

空港用鋳鉄製グレーチングGR-Uの設置について

日之出水道機器株式会社

第2マーケティング統括グループ

戦略企画グループ 村岡 広樹

1. はじめに

機能拡大や老朽化対応等による更新が進められ、さらにエアバス社のA350-900型機の受け入れのため、より高強度のグレーチングが必要になっている空港施設の状況において、高強度かつ日々復旧での取替施工に対応可能な鋳鉄製グレーチングの機能構造について、前回の空港技術報告会にて報告させていただいた。

本稿では、実際の空港施設におけるグレーチング取替え施工事例をもとに、航空機の運航を妨げず定時性を維持しながらの夜間施工に対応した施工内容や施工時間について報告する。

2. 鋳鉄製グレーチング (GR-U) について

1) 既設のグレーチングについて

空港施設内で主に用いられているボルト固定式鋼製グレーチングでは、通過する車両等による振動のためナットの緩みが発生し、蓋ががたつき、さらに進行するとナットが完全に外れ、蓋が跳ね上がり、車両のパンク事故に繋がる事例もある。そのため、定期的なナットの増し締め作業等が維持管理時に必要となっている。また、車両通過時にグレーチング蓋に加わるひねりやねじれの力により、細いIバーの変形や溶接外れ、グレーチングの両サイドに露出した側溝躯体の壁面が破損する事例が散見される。

空港施設は埋め立て地も多く、エプロンが沈下し側溝が浮き、側溝が水を取り込めなくなる事例もある。

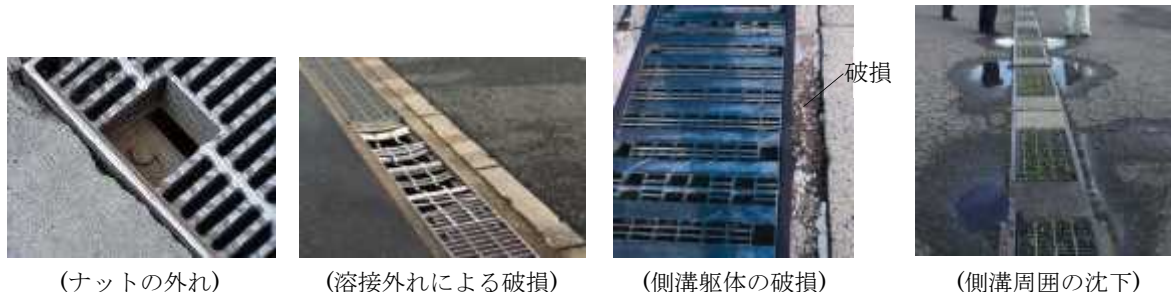


図1. 鋼製グレーチングの不具合事例

2) 鋳鉄製グレーチング (GR-U) の特徴

(1) 基本構造・跳ね上げ防止

鋳鉄製グレーチング (GR-U) は、鋳鉄の自由度を活かした蓋枠一体構造となっており、コンクリート側溝躯体と緊結するボルト部を無収縮モルタルやコンクリートで埋め込むため、ナットの緩みは発生せず、蓋のガタつきや跳ね上げを防止するもの。

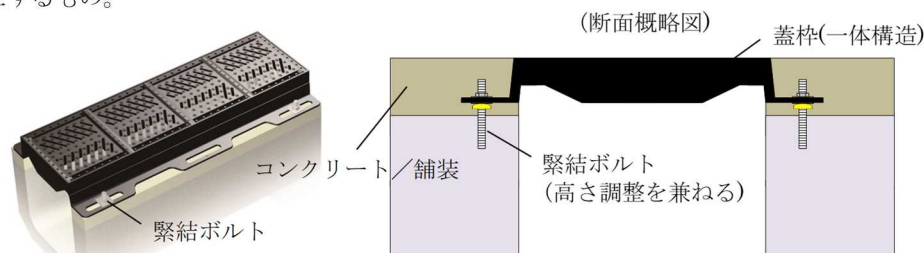


図2. 鋳鉄製グレーチング (GR-U)

蓋枠一体構造のため蓋の全面開放はできないが、側溝のメンテナンス用に子蓋付きのタイプをラインナップしており、側溝内の機械清掃が可能である。この子蓋にもボルトナットは使用しておらず、マンホール蓋と同様の構造で錠と蝶番により子蓋の跳ね上げを防止している。



図 3. 子蓋付きタイプ

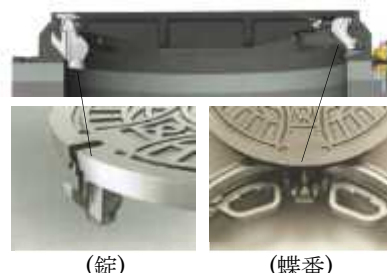


図 4. マンホール蓋の錠・蝶番構造(参考)

(2) 耐久性・耐食性

鋳鉄製グレーチング(GR-U)の材質は、一般的な鋼製グレーチングの SS400(一般構造用圧延材)に比べ強靱性に優れる FCD700(ダクタイル鋳鉄)。また、FCD700 は材料内の亀裂伝播を抑制し、繰返し荷重に対しても非常に高い耐久性を発揮する。耐食性も SS400 に比べ高い。

さらに、製品は厚肉な構造に加え、溶接等は無い一体構造のため、変形や破損に対する信頼性も高い。

(3) 勾配に合わせた施工

コンクリート側溝躯体を表層に露出させずに、グレーチングの際まで舗装が可能な構造であるため、グレーチング周囲の破損を抑制可能。また、施工時に側溝躯体とグレーチングを緊結するボルトを用いたミリ単位での高さ調整が可能であり、路面の勾配に合わせて段差の無い施工が可能。そのため、車両通行時の衝撃を抑制することができる。

また、蓋設置の高さ調整が可能であるため、周囲のエプロンが沈下した場合でも側溝躯体が健全ならば、蓋の高さ調整で対応可能。

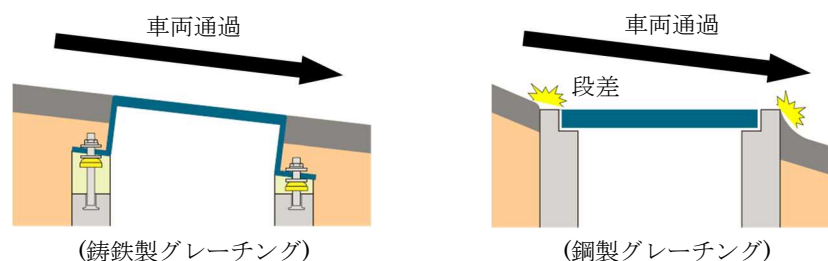


図 5. 段差レス施工

3. 鋳鉄製グレーチング(GR-U)の荷重対応について

鋳鉄製グレーチング(GR-U)の耐荷重については、大きく 3 タイプの製品群を準備している。A350-900 を含む LA 荷重まで対応可能な AGRU、および防衛施設向けに輸送機 KC-46A まで対応可能な MGRU については、今年度中に溝幅 300/400/500/600/800 用をラインナップする。

道路橋示方書に基づく T-25、LF 荷重(大型消防車)および LT 荷重(トーイングトラクター)に対応可能な GR-U については、溝幅 300/400/500/600/1000 をランナップしており、溝幅 800 用のみ次年度中にラインナップ予定。

対応荷重と溝幅のラインナップについて、表 1 に示す。

表 1. 荷重対応

製品呼称	荷重区分	対象	対応溝幅(mm)	現状
AGRU	LA	航空機 (A350-900 含む)	300,400,500, 600,800	今年度中にすべて ラインナップ。
MGRU	防衛施設向け	航空機 (KC-46A まで)		
GRU	LT	トーイングトラクター	300,400,500, 600,(800),1000	ラインナップ済み。 800のみ次年度予定。
	LF	大型消防車		
	T-25	その他 T-25 以下の車両		

4. 空港施設でのグレーチング取替え施工について

空港の維持管理において、航空機の定時性を維持することは非常に重要になる。

铸铁製グレーチング(GR-U)は、1日あたり数mずつの短距離に区切って施工を行うことで、航空機の運航に影響のない夜間作業による既設グレーチングからの取替え作業が可能となっている。

実際の施工事例に基づく施工工程および施工時間について以下に示す。

1) 那覇空港 GSE 車両通行帯 (LT 荷重)

(1) 施工現場

2018年12月に、那覇空港にて GSE 車両通行帯の側溝グレーチング計 25m の取替え施工を実施した。

現場は、ターミナル周囲の GSE 車両通行帯を横断する側溝で、ターミナルの北側および南側それぞれ 13m/12m にわたる部分。グレーチングのガタツキや周辺の破損が発生し、鉄板にて応急処置をしていた箇所。

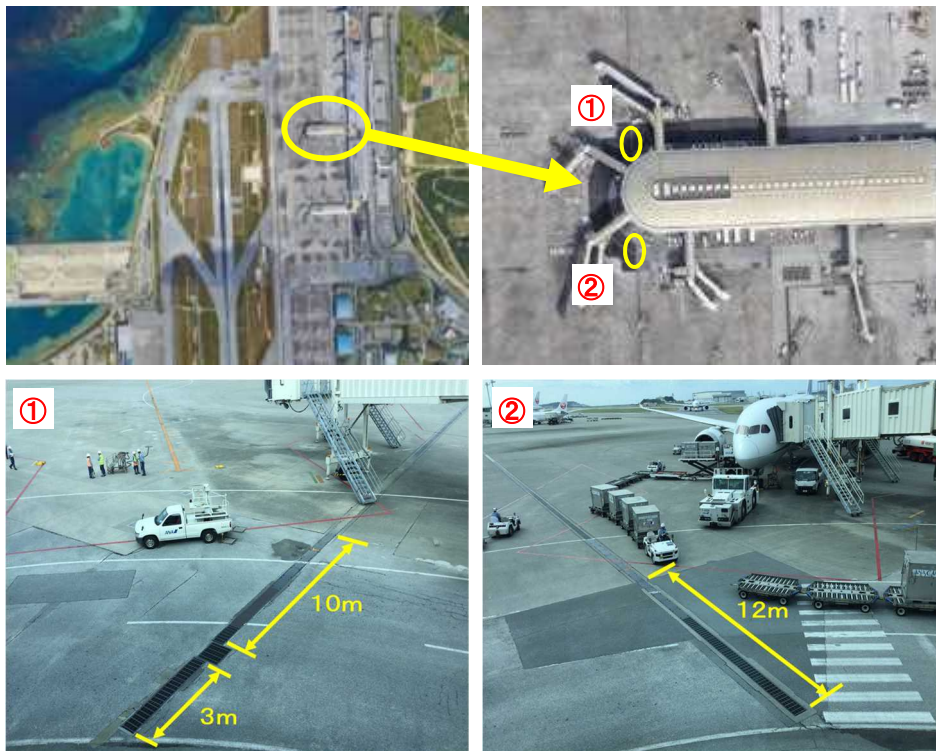


図 6. 那覇空港 GSE 車両通行帯施工現場

現場条件は以下の通り。

- ・側溝幅：300mm
- ・側溝壁厚：250mm
- ・深さ 220mm まで研り撤去（側溝研り量約 0.1 m³/m）
- ・既設ふた：ボルト固定式鋼製グレーチング、鉄板ふた

(2) 施工工程

グレーチング取替え施工の工程は以下の通り。

- ① 側溝上部切断：側溝上部の研り範囲に鉛直/水平カッターを入れる。
- ② 側溝上部研り：既設グレーチングを撤去し、側溝上部を研り撤去。
- ③ 緊結ボルト設置：GR-U 設置用の緊結ボルトを立てる。
- ④ グレーチング設置：内型枠を設置し、GR-U を設置する。
- ⑤ モルタル打設：無収縮モルタルを打設し、内型枠を撤去し完成。

作業時間内の安全を見て1日あたり3mずつの施工としたが、施工時間の短縮のため、本施工においては鉛直/水平カッターでの切断作業のみあらかじめ完了させた。

側溝研り作業にはバックホーの先端にアタッチメントのピックを取り付けたものを用い、仕上げの研りは人力でブレイカーにて行った。また、研りの際に既設の鉄筋は撤去せずに流用した。

本施工で用いたモルタルは超早強性無収縮モルタル・ラウンドベース(楢グラウンドデザイン研究所)であり、60分以内の養生で圧縮強度 10.3N/mm²(参考値)と道路開放に十分な強度を発現できるもの。



図 7. 既設のガタツキ・破損



図 8. 施工完了後

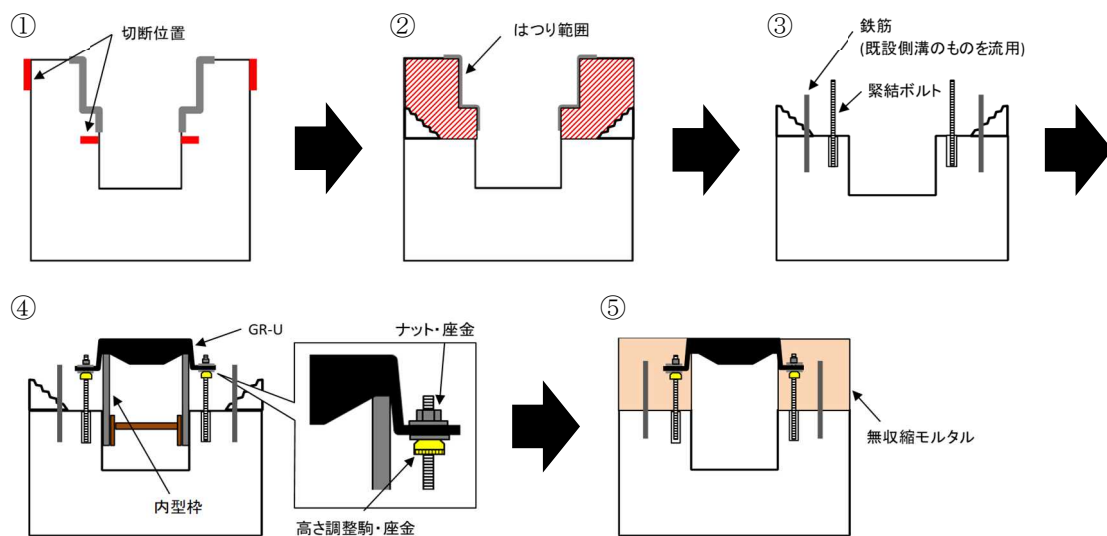


図 9. 那覇空港 GSE 車両通行帯施工工程

(3) 施工時間

本施工の制限時間は、最大で 23:00 から 6:00 までの計 7 時間。それまで施工を完了させ、完全に撤収しなければ、航空機の運航に支障をきたし大きな損失が発生してしまう。そのため、準備および撤収の時間も含め、5:00 には完了する計画で施工作業を実施した。

実際の作業結果に基づく作業スケジュールを表 2 に示す。

表 2. 那覇空港 GSE 車両通行帯施工時間 (3mあたり)

工程	作業時間	作業スケジュール						
		23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00
① 側溝上部切断	-	※前日までに実施済み						
- 作業準備	10分	■						
② 側溝上部研り	100分	■	■					
③ 緊結ボルト設置	30分			■				
④ グレーチング設置	70分			■	■			
⑤ モルタル打設～型枠撤去	75分					■	■	
- 撤収	10分						■	
- モルタル養生	-						■	■
合計 (養生時間を除く)	295分	■						

事前に鉛直/水平カッターにて切込みを入れておくことができたこともあり、3m区間の施工作业は 23:00 開始から 4:00 までには完了した。モルタルの養生時間も十分確保されており、空港の定時性を維持しつつ、グレーチング取替え工事を進めることができている。

2) 那覇空港エプロン部

(1) 施工現場

2019 年 11 月より、那覇空港エプロン部の側溝グレーチング取替え工事(溝幅 800:68.5m)が予定されており、その後溝幅 500:20.9mの施工も実施する。こちらも航空機の運航に影響しない夜間に施工を行う。

この現場は、滑走路と駐機場を往復する航空機が通過する箇所であり、A350-900 を含む LA 荷重対応の铸铁製グレーチング(AGRU)を用いた施工を行う。

既設グレーチングは荷重により沈み込み、段差が発生しており、一部は側溝内に鉄骨台座を組み、グレーチングの段差補正をしている状況。

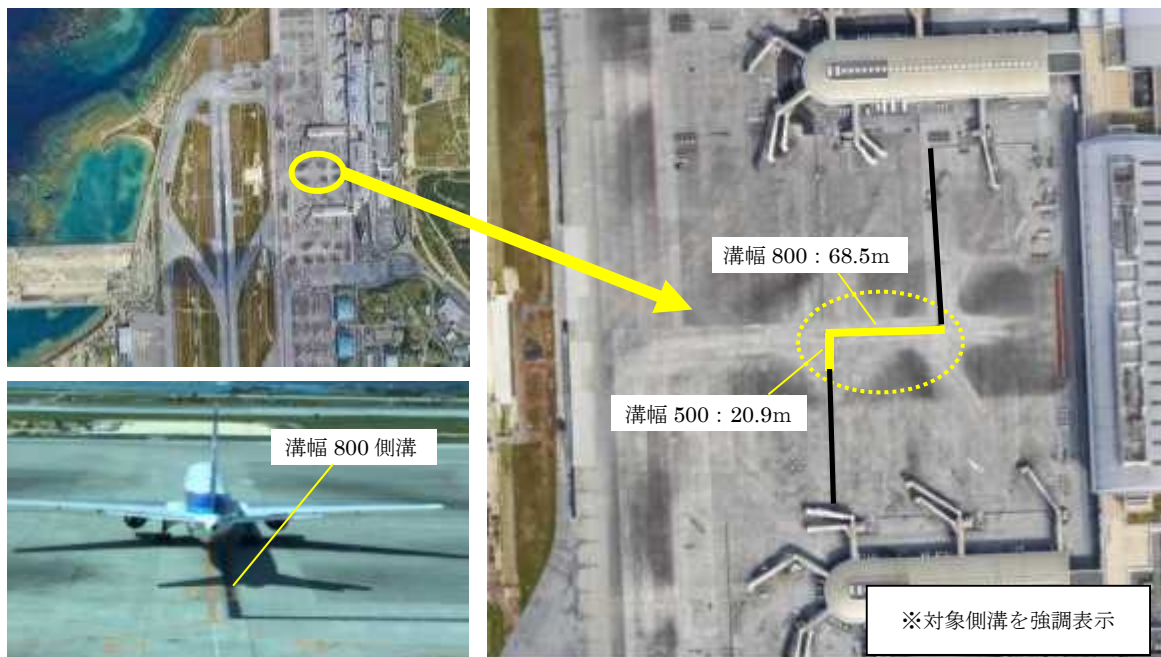


図 10. 那覇空港エプロン部施工現場

現場条件は以下の通り。

- ・側溝幅：800mm
- ・側溝壁厚：400mm
- ・深さ 220mm まで研り撤去（研り量約 0.2 m³/m）
- ・既設ふた：鋼製グレーチング(嵌合式)



図 11. 既設グレーチングの状況

(2) 施工工程

施工工程は GSE 車両通行帯とほぼ同様であるが、航空機通過時の安全性を鑑み、事前の水平切断は行わない(側溝両側の鉛直方向の切込みのみ事前に入れることとする)。そのため、日進量は 2m として計画している。

(3) 使用材料について

GSE 車両通行帯では無収縮モルタルを用いたが、強度とクラック発生の懸念から、空港施設で実績のある超早強性コンクリートであるスーパージェットコンクリートセット(小野田ケミコ(株))を用いる。なお、1日あたりの施工量が 2m 分と少ないことおよび、沖縄にはジェットモビル車が無いことから、現場でのミキサー練りに適した本製品が適していると考えたもの。

限られた時間内で確実に施工を完了させるために、コンクリートが必要な強度を発現するまでの養生時間が重要となり、作業が計画より遅れた場合も想定し、1 時間以内の養生で必要強度が発現することを条件とした。発現強度の規格は 3 時間経過後からしか公開されていないが、温度や添加する遅延剤量をパターン化した試験を行い、強度条件を満たすことを確認している。

(4) 施工時間

本施工の施工予定時間を表 3 に示す。11 月予定の施工を経た後、こちらの実績についても報告することとしたい。

表 3. 那覇空港エプロン部施工予定時間（2m あたり）

工程	作業時間	作業スケジュール							
		23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	
- 作業準備	10分	■							
① 側溝上部切断	50分	■	■						
② 側溝上部研り	90分		■	■					
③ 緊結ボルト設置	30分				■				
④ グレーチング設置	60分				■	■			
⑤ コンクリート打設～型枠撤去	120分					■	■	■	
- 撤収	10分							■	
- コンクリート養生	-							■	
合計（養生時間を除く）	370分	■							

5. さいごに

空港施設内の排水施設において、鋳鉄製グレーチング(GR-U)を用いたグレーチング取替え施工は、航空機の運航を妨げない夜間施工での対応が可能であり、定時性を維持しつつ日々復旧を図ることができる。

A350-900 を含む LA 荷重の環境においても同様に夜間施工対応が可能であるかについては、11 月に予定されている那覇空港エプロン部の側溝グレーチング取替え施工をモニタリングし、最新情報を報告することとしたい。

以上