維持管理上の目安とされる 50mm 以上の残留変位が生じた場合、上下パネルは完全にずれた状態になり、火災時に目地材が膨張しても、その隙間を塞ぐことができなくなってしまいます。（図 2） 上下分割パネル式の耐火被覆材では、パネル自体の耐火性能は残留変位による影響はないが、上下パネル目地部の重なりがなくなることで全体の耐火性能が低下してしまう。既報では、上下パネルのずれを 70 mm とし、目地部補強部材を取り付けることで、上下被覆材の掛かりを 30 mm 確保し、3 時間の耐火性能を満足した結果が得られた。そこで、本報では『護免火 NR パネル』の残留変位によるずれが X、Y 方向に 30 mm ずつ生じた場合の耐火性能について確認した。なお、残留変位が X、Y 方向に 30 mm ずつ生じた際の上下被覆材の掛かりは 20 mm となる。（図 3）

3. 耐火性能確認（加熱試験）

3.1 試験体の設定

『護免火 NR パネル』は、変位がない状態で加熱を受けた場合、目地部に配した目地材（加熱膨張材）が膨張することにより目地の隙間を閉塞（図 3）するが、支承に変位が生じた場合は、膨張した目地材の掛かりが少なくなり当該部分の耐火性が低下する。そこで残留変位が X、Y 方向に 30 mm ずつ生じた場合を想定し、目地部は上下パネルの掛かりが 20 mm 重なるものとした。

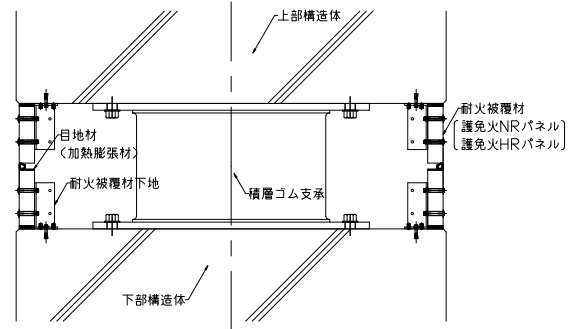


図 1 『護免火 NR パネル/HR パネル』の構造

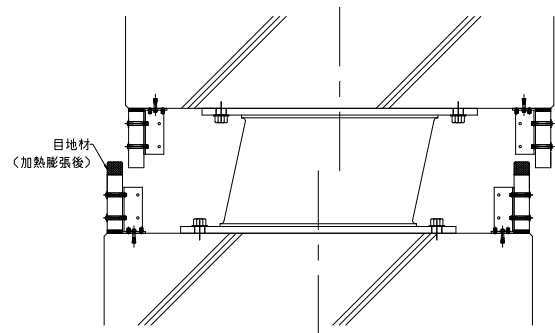
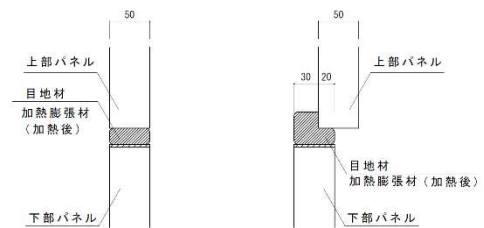


図 2 残留変位時の火災（目地加熱膨張材の膨張）



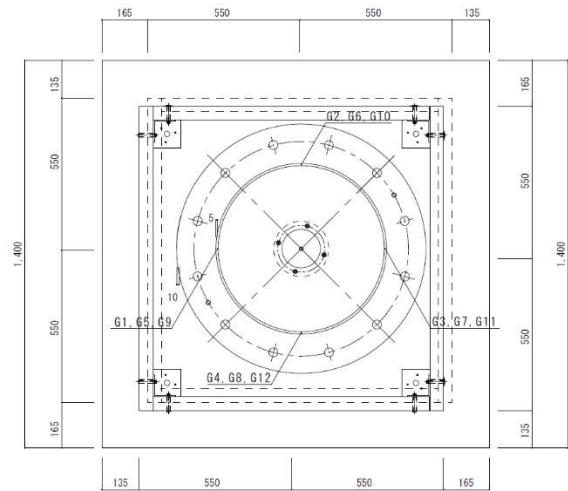
変位なし 試験体の仕様

図 3 加熱時の加熱膨張材

3.2 試験体

試験体の形状、寸法および温度測定位置を図4に示す。積層ゴム支承は、鉛プラグ入り天然ゴム系の支承径600mmを使用した。積層ゴム支承に水平変位を与えた状態で耐火試験をすることは困難であるため、上下分割パネル式の耐火被覆材『護免火 NR パネル』は、上下のパネルをX、Y方向に30mmずつずらして設置した。支承の周囲は、耐火パネルとしてけい酸カルシウム板150mmを配し、上下パネルの隙間には、下段パネルに目地材（加熱熱膨材）を取り付け、さらに、通常施工と同様にガスケットを取り付けた。また、積層ゴム支承の上下構造体は、既報同様、鉄筋コンクリート板1400×1400×300mmとした。

温度測定位置は、性能評価試験と同様に積層ゴム支承の上段、中段、下段の3断面とし、各断面直交する4方向の被覆ゴム表面から深さ5mmの位置とした。



水平断面見下げ図（下部パネル断面）

3.3 試験方法

加熱試験は、性能評価機関が定める「防耐火性能試験・評価業務方法書」に従い、護免火の取得耐火構造認定と同じ180分の加熱試験を行った。

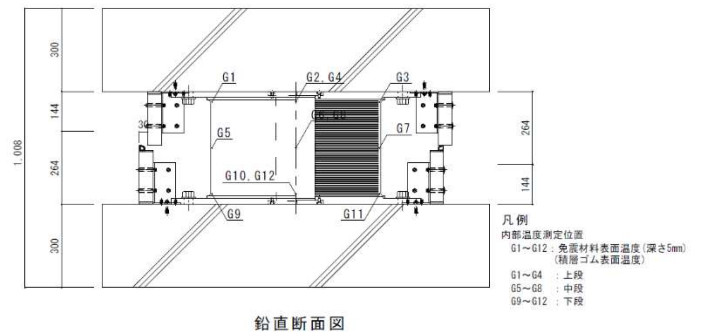
3.4 判定方法

免震材料の表面温度を測定した場合の判定基準は、表面温度の最高が性能担保温度を超えないこととされており、JSSIでは、天然ゴムおよび高減衰ゴムの性能担保温度を150℃としていることから、本試験では、積層ゴム支承の表面（被覆ゴムの深さ5mmの位置）温度が150℃（基準温度）を超えないことを判断の目安とした。

3.5 試験結果

結果を表1および図5～8に示す。免震材料の表面温度（被覆ゴム 深さ5mm）は、加熱120分時では、最高温度115.1℃（平均92.8℃）であったが、その後、149分で基準温度150.0℃（平均118.0℃）に到達した。最高温度は200.2℃（180分）、平均温度の最高は154.4℃であった。また、積層ゴム支承の表面温度は150℃に達したが、内部温度（深さ48mm位置）については、加熱終了後の温度上昇を含めても最高温度は106.6℃（724分時）であり、150℃には至らなかった。

加熱試験前後の試験体状況を写真1、2に示す。



鉛直断面図

図4 試験体図

表1 試験結果

試験年月日	2022年10月18日		
試験体の大きさ(mm)	1400×1400×1008		
加熱面	4面		
加熱時間〔試験時間〕	180分〔720分〕		
加熱温度	図5		
免震材料表面温度	図6		
加熱120分時の免震材料表面温度(℃)	最高	上段	115.1
		中段	114.9
		下段	83.2
	平均	92.8	
免震材料表面温度が基準値150℃に達した時間(免震材料表面温度平均値)	149分(118.0℃)		

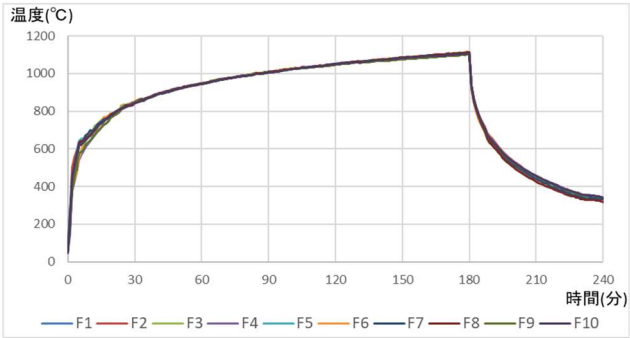


図5 加熱温度測定結果

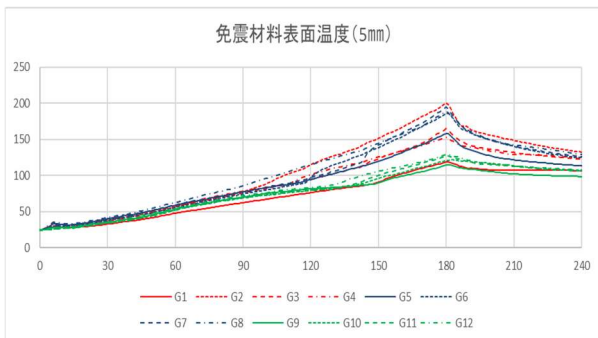


図6 免震材料表面温度測定結果



写真2 加熱試験後の試験体状況

4. まとめ

上下分割パネル式耐火被覆材『護免火 NR パネル』に X、Y 方向に 30mm ずつの残留変位が生じた想定において、3 時間加熱試験による耐火性能確認を行った結果、3 時間の性能には満たないが、2 時間の耐火性能は十分に保持していることを確認した。

既報および過去の認定試験結果から、パネル式耐火被覆材の耐火試験においては、加熱終了時の温度は積層ゴム支承の中段部が高く、加熱終了時にはほぼピークを迎える。一方、積層ゴム支承上段部においては、コンクリートからの熱伝導の影響もありピークまでの時間は伸びることもあるが、加熱終了時からの温度上昇は 15°C 程度に留まっている。以上より、本試験での積層ゴム支承の表面最高温度は 120 分時に 115.1°C であることから、基準値 150°C に対し十分な性能であると判断できる。また、免震装置や上下構造体の熱容量等によりその耐火性に差異が生じることが考えられるが、本試験で使用した免震装置は認定基準最小の $\phi 600$ mm であり、当該試験体寸法以上のものについては、熱容量が大きくなるため、耐火性能上有利になると判断できる。よって、当該寸法以上のものについては、50mm 厚さのパネルに対し、残留変位によるずれが X、Y 方向に 30mm ずつ発生した状態、すなわち上下パネルの掛かりを 20mm 確保することで、2 時間の耐火性能を保持できるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 免震建物の耐火設計ガイドブック
一般社団法人 日本免震構造協会
- 2) 残留変位を想定した免震耐火システムの耐火性能
(その2)



写真1 加熱試験前の試験体状況