

(2) トレーラー輸送試験

「1. 東北地方の港湾における鉄道を利用した複合一貫輸送モデルの設定」のなかで設定したモデルの対照実験として、鉄道と同様のデータを比較・解析することを目的として、秋田港～仙台港に至るルートをトレーラーによる試験輸送を行った。

1) 実証実験の輸送ルートおよびスケジュール

当初は鉄道輸送との輸送環境の違いを比較するため、コンテナが秋田港に到着後、再びコンテナ内部に計測機器を積み付け、仙台港駅までトレーラーによる陸上運搬試験を行う予定であったが、ポストチヌイ港での通関に時間がかかり、ロシアから日本への貨物の到着を待つと年度内の実験完了が困難な見通しとなったため、同規格の40フィートコンテナを用い、飲料水を積み付け、比較試験を行った。

【実証実験の輸送ルートとスケジュール】



2) 実験に用いた貨物、機器等

①貨物（水）

実証実験に使用した貨物に関しては、以下の通りである。

【実証実験に使用した貨物】



②トレーラー

40 フィートコンテナは、貨物重量にコンテナ自重を加えたコンテナ総重量 24 トンまでであれば 2 軸のトレーラーでの輸送が一般的である。今回の輸送実験では、コンテナ自重（約 4 トン）と併せても 5 トンに満たない重量であったため、2 軸トレーラーを使用した。

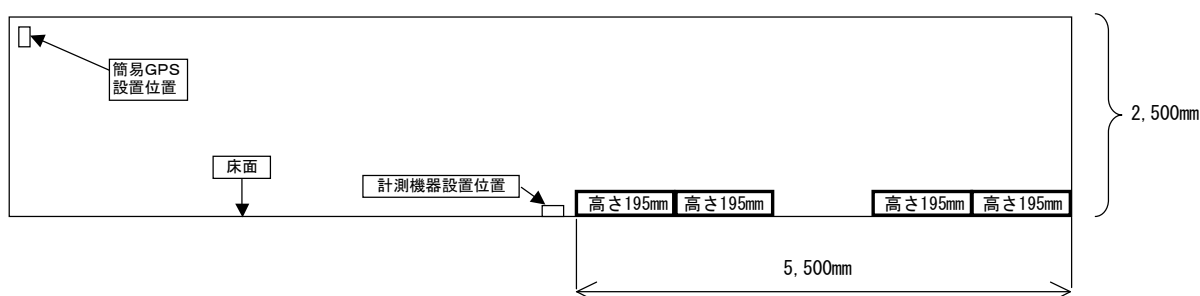
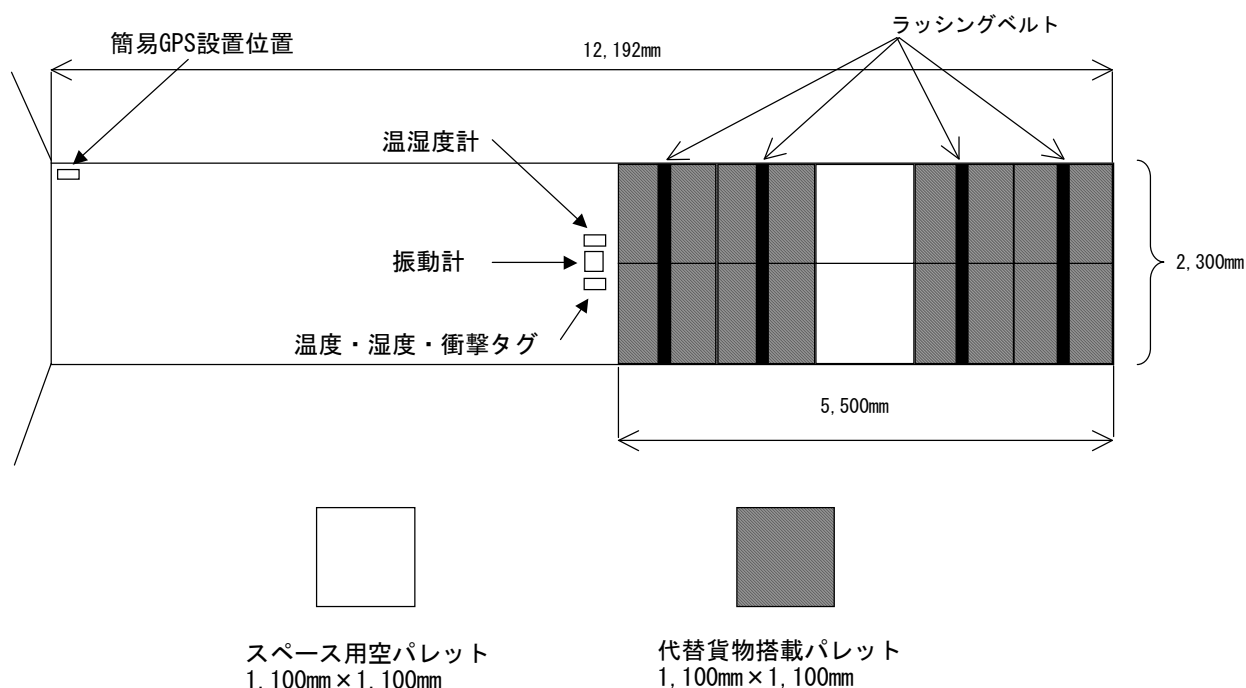
【実験に使用したトレーラー】



③貨物の積み付け

鉄道輸送試験に用いた自動車部品の重量に合わせて、代替貨物の重量は約 800kg となるようにした。また、積み付け位置に関しても鉄道輸送試験に合わせてコンテナ前方から 5,500 mm 程度に、約 800kg のウェイトが均等に分散するように考慮したうえで積み付けた。

コンテナと代替貨物を積載したパレットの固定にはラッシングベルトを使用し、代替貨物自体はパレット上にストレッチフィルムと P P バンドにて固定、G P S はコンテナ壁面に設置した。



飲料：水
寸法 415 mm (長さ) × 275 mm (幅) × 195 mm (高さ)
質量 13kg
1 パレット積み付け個数：8 個 (代替貨物総質量 104kg)
コンテナ積載パレット数：8 台 (コンテナへの代替貨物積載総質量 832kg)

※計測機器はコンテナ床面に設置しているため、本実証実験において得られる振動・衝撃データはコンテナ床面に路面の凸凹による振動がタイヤ、サスペンションを経由して伝わることでコンテナ床面が受ける外力に相当する。また、温度・湿度についてもコンテナ床面付近のものである。

④バンニング

コンテナ内部への貨物のバンニング状況は以下の通りである。

【コンテナ内部の様様】



【温湿度計、温度・湿度・衝撃タグの設置】



（３）輸送環境の把握

●目視による把握

・コンテナの外観状況

コンテナの外観上は２本のコンテナともに傷、凹み等は見受けられず、本実証実験の過程を通じて、外部からは問題となる程度の衝撃を受けることなく、スムーズな輸送が行われたものと推察される。

・コンテナの内部状況

実証実験過程の仙台港駅、秋田港大浜CYにおいて開コン、貨物の状況について目視確認を行ったが、秋田港到着に至るまで２本のコンテナともに荷崩れ、擦れ、錆びなどの有無等は見受けられず、問題は生じていなかったことから、外観目視検査上は、スムーズな輸送が行われたものと推察される。



●オペレーション状況の把握

①鉄道輸送

- ・積み込み（仙台臨海鉄道部分）

40フィートの海上コンテナの輸送は通常行っている業務でもあり、総体的に順調で、課題となる事象は見受けられなかった。

- ・JR貨物（北上線ルート）

40フィートの海上コンテナの輸送は初めての輸送であるが、特継作業などの臨時作業は発生したものの、全体として大きな問題点は見受けられなかった。

- ・JR貨物（東北～奥羽線ルート）

40フィートの海上コンテナの輸送は初めての輸送であるが、特継作業などの臨時作業は発生したものの、全体として大きな問題点は見受けられなかった。

- ・秋田貨物駅～秋田北港駅

40フィートの海上コンテナの輸送は初めての輸送であるが、貨車の切り放しや機関車の付け替えなどが発生したものの、通常時に行っている入換え作業と大きな差のない範疇でのものであり、全体として大きな問題点は見受けられなかった。

②コンテナ荷役（リーチスタッカー）

交通規制等の条件付きではあったが、1個当たり10分程度の作業であり、今回実験した秋田北港駅は荷役場所として適切と判断される。また、実証実験のコンテナ積みおろし・大浜CY搬入時のオペレーション上での状況に関しては、結果として全体としては大きな問題はないが、作業上の細かいポイントのなかで気づいた点は以下の通りである。

- ・ヤードからの出入りの際に保税区のゲートと道路出入り口のゲートが狭いので、荷役に支障のないよう留意した。
- ・荷役機械の操作に当たっては道路を横断する電線と線路沿い電線には注意を要した。
- ・敷鉄板の幅や強度に問題はないが、リーチスタッカーのリア部分が公道に落ちていたためリーチスタッカー車体が水平にならず、貨車からコンテナを外す際に特に注意が必要であった。
- ・コンテナ荷役はリーチスタッカー車体が水平な状態で行えることが望ましい。



仮設部と公道の接続部分の鉄板敷に角度がついており、リーチスタッカーのリア部分が下がり気味になっている



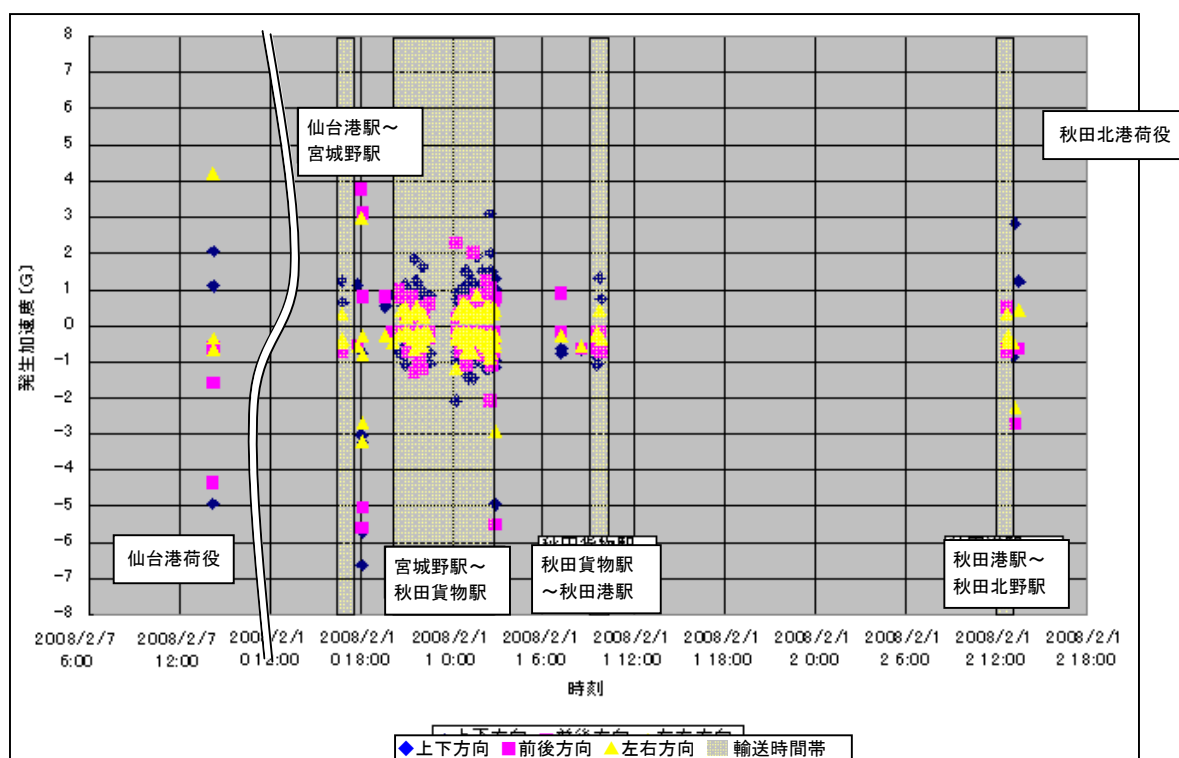
(4) 輸送環境のデータ解析

① 仙台港駅～秋田北港駅（北上線回り）鉄道輸送の振動、衝撃、温度、湿度

● 振動、衝撃

本実証実験での北上線ルートにおける振動、衝撃の発生状況及び基本統計値は以下のとおりである。

- ・ 下図（加速度発生状況）に示したグラフは、X軸（横軸）が時系列、Y軸（縦軸）が加速度となっており、グラフ中のプロットは、振動方向と発生した加速度の大きさを示している。振動方向は、◆が上下方向の加速度、■が前後方向の加速度、▲が左右方向の加速度を示しており、それぞれ瞬間の波形のピーク値をプロットしている。
- ・ 停車時の無振動状態を基準値0として、振動方向が上下方向の場合、上への力が加われば+、下なら-の値が計測されており、下表（発生加速度基本統計値）の平均値はこれらの値（衝撃波形のピーク値）を絶対値化して平均したものである。なお、最大値、最低値は、それぞれ観測期間中の最大、最小の加速度の値を示している。



【鉄道輸送（北上線ルート）のコンテナ床面での加速度発生状況】

※以下、全てのデータは計測機器をコンテナ床面に設置して得られた、コンテナ床面における計測結果である。

【鉄道輸送（北上線ルート）のコンテナ床面での発生加速度基本統計値】

	荷役時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	4.95	4.37	4.23
最低値	0.85	0.62	0.36
平均値	2.18	1.76	1.41

	特継時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	6.63	5.60	3.20
最低値	0.55	0.14	0.25
平均値	2.30	2.14	1.19

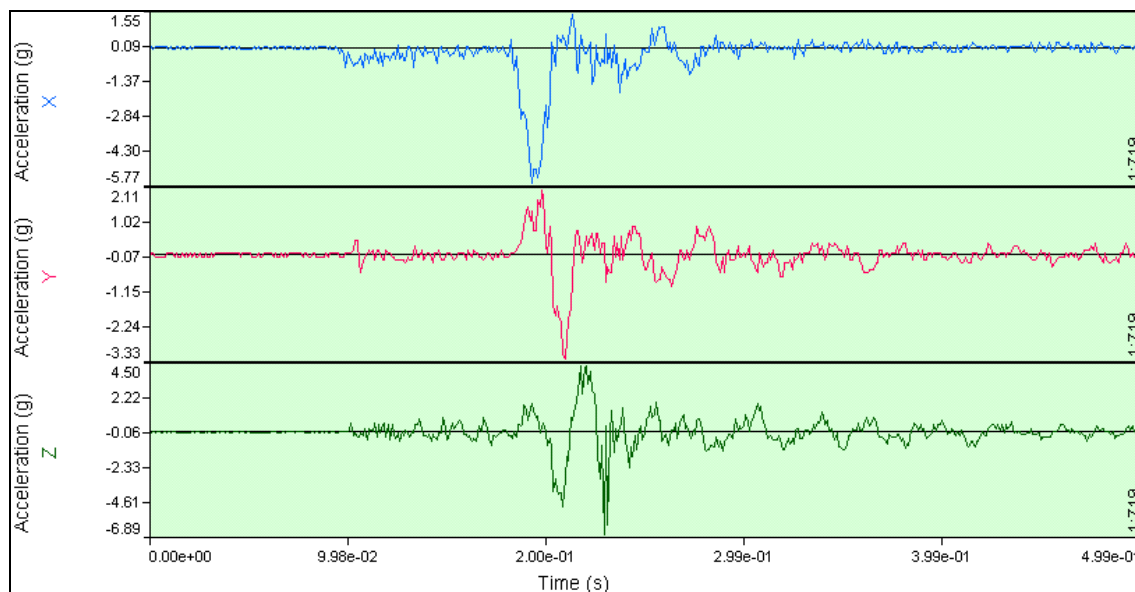
	輸送時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	3.09	2.31	1.15
最低値	0.44	0.14	0.15
平均値	0.87	0.37	0.35

最大値は宮城野駅での特継作業時に発生した衝撃で、上下方向で 6.63G と輸送時の 2 倍以上の加速度が発生している。また、特継作業時は貨車の切り離し、再連結が行われるため、前後方向の加速度も高く、最大値が 5.60G と輸送時の 2 倍、平均値では 2.14G と輸送時の 5 倍以上の加速度が発生している。

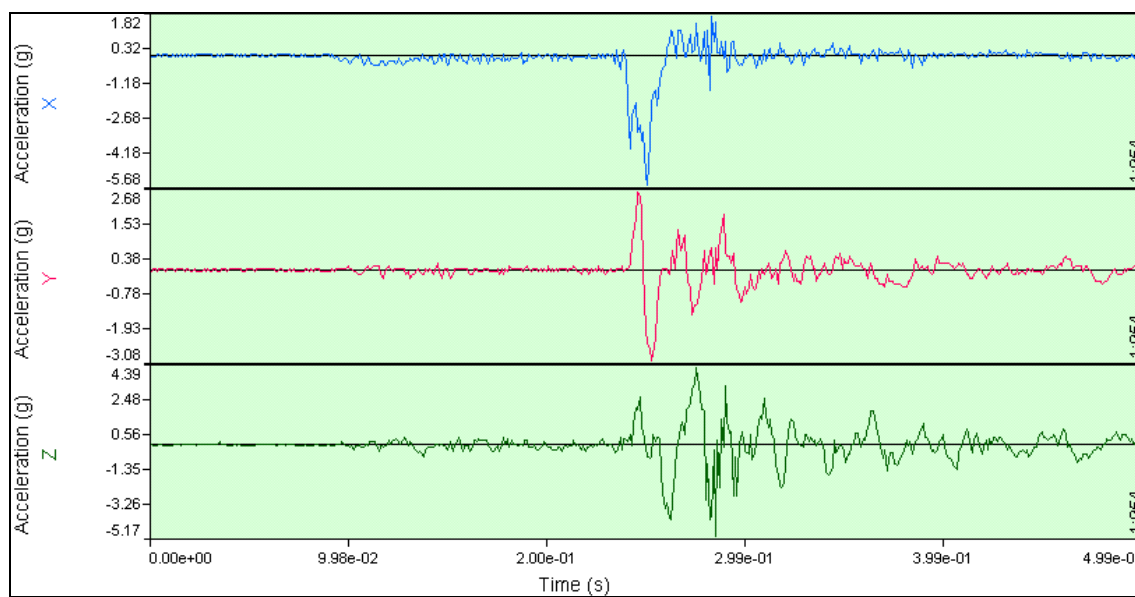
また秋田貨物駅でも特継作業で上下方向 4.96G の加速度が計測されており、ここでは前後方向のほうが加速度が高く、5.51G を計測している。

そのときの衝撃波形を以下のグラフに示す。また対比として秋田北港での荷役時における衝撃波形を示す。

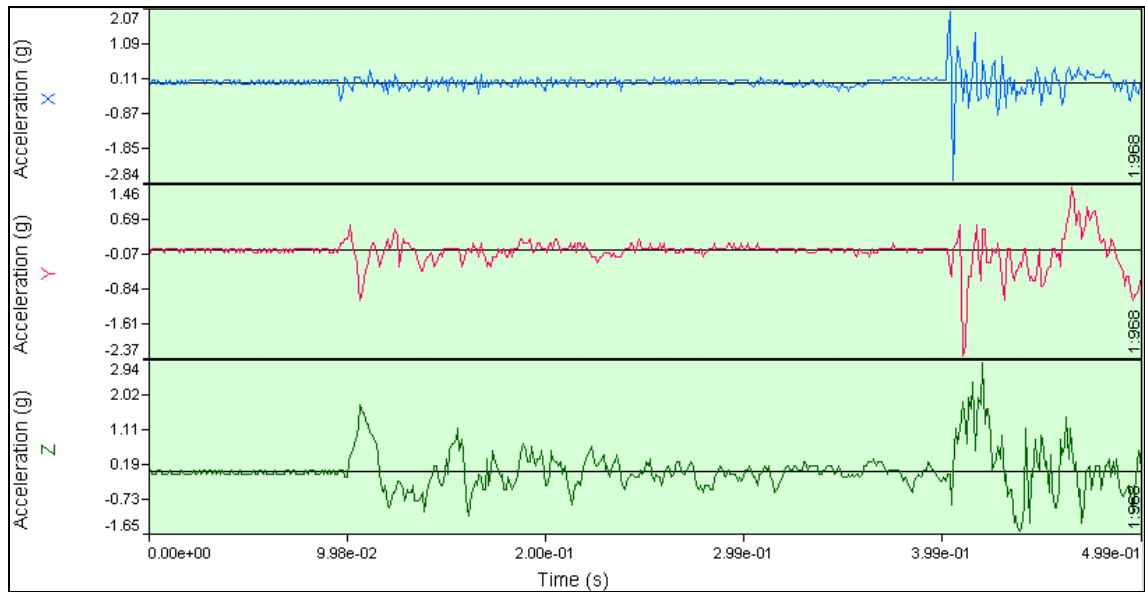
- ・ 下図（発生加速度波形）に示したグラフは、X 軸（横軸）が作用時間、Y 軸（縦軸）が加速度となっており、上から順に、—が前後方向、—が左右方向、—が上下方向に加わった衝撃の大きさを示している。



【鉄道輸送（北上線ルート）宮城野駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月10日18時01分発生）



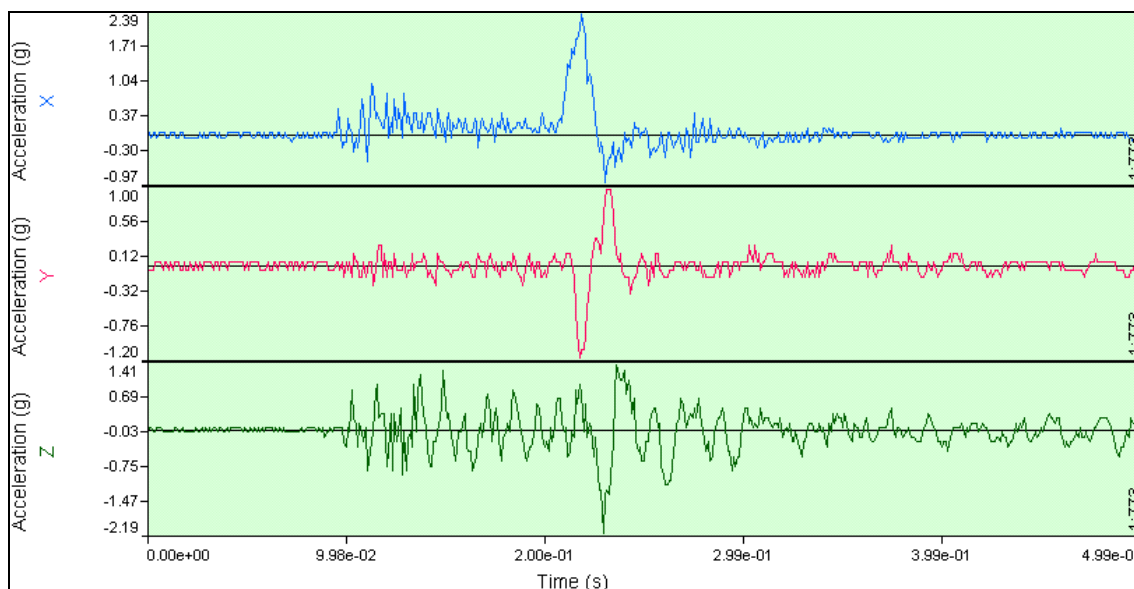
【鉄道輸送（北上線ルート）秋田貨物駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月11日02時50分発生）



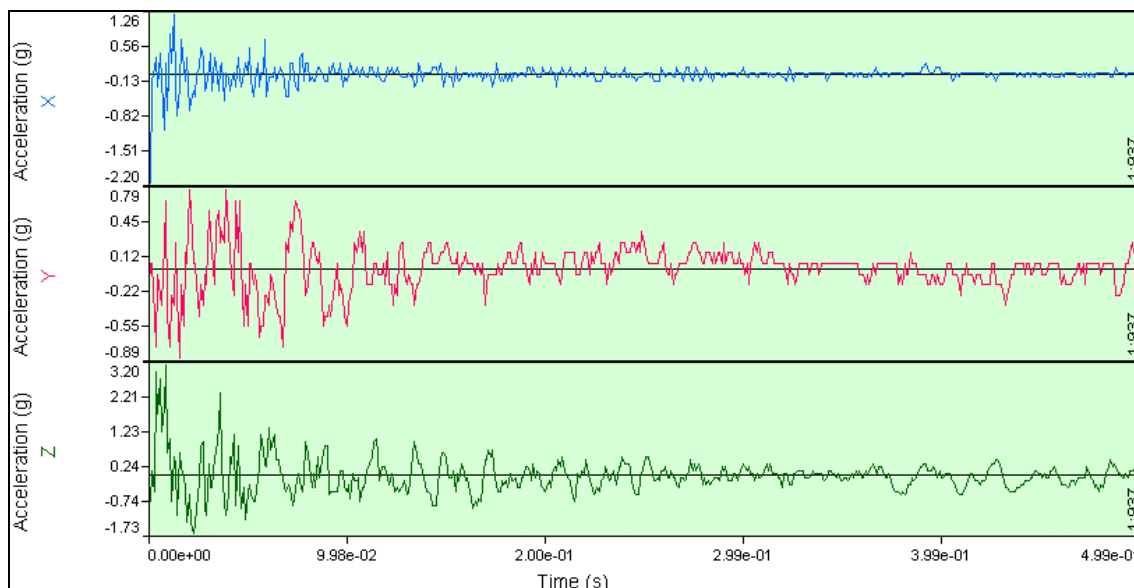
【鉄道輸送（北上線ルート）秋田北港実証実験中のコンテナ床面での最大発生加速度波形】

これを見ると秋田北港での荷役実証実験における発生加速度は、最大で上下方向2.84 Gで、宮城野駅で発生した最大加速度（6.63G）の2分の1以下である。これは、宮城野駅や秋田貨物駅での特継作業と異なり、秋田北港駅での荷役実証実験はリーチスタッカーを使用した荷役であったことによるものである。

また、次の2つの波形は輸送時に発生した最大加速度（前後方向 2.31G、上下方向 3.09G）の加速度波形である。これは水平方向の加速度が大きく、駅付近で発生していることから、貨物列車がポイントを通過する際に発生したものであると考えられる。



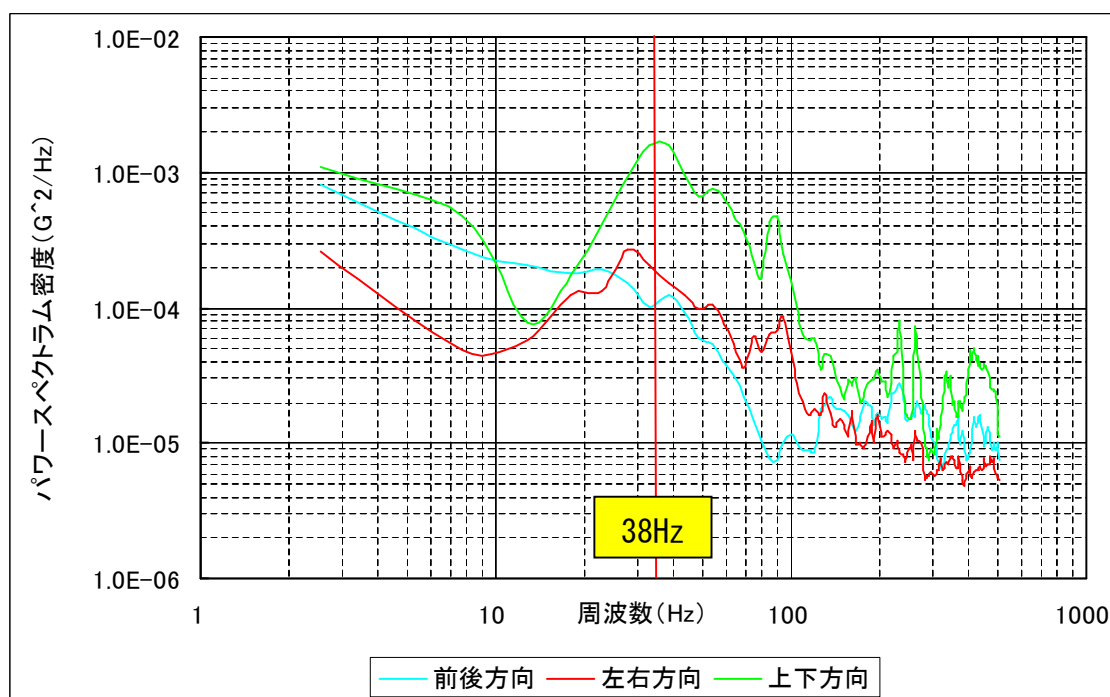
【鉄道輸送（北上線ルート）北上駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月11日0時14分発生）



【鉄道輸送（北上線ルート）和田駅付近での発生加速度波形（2月11日02時31分発生）】

次に振動数の影響であるが、鉄道輸送中の振動数解析（P S D解析）結果を次のグラフに示す。

- ・ P S Dとはパワー・スペクトラム密度のことで、グラフのX軸（横軸）がパワー・スペクトラム密度、Y軸（縦軸）が周波数である。これは、振動エネルギー（パワー）が特定の振動数（周波数）にどのくらい集中しているかを表しており、—が前後方向、—が左右方向、—が上下方向に振動エネルギーの大きさを示している。
- ・ 物体は必ず固有な振動数を持っており、外部からそれと同じ振動数が伝達すると、その物体は受けた外力以上の振動（共振）を起こすことになる。



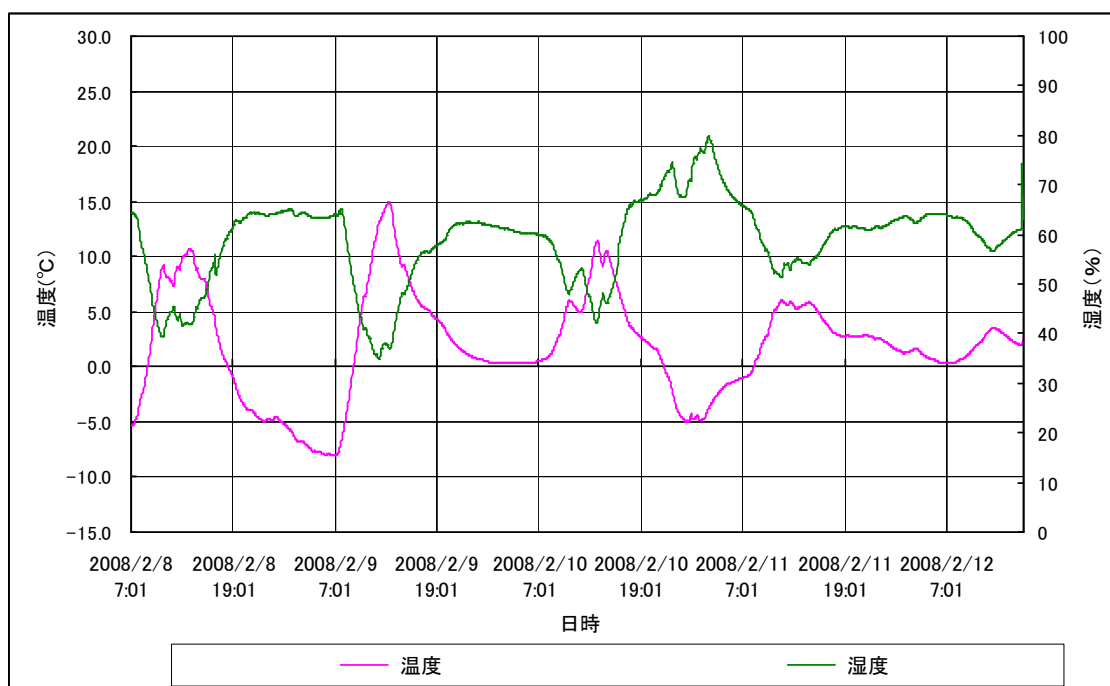
【鉄道輸送（北上線ルート）のP S D解析結果】

振動エネルギーの増幅は、上図（P S D解析結果）に示すように上下方向で顕著に現れており、本鉄道輸送での主たる振動成分が 38Hz にあることが判る。しかし、通常 J R コンテナでは同じコンテナ床面を計測すると、主たる振動成分は 80～120Hz に現れることを鑑みると、特有な振動状況と言えるであろう。これは台車への固定方法が、海上コンテナは 4 角足の固定に対し、J R コンテナではコンテナ底面の中央部左右の 2 カ所固定と固定方法が異なることや、コンテナ強度も異なるために現れたものと思われる。

●温度、湿度

本実証実験での北上線ルートにおける温度、湿度の状況は以下に示すとおりである。

- ・下図（温度・湿度状況）示したグラフは、X軸（横軸）が時系列、Y軸（縦軸）のうち左が温度、右が湿度である。
- ・海上コンテナは密閉性が高いため、結露等の発生に対しては、コンテナバンニング時にコンテナに入り込んだ水分量の多さがポイントになる。
- ・空気中に含むことができる水蒸気の量は温度により定められており、ある量の水蒸気を含んだ空気を冷やすと総体的に湿度が増加する。さらにその空気を冷やすと空気中の水蒸気が飽和状態となり、余分な水蒸気が凝結して結露となる。バンニング時の温度と湿度からみた飽和水分量を基本として、温度の推移から結露の可能性が推測できる。



【鉄道輸送（北上線ルート）のコンテナ床面での温度、湿度状況】

北上線ルートにおける最高温度は、2月9日13時に計測された14.9℃である。この時の外気温は5.3℃とそれ程高くないが、天候は薄曇（多少日が差す状態）であったことから、仙台港駅に留置されたコンテナが日光の照射を受け、内部の温度が上昇したと考えられる。

なお、最低温度については同日6時に-8.0℃を計測しており、最高時と最低時の温度差は22.9℃となっている。コンテナ内の湿度は最高で79.8%が計測されているが、鉄

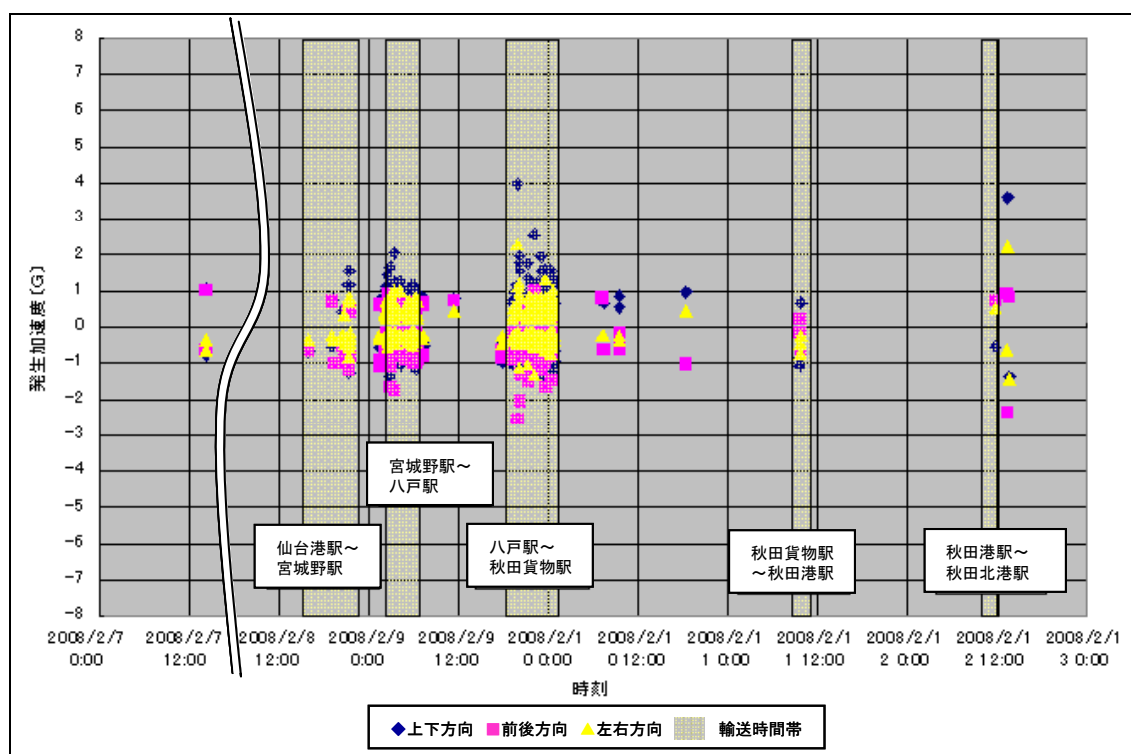
道輸送後の目視確認で、製品に錆びなどの異常の有無は確認されなかった。

②仙台港駅～秋田北港駅(東北本線・奥羽本線ルート)鉄道輸送の振動、衝撃、温度、湿度

●振動、衝撃

本実証実験での東北本線・奥羽本線ルートにおける振動、衝撃の発生状況及び基本統計値は以下のとおりである。

- ・ 下図(加速度発生状況)に示したグラフは、X軸(横軸)が時系列、Y軸(縦軸)が加速度となっており、グラフ中のプロットは、振動方向と発生した加速度の大きさを示している。振動方向は、◆が上下方向の加速度、■が前後方向の加速度、▲が左右方向の加速度を示しており、それぞれ瞬間の波形のピーク値をプロットしている。
- ・ 停車時の無振動状態を基準値0として、振動方向が上下方向の場合、上への力が加われば+、下なら-の値が計測されており、下表(発生加速度基本統計値)の平均値はこれらの値(衝撃波形のピーク値)を絶対値化して平均したものである。なお、最大値、最低値は、それぞれ観測期間中の最大、最小の加速度の値を示している。



【鉄道輸送(東北本線・奥羽本線ルート)のコンテナ床面での加速度発生状況】

【鉄道輸送（東北本線・奥羽本線ルート）の発生加速度基本統計値】

	荷役時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	3.60	2.36	2.22
最低値	0.76	0.63	0.35
平均値	1.57	1.23	0.96

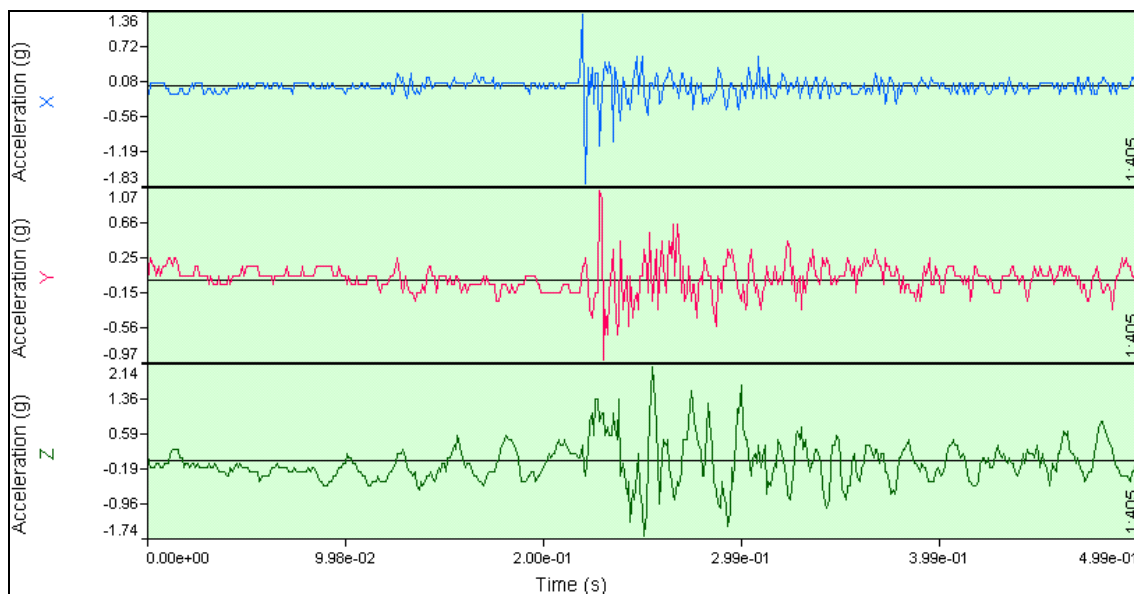
	特継時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	1.06	1.09	0.74
最低値	0.45	0.14	0.15
平均値	0.69	0.65	0.33

	輸送時の発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	3.99	2.55	2.31
最低値	0.35	0.14	0.14
平均値	0.78	0.35	0.35

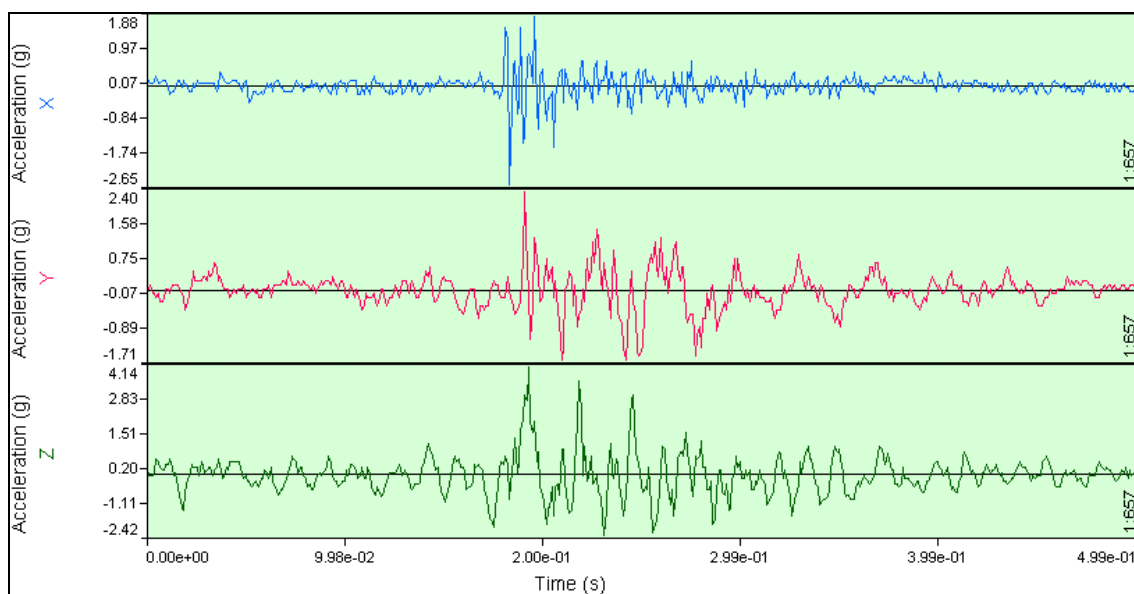
最大値は八戸駅から東青森駅までの輸送中に発生した衝撃で、上下方向で荷役作業時及び特継作業時を上回る 3.99Gが発生している。これは水平方向の加速度が 2.31Gと大きいことから、貨物列車が駅を通過する際のポイントで発生したものであると考えられる。同じように、岩手県北上駅のポイント、青森県清水川駅ポイント、青森県小柳駅ポイント及び秋田県早口駅ポイントでも高い加速度が計測されているため、そのときの振動波形を以下のグラフに示す。

なお、北上駅のポイントについては北上回りでも高い加速度を計測しているため、注意が必要なポイントであると思われる。

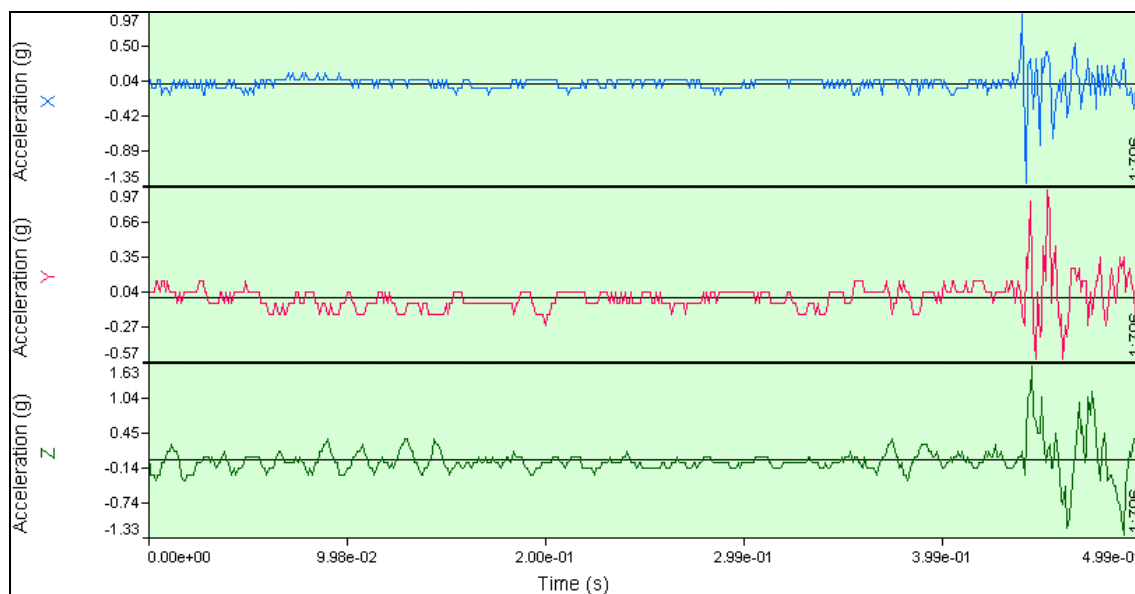
- ・ 下図（発生加速度波形）に示したグラフは、X軸（横軸）が作用時間、Y軸（縦軸）が加速度となっており、上から順に、—が前後方向、—が左右方向、—が上下方向に加わった衝撃の大きさを示している。



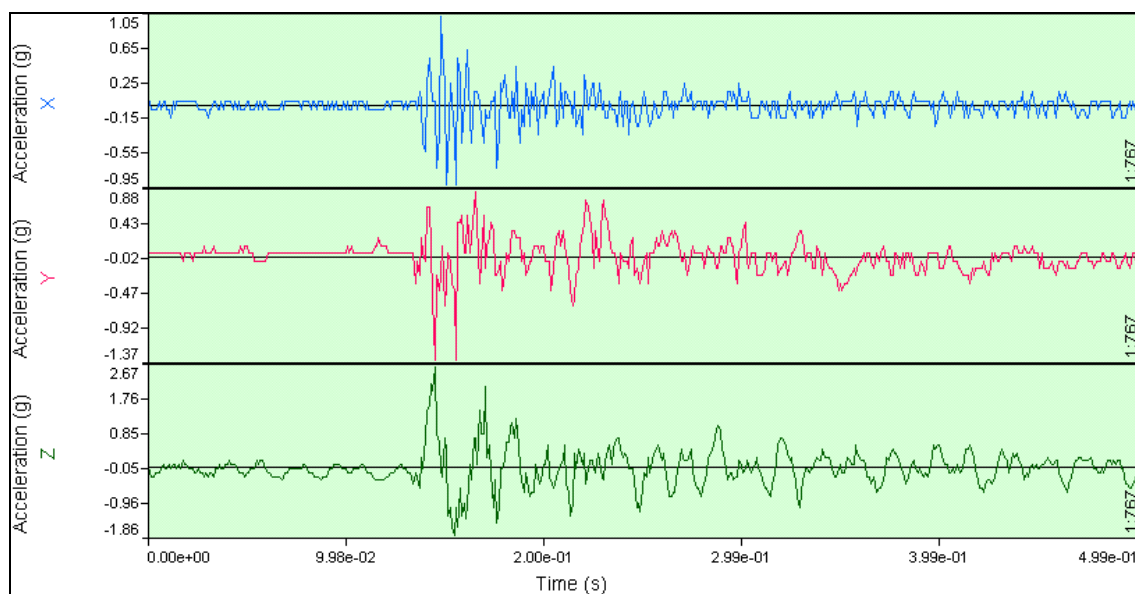
【鉄道輸送（奥羽線回り）北上駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月9日03時26分発生）



【鉄道輸送（奥羽線回り）清水川駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月9日19時51分発生）

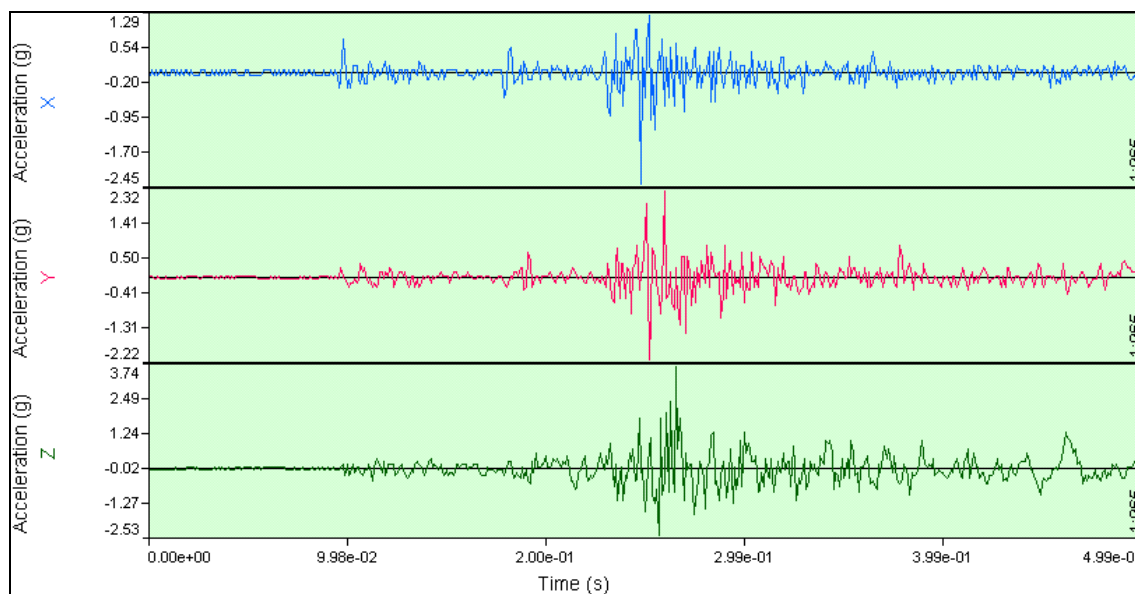


【鉄道輸送（奥羽線回り）小柳駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月9日20時10分発生）



【鉄道輸送（奥羽線回り）早口駅付近のコンテナ床面での発生加速度波形】
（2月9日22時10分発生）

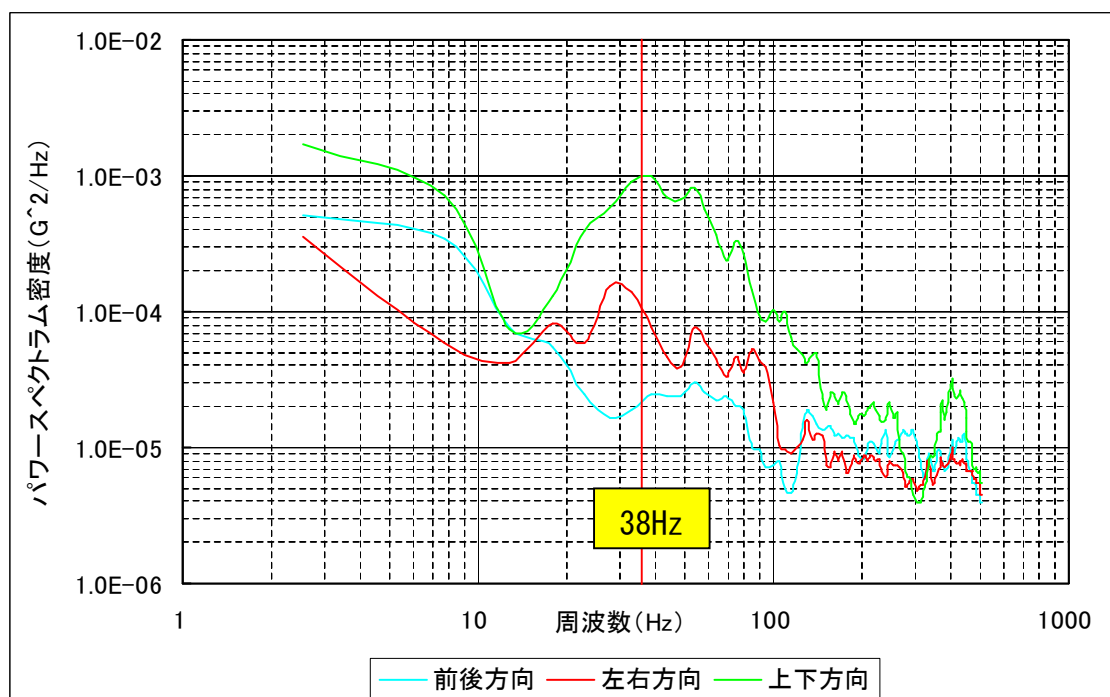
また、荷役作業時の最高値となる 3.60G は秋田北港実証実験のリーチスタッカー作業で発生しており、そのときの衝撃波形は以下に示すとおりである。



【鉄道輸送（奥羽線回り）秋田北港実証実験中のコンテナ床面での最大発生加速度波形】

次に振動数の影響であるが、鉄道輸送中の振動数解析（P S D解析）結果を次のグラフに示す。

- ・ P S Dとはパワー・スペクトラム密度のことで、グラフのX軸（横軸）がパワー・スペクトラム密度、Y軸（縦軸）が周波数である。これは、振動エネルギー（パワー）が特定の振動数（周波数）にどのくらい集中しているかを表しており、—が前後方向、—が左右方向、—が上下方向に振動エネルギーの大きさを示している。
- ・ 物体は必ず固有な振動数を持っており、外部からそれと同じ振動数が伝達すると、その物体は受けた外力以上の振動（共振）を起こすことになる。



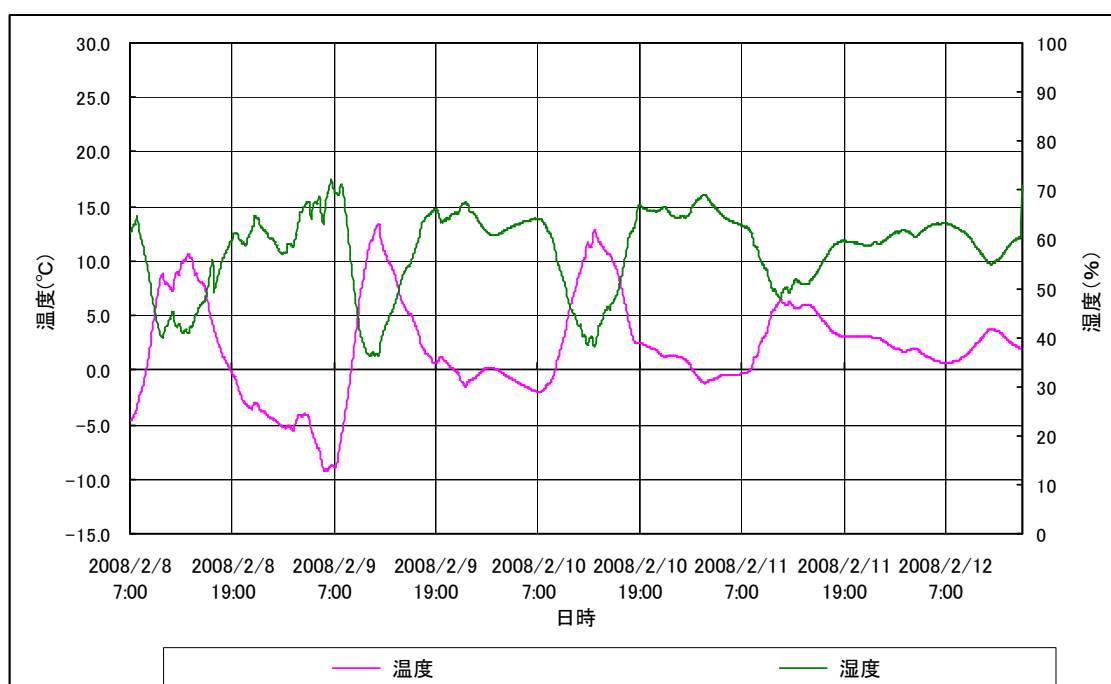
【鉄道輸送（東北本線・奥羽本線ルート）鉄道輸送のP S D解析結果】

振動エネルギーの増幅は、上図（P S D解析結果）に示すように上下方向で顕著に現れており、本鉄道輸送での主たる振動成分が 38Hz にあることが判る。しかし、通常 J R コンテナでは同じコンテナ床面を計測すると、主たる振動成分は 80～120Hz に現れることを鑑みると、特有な振動状況と言えるであろう。これは台車への固定方法が、海上コンテナは 4 角足の固定に対し、J R コンテナではコンテナ底面の中央部左右の 2 カ所固定と固定方法が異なることや、コンテナ強度も異なるために現れたものと思われる。

●温度、湿度

東北本線・奥羽本線ルートにおける温度、湿度の状況は以下に示すとおりである。

- ・資料で示したグラフのX軸（横軸）が時系列、Y軸（縦軸）のうち左が温度、右が湿度である。
- ・海上コンテナは密閉性が高いため、結露等の発生に対しては、コンテナバンニング時にコンテナに入り込んだ水分量の多さがポイントになる。
- ・空気中に含むことができる水蒸気の量は温度により定められており、ある量の水蒸気を含んだ空気を冷やすと総体的に湿度が増加する。さらにその空気を冷やすと空気中の水蒸気が飽和状態となり、余分な水蒸気が凝結して結露となる。バンニング時の温度と湿度からみた飽和水分量を基本として、温度の推移から結露の可能性が推測できる。

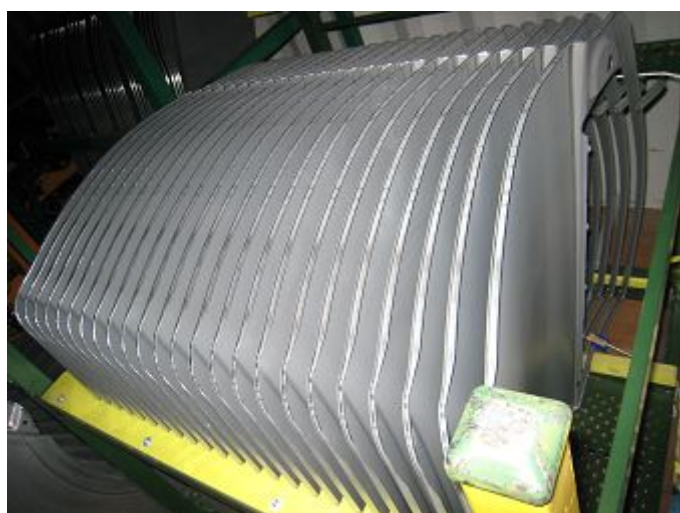


【鉄道輸送（東北本線・奥羽本線ルート）のコンテナ床面での温度、湿度状況】

東北本線・奥羽本線ルートにおける最高温度は、2月9日12時に計測された13.4℃である。この時の外気温は2.8℃であるが、天候が晴れであったことから、八戸貨物駅に留置されたコンテナが直射日光に照らされ、内部の温度が上昇したと考えられる。

なお、最低温度については同日6時に-9.2℃を計測しており、最高時と最低時の温度差は22.6℃となっている。コンテナ内の湿度は最高で72.2%が計測されているが、鉄道輸送後の目視確認で、製品に錆びなどの異常の有無は確認されなかった。

【輸送後の外観状況（北上本線ルート FESU4041085）①】



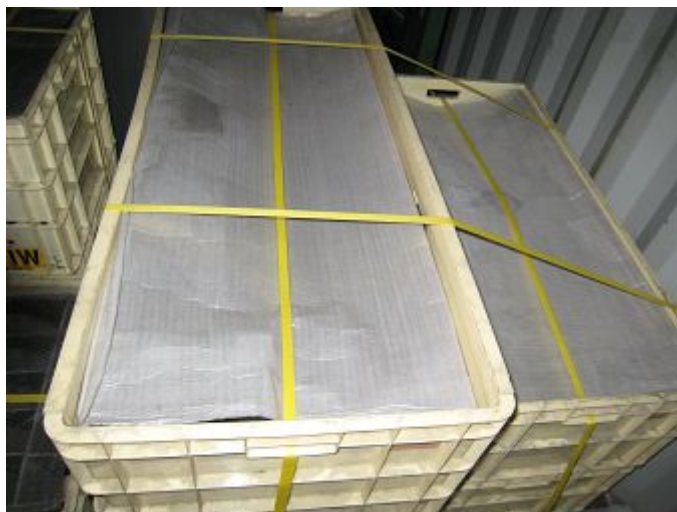
【輸送後の外観状況（北上本線ルート FESU4041085）②】



【輸送後の外観状況（北上本線ルート FESU4041085）③】



【輸送後の外観状況（東北本線・奥羽本線ルート FESU4041043）①】



【輸送後の外観状況（東北本線・奥羽本線ルート FESU4041043）②】



【輸送後の外観状況（東北本線・奥羽本線ルート FESU4041043）③】



【輸送後の外観状況（東北本線・奥羽本線ルート FESU4041043）④】

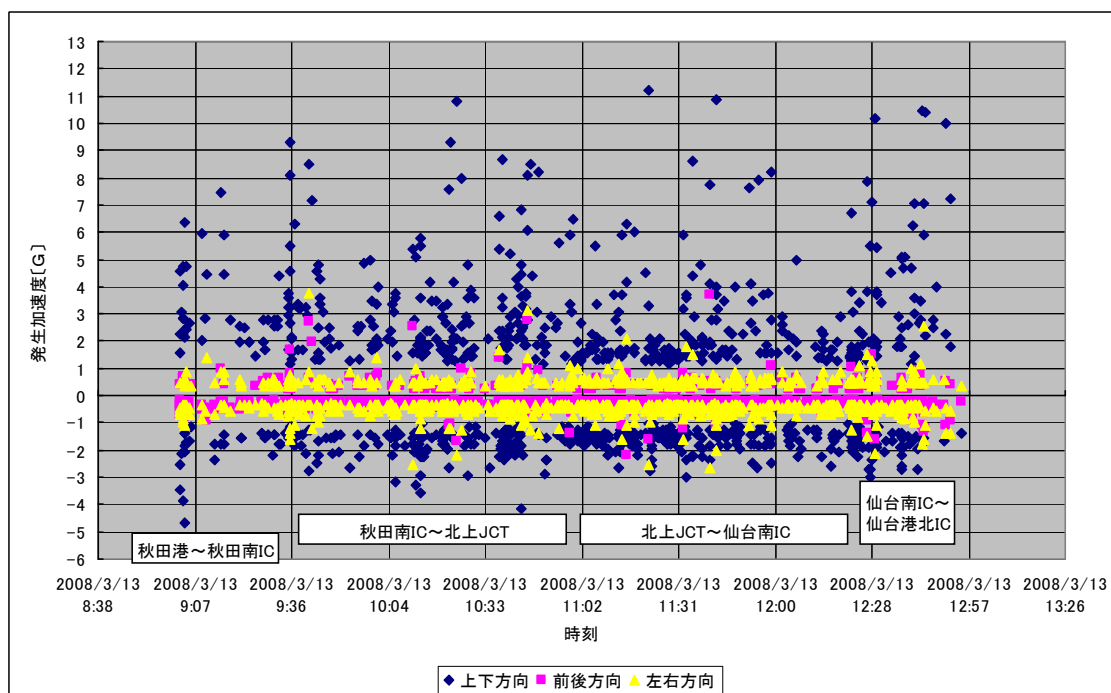


③秋田港～仙台港駅のトレーラー輸送時の振動、衝撃、温度、湿度

●振動、衝撃

本実証実験でのトレーラー輸送経路における振動、衝撃の発生状況と発生加速度の基本統計値を以下のとおりである。

- ・ 下図（加速度発生状況）に示したグラフは、X軸（横軸）が時系列、Y軸（縦軸）が加速度となっており、グラフ中のプロットは、振動方向と発生した加速度の大きさを示している。振動方向は、◆が上下方向の加速度、■が前後方向の加速度、▲が左右方向の加速度を示しており、それぞれ瞬間の波形のピーク値をプロットしている。
- ・ 停車時の無振動状態を基準値0として、振動方向が上下方向の場合、上への力が加われば＋、下なら－の値が計測されており、下表（発生加速度基本統計値）の平均値はこれらの値（衝撃波形のピーク値）を絶対値化して平均したものである。なお、最大値、最低値は、それぞれ観測期間中の最大、最小の加速度の値を示している。



【トレーラー輸送実験のコンテナ床面での加速度発生状況】

※以下、全てのデータは計測機器をコンテナ床面に設置して得られた、コンテナ床面における計測結果である。

【トレーラー輸送実験のコンテナ床面での発生加速度基本統計値】

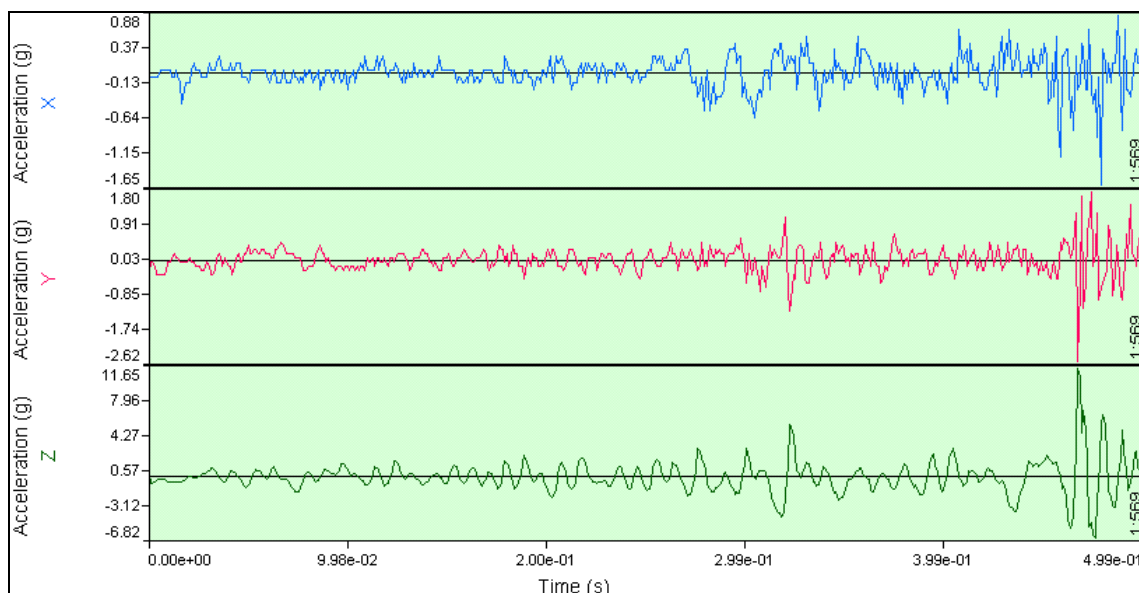
	上下方向	前後方向	左右方向
最大値	11.24	3.73	3.74
最低値	1.06	0.15	0.26
平均値	2.29	0.36	0.54

トレーラー輸送実験では、秋田から仙台までの輸送ルートのうち一部の区間を除いて高速道路を利用しているが、道路区分に関係なく、輸送ルート全域で高い加速度が計測されている。

特に上下方向では、平均発生加速度が 2.29G と非常に高く、前後方向の 0.36G 及び左右方向の 0.54G と比較しても上下方向の加速度が圧倒的に大きいことが判る。

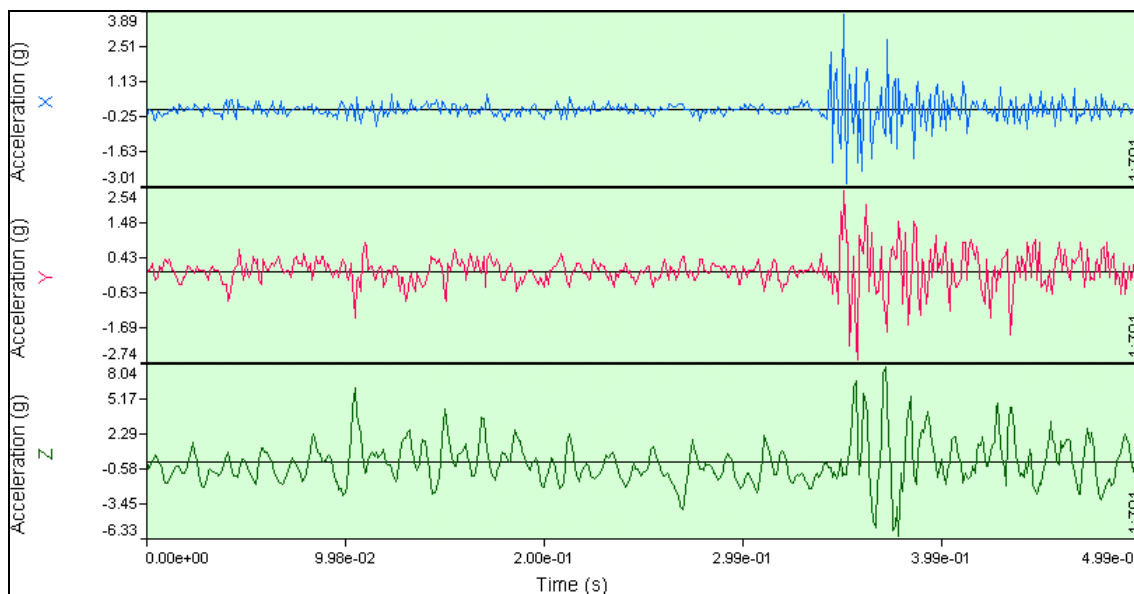
上下・前後・左右方向で最大発生加速度が発生した瞬間の衝撃波形は、以下に示すとおりである。

- ・ 下図（発生加速度波形）に示したグラフは、X 軸（横軸）が作用時間、Y 軸（縦軸）が加速度となっており、上から順に、— が前後方向、— が左右方向、— が上下方向に加わった衝撃の大きさを示している。

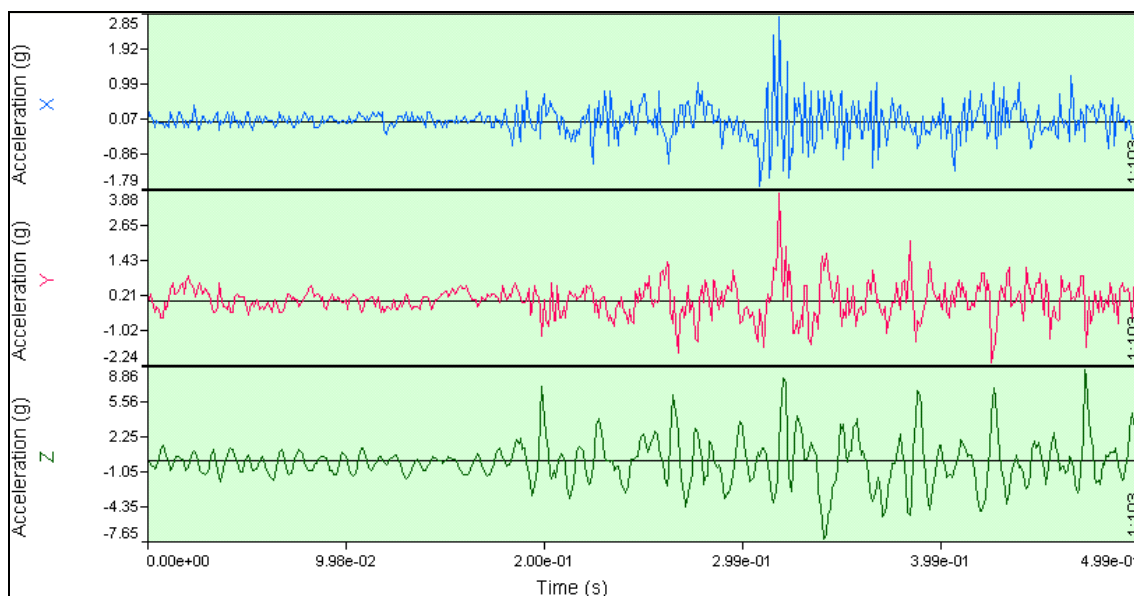


【トレーラー輸送 東北道走行中のコンテナ床面での発生加速度波形】

（2月13日11時22分発生）



【トレーラー輸送 東北道走行中のコンテナ床面での発生加速度波形】
(2月13日11時40分発生)

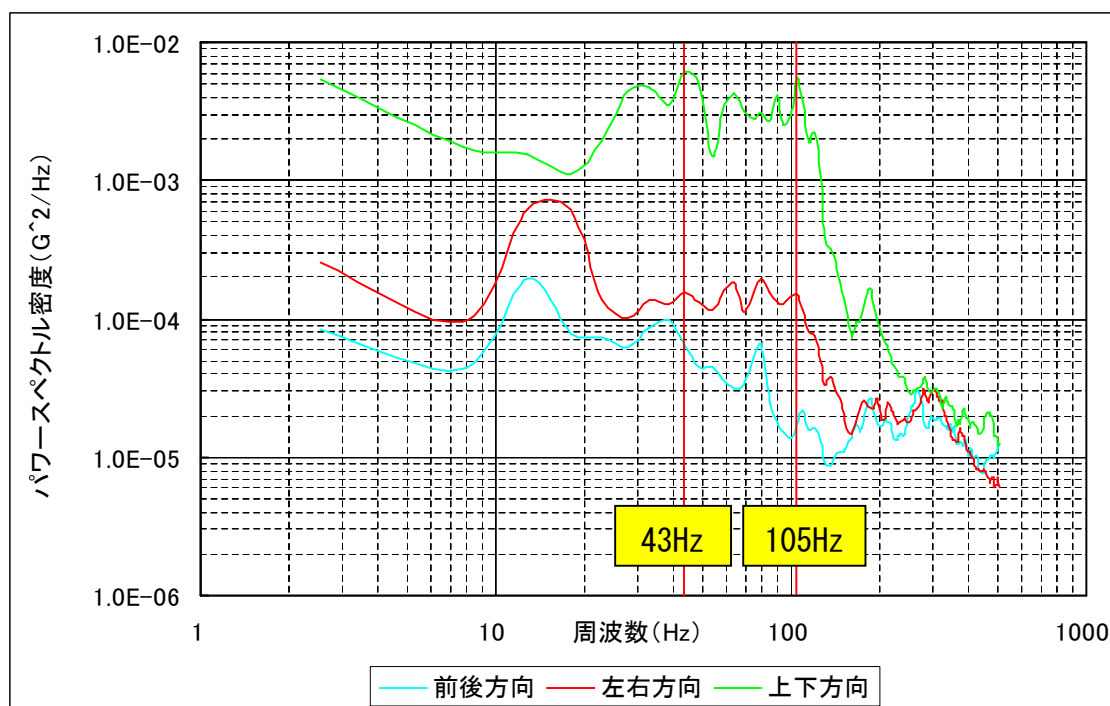


【トレーラー輸送 秋田道走行中のコンテナ床面での発生加速度波形】
(2月13日11時22分発生)

これらを見ると、短い作用時間で大きな速度変化が発生しており、上下方向に発生した衝撃がコンテナ床面に伝わっていることが判る。これらの衝撃は大きさの差こそあれ、輸送経路全域で頻繁に発生していることから、高速道路の継ぎ目や道路の補修跡を通過したときに生じた衝撃であると考えられる。

次に振動数の影響であるが、鉄道輸送中の振動数解析（P S D解析）結果を次のグラフに示す。

- ・ P S Dとはパワー・スペクトラム密度のことで、グラフのX軸（横軸）がパワー・スペクトラム密度、Y軸（縦軸）が周波数である。これは、振動エネルギー（パワー）が特定の振動数（周波数）にどのくらい集中しているかを表しており、—が前後方向、—が左右方向、—が上下方向に振動エネルギーの大きさを示している。
- ・ 物体は必ず固有な振動数を持っており、外部からそれと同じ振動数が伝達すると、その物体は受けた外力以上の振動（共振）を起こすことになる。



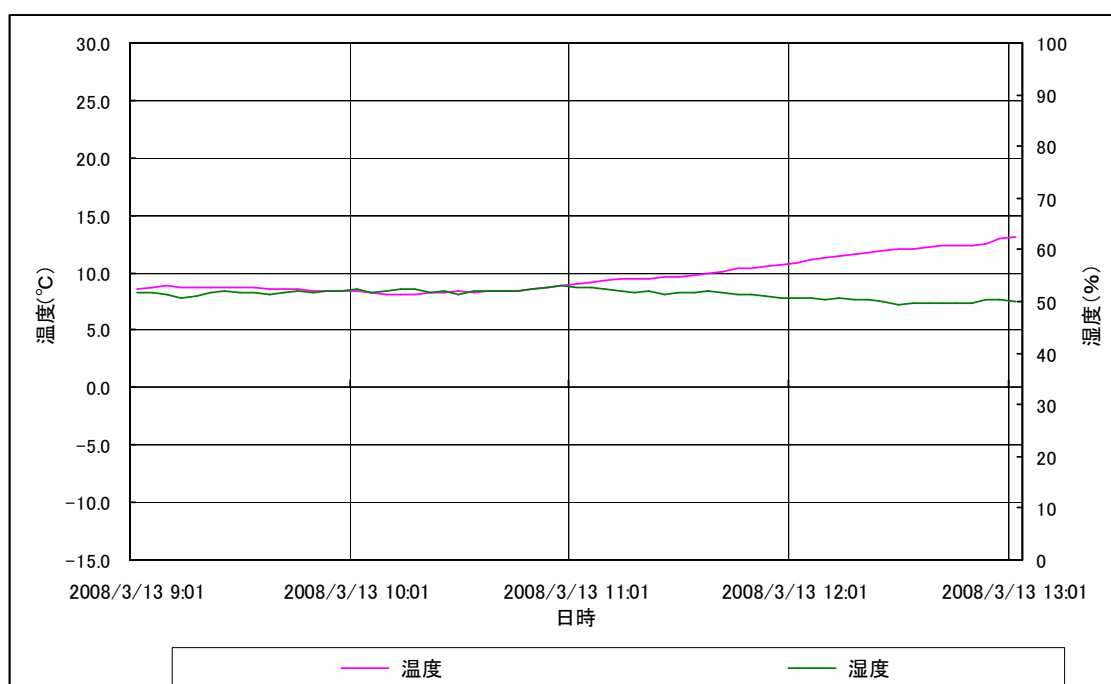
【トレーラー輸送のP S D解析結果】

振動エネルギーの増幅は、上図（P S D解析結果）に示すように上下方向で顕著に現れており、43H z ～105H z にトレーラー輸送での主たる振動成分があることが判る。これらは、高速道路の継ぎ目や道路の補修跡等を通過する際に発生する衝撃が高い振動数の要因として考えられる。

●温度、湿度

本実証実験での温度、湿度の状況は以下に示すとおりである。

- ・ 下図（温度・湿度状況）示したグラフは、X軸（横軸）が時系列、Y軸（縦軸）のうち左が温度、右が湿度である。
- ・ 海上コンテナは密閉性が高いため、結露等の発生に対しては、コンテナバンニング時にコンテナに入り込んだ水分量の多さがポイントになる。
- ・ 空気中に含むことができる水蒸気の量は温度により定められており、ある量の水蒸気を含んだ空気を冷やすと総体的に湿度が増加する。さらにその空気を冷やすと空気中の水蒸気が飽和状態となり、余分な水蒸気が凝結して結露となる。バンニング時の温度と湿度からみた飽和水分量を基本として、温度の推移から結露の可能性が推測できる。



【トレーラー輸送のコンテナ床面での温湿度状況】

本実証実験に於ける気象条件は、出発時（秋田）の天候は快晴、外気温は 6.0℃で、到着時（仙台）の天候は晴れ、外気温は 9.2℃であった。

このような気象条件では、密閉されたコンテナ内の温度は、日光の照射により上昇するが、走行中は風を受けることで放熱効果があるため、温度の上昇は 13.2℃にとどまっている。また、本実証実験は輸送時間が 4 時間と短く、コンテナ内部の温度変化があまりないことから、コンテナ内の湿度はバンニング時に計測された 50%前後で安定し

ている。

【輸送後の外観状況（トレーラー輸送 APLU8895777）①】



【輸送後の外観状況（トレーラー輸送 APLU8895777）②】



●鉄道輸送（２ルート）の振動、衝撃、温度、湿度

・加速度の特徴

輸送時の平均加速度は、両ルートともに上下方向で最も大きく、北上線ルートでは 0.87G、東北本線・奥羽本線ルートでは 0.78G が計測されており、ルートによる大きな差はない。

・衝撃の特徴

輸送時の最大加速度は、北上線ルートでは 3.09G、東北本線・奥羽本線ルートでは 3.99G であり、ルートによる大きな差はない。

・振動数の特徴

北上線ルート、東北本線・奥羽本線ルートともに、上下方向の振動エネルギーが両ルート同じ 38Hz で増幅するなど同様の傾向を示しており、前後・左右方向でも大きな差はない。

・温度、湿度の特徴

北上線ルートでは最高時と最低時の温度差は 22.9℃、東北本線・奥羽本線ルートでは最高時と最低時の温度差は 22.6℃であり、ルートによる差はなかった。湿度については、バンニングが同時点でありコンテナ内に密封された水分量が同じであるため、温度差のより大きな北上線ルートの方が高い湿度が観測された。

○総括（北上線ルートと東北本線・奥羽本線ルートの比較）

加速度、衝撃にデータに若干の差異はあるものの、北上線ルート、東北本線・奥羽本線ルートともに同様の傾向を示しており、輸送環境において大きな差はない。

●トレーラー輸送の振動、衝撃、温度、湿度

・加速度の特徴

トレーラー輸送時の平均加速度は 2.29G と、一般的なトラック輸送に比べて高い加速度が計測された。

・衝撃の特徴

トレーラー輸送時の最大加速度は 11.24G であった。これらの衝撃は、一般道、高速道の道路区分に関係なく、輸送ルート全域で頻繁に発生していることから、高速道路の継ぎ目や道路の補修跡等を通過するときに発生した衝撃であると考えられる。

・振動数の特徴

トレーラー輸送時には、上下方向の振動エネルギーが 43 Hz～105 Hz で振動エネルギーの増幅が確認されており、高速道路の継ぎ目や道路の補修跡等を通過する際に発生する衝撃が高い振動数の要因として考えられる。

・温度、湿度の特徴

トレーラー輸送時の最高温度が 13.2℃で最低温度が 6.8℃であったため、最高時と最低時の温度差は 6.4℃であった。コンテナ内部の温度変化があまりなかったことから、コンテナ内の湿度はバンニング時に計測された 50%前後で安定していた。

④鉄道輸送とトレーラー輸送の比較結果

今回の実験結果から鉄道輸送とトレーラー輸送の比較結果を示す。ただし、以下に示す比較に関しては今回積み付けられた貨物の種類や重量による結果であり、振動・衝撃や内部の温・湿度の変化の状況などについて、今後、貨物の種類や積載重量を勘案の上、精査する必要がある。

●加速度の比較

加速度の比較として、各輸送方法に於ける輸送時の平均発生加速度を以下に示す。

【発生加速度（輸送時平均値）】

輸送条件	平均発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
鉄道輸送(北上線ルート)	0.87	0.37	0.35
鉄道輸送(東北・奥羽本線ルート)	0.78	0.35	0.35
トレーラー輸送	2.29	0.36	0.54

トレーラー輸送に於ける上下方向の平均加速度は 2.29G と非常に大きく、鉄道輸送の 3 倍近い値が計測されている。そのため、今回の試験条件では、鉄道輸送の方がより安全に貨物を輸送できると言える。

また、この中で鉄道輸送のルートの比較をすると、北上線ルート及び東北本線・奥羽本線ルートでは大きな差はない。そのため、貨物事故発生危険度合いからいうと、海上コンテナを輸送するには、輸送距離の短い北上線ルートが有利であると思われる。

●衝撃の比較

衝撃の比較として、各輸送方法に於ける輸送時の最大発生加速度を以下に示す。

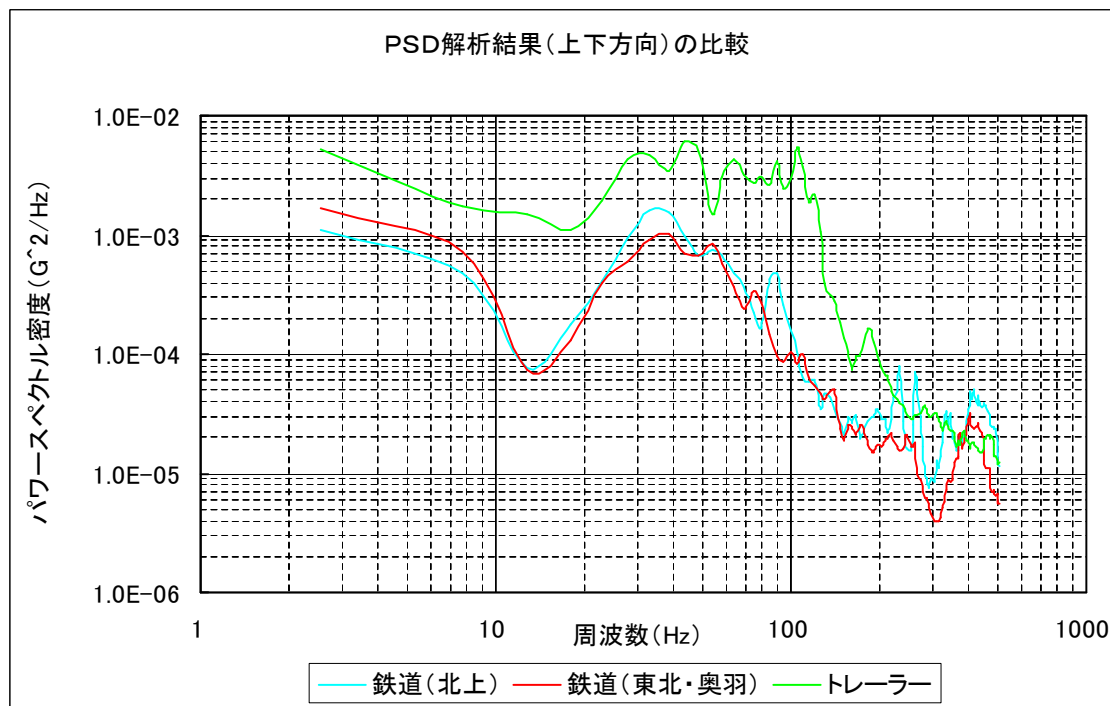
【発生加速度（輸送時最大値）】

輸送条件	最大発生加速度[G]		
	上下方向	前後方向	左右方向
鉄道輸送(北上線ルート)	3.09	2.31	1.15
鉄道輸送(東北・奥羽本線ルート)	3.99	2.55	2.31
トレーラー輸送	11.24	3.73	3.74

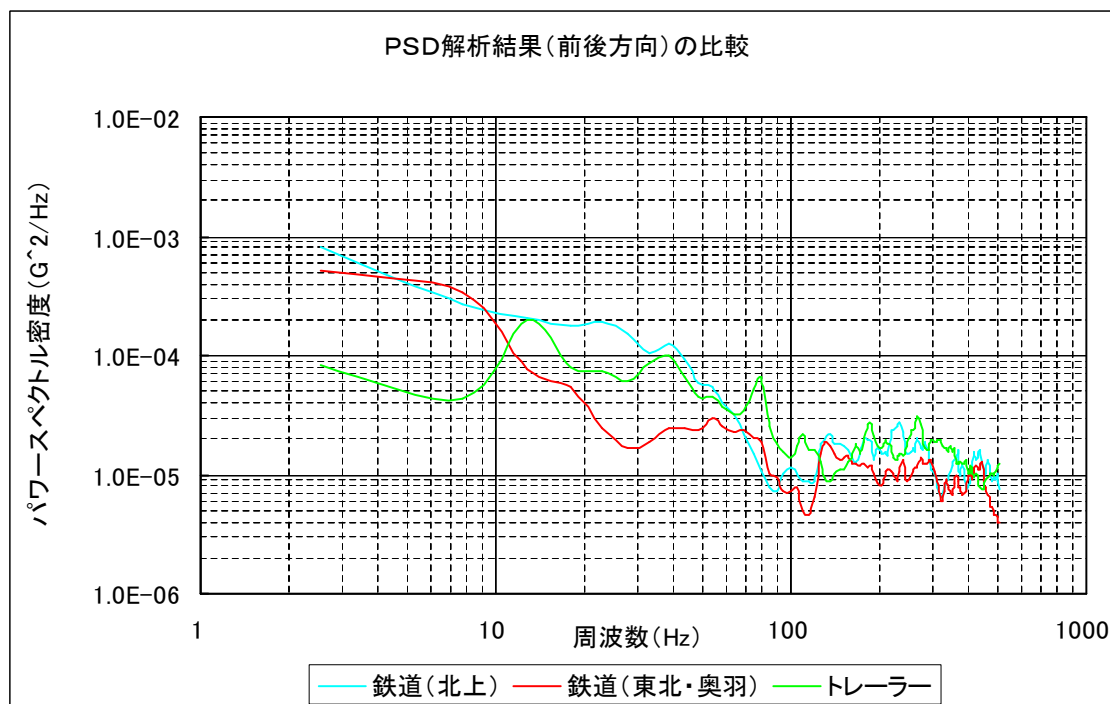
輸送中に計測された最大発生加速度は、上下・前後・左右すべての方向でトレーラー輸送の値が最も大きい。特に上下方向では鉄道輸送の 3～4 倍の加速度が発生しており、このような衝撃が製品の損壊や段ボール箱の圧損などを引き起こす要因となりかねないことから、今回の試験条件では、鉄道輸送の方がより安全に貨物を輸送できると言える。

● 振動数の比較

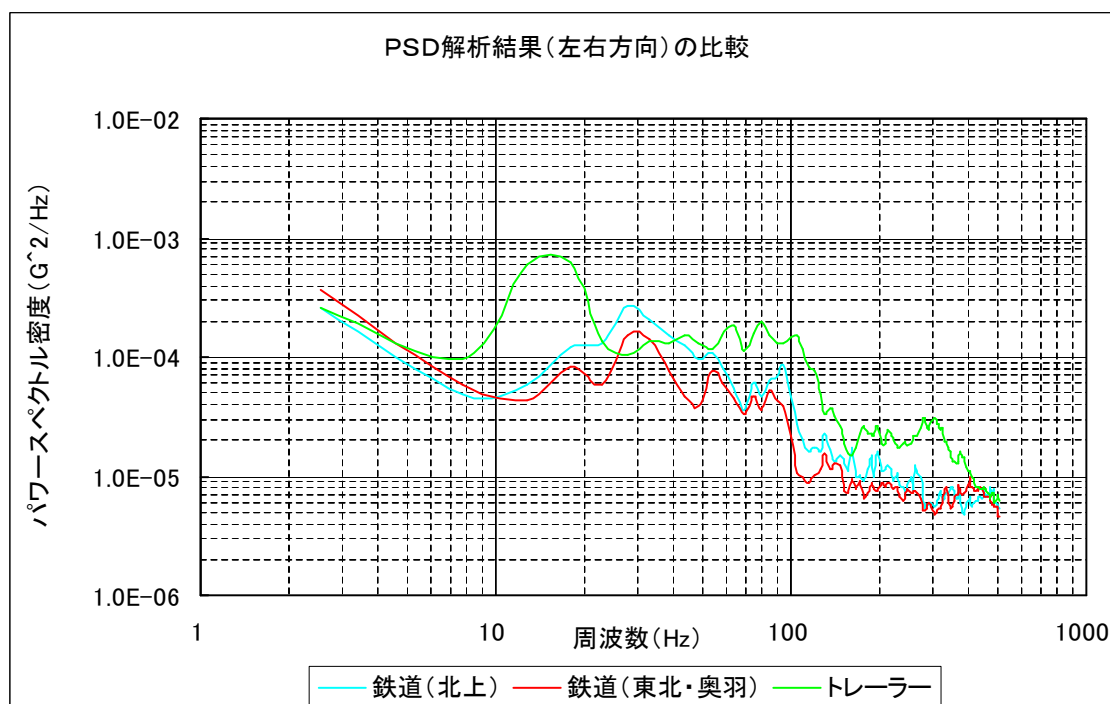
各輸送方法及び振動方向で比較した P S D 解析結果は以下に示すとおりである。



【P S D 解析結果の比較 (上下方向)】



【P S D 解析結果の比較 (前後方向)】



【PSD解析結果の比較（左右方向）】

上下方向のPSD解析結果を見ると、鉄道輸送ではルートに関係なく、38Hzで振動エネルギーの増幅が最大となるなど同様の傾向を示しているが、トレーラー輸送では、鉄道輸送に比べてすべての振動数帯で振動エネルギーのレベルが上回っており、振動エネルギーの増幅も43から105Hzと幅広い振動数帯で確認されている。

これは、コンテナ床面で発生する振動数が、貨物固有の振動数に一致する（共振する）可能性が高まることを示し、貨物事故を引き起こす要因となりかねない。そのため、今回の試験条件では振動数の観点からも、鉄道輸送の方がより安全に貨物を輸送できると言える。

●温度、湿度の比較

鉄道輸送時の最大温度差（北上線ルートで22.9℃、東北本線・奥羽本線ルートで22.6℃）に対し、トレーラー輸送時の最大温度差は6.4℃であった。また、鉄道輸送時の最高湿度（北上線ルートで79.8%、東北本線・奥羽本線ルートで72.2%）に対し、トレーラー輸送時の最高湿度は56.6%が計測されている。

ただし、今回の実証実験では、鉄道輸送とトレーラー輸送ではバンニング日時が異なること、輸送日時が異なることなどの要因により、直接の比較は出来ない。

⑤実証実験結果のまとめ

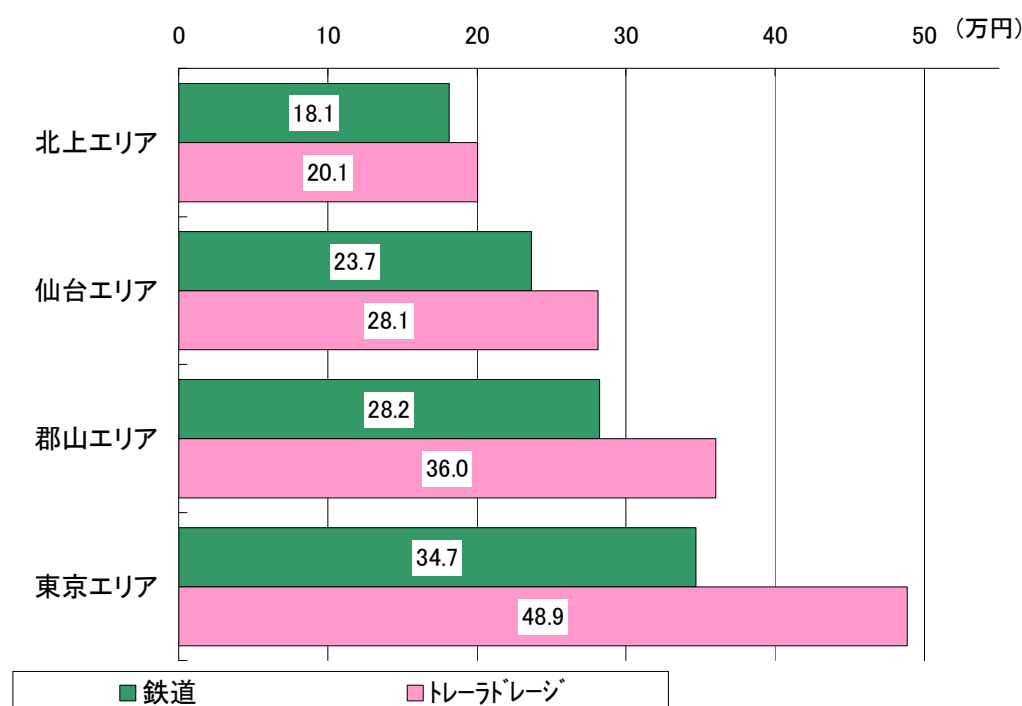
本実験は少量の自動車部品を輸送したため、振動や加速度といったパラメーターについては大きな値が観測された。また、本実験ではコンテナ床面での発生加速度を測定しているため、実際に計測された振動や衝撃が直接貨物に作用するわけではないことに十分留意する必要がある。

また先述したように、実際に貨物を輸送する際には本実験のように実際の貨物を積載することで輸送実験を行い、得られた条件（コンテナ床面での計測値等）を入力値として JIS Z 0200 等の規格に則った室内試験を実施するなどして、包装方法の詳細を検討することが望ましい。

（５）物流コスト削減効果

北上、仙台、郡山、東京をそれぞれ起点として、秋田港まで輸送した場合のコストを標準タリフ及び営業キロ数等を基として比較すると、コストでは東京の起点の場合で約3割程度、北上起点であっても約1割のコスト削減効果が期待できる。

ただし、これはあくまでも標準的なタリフ（運賃表）の算出基準に基づくものであり、貨物運賃は相対交渉のなかで決定される場合が多く、貨物量によるボリュームインセンティブが働くなど、実際の輸送においては必ずしも下記のようにタリフ通りの運賃とはならない場面もある点には注意が必要である。



算出条件：標準的なタリフ（運賃表）の算出基準に基づく（日本交通社『'06 貨物運賃と各種料金表』より）
コンテナの往復距離での運賃・料金とする（鉄道には返回送の空コンテナの費用を加算する）

貨物条件：IS040ft 海上コンテナ、総重量（貨物重量+コンテナ自重）24 トン

鉄道条件：起点=秋田臨海鉄道秋田北港駅

終点=北上エリア：JR 北上駅（現旅客駅）、仙台エリア：JR 宮城野駅、郡山エリア：郡山貨物ターミナル駅、

東京エリア：隅田川駅

運賃計算キロ：秋田貨物駅～各エリア対象駅までの最短距離に秋田北港駅～秋田貨物駅間の運賃計算キロ 30.3km を加算する。

運賃料金=距離帯別トンあたり賃率×総重量×私有コンテナ割引+40ft 割増額+発送料・到着料+返空割引
運賃+ショートトレージ費用

ショートトレージは両端の駅から市役所等の都市中心部まで集配を行うものとする。

トレーダトレージ条件：秋田～各エリア（都市）への自動車営業キロに基づく、40ft トレーダの往復料金

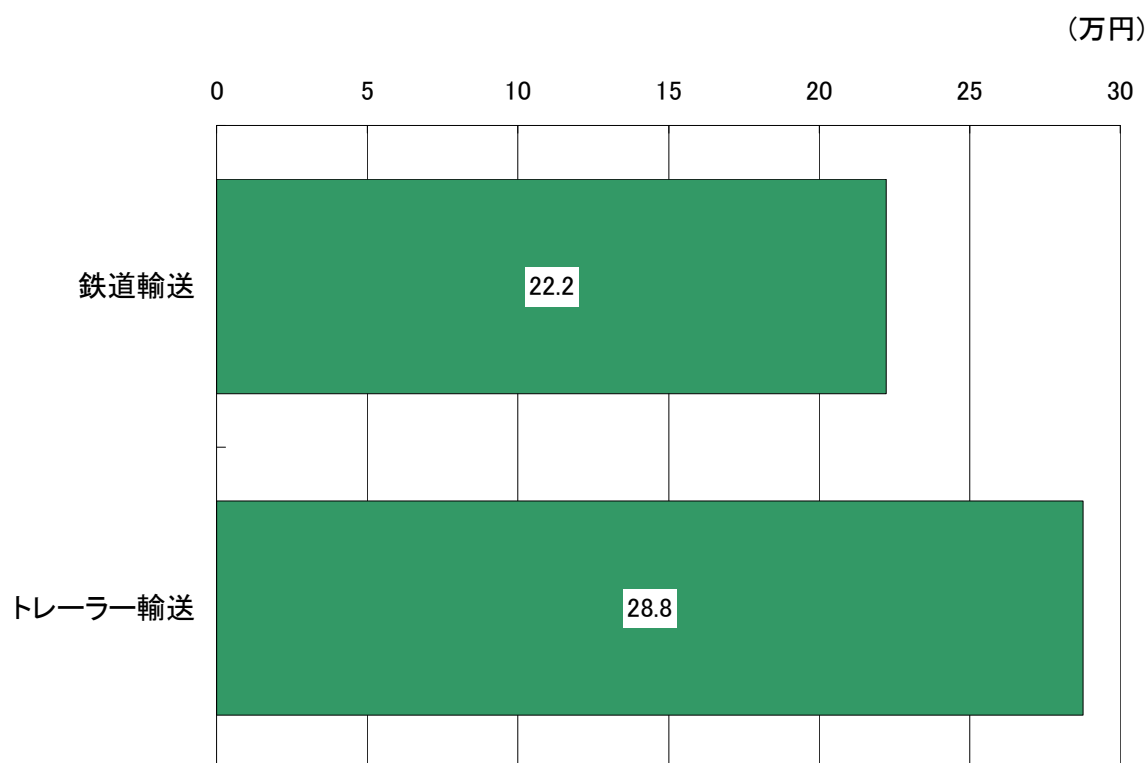
往復とも高速道を利用するものとする。

これを今回の実証実験ルートを基として試算したのが以下のグラフである。

今回は敷鉄板などの仮設工事や、臨海鉄道で特別編成を組むなど通常の輸送形態ではないため、実証実験を踏まえてのコスト比較は出来ない状況である。

ただし、正規の運賃で仙台港～秋田港で比較した場合、鉄道を用いることでシャーシ輸送と比して 22.9%のコスト削減が可能である。

常時運行ルートとして仙台～秋田間を鉄道で輸送することが可能で、通常の状態でもコンテナ荷役が可能、且つ秋田港から定期航路での輸出入が可能という仮定の場合、シャーシに対してコスト面での優位性があることが推察される。



算出条件：標準的なタリフ(運賃表)の算出基準に基づく（日本交通社『'06 貨物運賃と各種料金表』より）
コンテナの往復距離での運賃・料金とする（鉄道には返送の空コンテナの費用を加算する）

貨物条件：IS040ft 海上コンテナ、総重量(貨物重量(1 トン)+コンテナ自重(4 トン))計 5 トン

鉄道条件：起点=秋田臨海鉄道秋田北港駅

終点=北上エリア: JR 北上駅(現旅客駅)、仙台エリア: JR 宮城野駅、郡山エリア: 郡山貨物ターミナル駅、
東京エリア: 隅田川駅

運賃計算キロ：秋田貨物駅～各エリア対象駅までの最短距離に秋田北港駅～秋田貨物駅間の運賃計算キロ 30.3km を加算する。

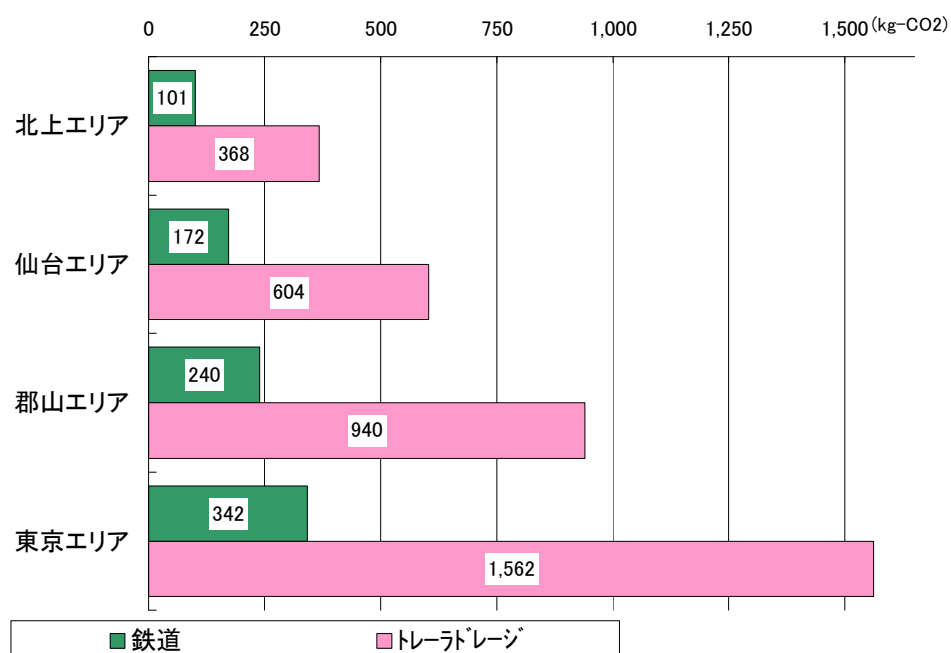
運賃料金=距離帯別トンあたり賃率×総重量×私有コンテナ割引+40ft 割増額+発送料・到着料+返空割引
運賃+ショートトレーラ費用

ショートトレーラは両端の駅から市役所等の都市中心部まで集配を行うものとする。

トレーラ条件：秋田～各エリア(都市)への自動車営業キロに基づく、40ftトレーラの往復料金
往復とも高速道を利用するものとする。

（６）環境負荷低減効果

北上、仙台、郡山、東京をそれぞれ起点として、秋田港まで輸送した場合の環境負荷削減効果を改正省エネ法施行令における改良トンキロ法基準及び営業キロ数等を基として比較すると、比較すると、北上起点でも約４分の１に、東京起点であれば約８割の削減効果が鉄道輸送にシフトすることにより期待できる。



算出条件：改正省エネ法施行令における改良トンキロ法基準により算出

貨物条件：IS040ft 海上コンテナ、総重量(貨物重量+コンテナ自重) 24 トン

算出式：トレーラードレージ：輸送トンキロ×輸送トンキロ当り燃料消費量×軽油単位量当り CO2 排出係数

鉄道＝輸送トンキロ×トンキロあたり CO2 排出量

トレーラードレージ条件：ドレージの CO2 排出係数は不明のため、トラック最大制裁量 12 トン以上で積載率不明の輸送トンキロ当り燃料消費量を用いた。

軽油の 1 キロリットル当り CO2 排出量＝2.62t-CO2/kℓ（改良トンキロ法より）

鉄道条件：運賃計算キロ＝秋田貨物駅～各エリア対象駅までの最短距離に秋田北港駅～秋田貨物駅間の営業キロ 7.8km を加算する。

発着駅両端のショートドレージは計 10km とする。

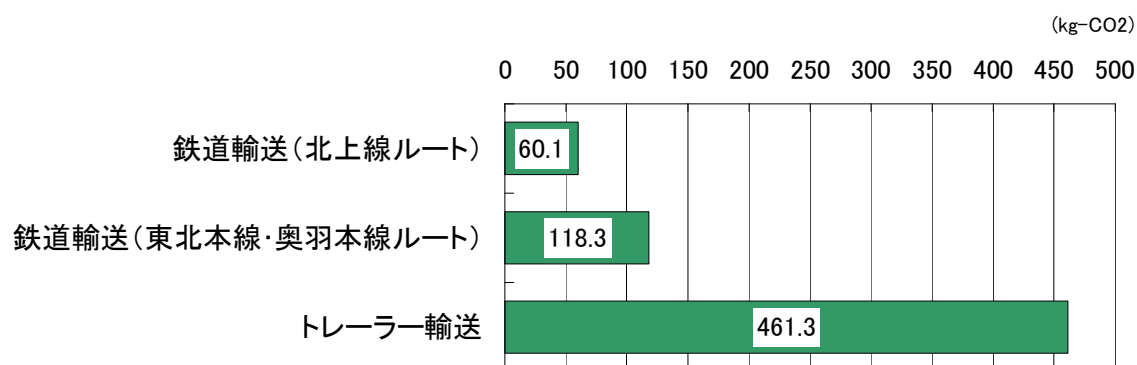
鉄道の CO2 排出原単位＝22g-CO2/トンキロ（改良トンキロ法より）

これを今回の実証実験ルートを基として試算したのが以下のグラフである。

走行距離と貨物のコンテナ重量を用いて比較した場合、CO2 排出削減による環境負荷低減については鉄道の方が優位性が高いことがわかった。

北上線ルート、東北本線・奥羽本線ルートを用いた鉄道輸送と、トレーラー輸送を比較すると、東北本線・奥羽本線ルートでは 74.3%、北上線ルートでは 87.0%の CO2 削減効果となっている。

ただし、荷主から発駅までの条件などを踏まえた検証を実施する必要がある。



算出条件：改正省エネ法施行令における改良トンキロ法基準により算出

貨物条件：IS040ft 海上コンテナ、総重量(貨物重量(1 トン)+コンテナ自重(4 トン))計 5 トン

算出式：トレーラー：輸送トンキロ×輸送トンキロ当り燃料消費量×軽油単位量当り CO2 排出係数

鉄道=輸送トンキロ×トンキロあたり CO2 排出量

トレーラー：条件：実験に利用したトレーラーヘッドの燃費値(3.1km/L)で計算した。

軽油の 1 トン当り CO2 排出量=2.62t-CO2/t (改良トンキロ法より)

鉄道条件：運賃計算キロ=秋田貨物駅～各エリア対象駅までの最短距離に秋田北港駅～秋田貨物駅間の営業キロ 7.8km を加算する。

鉄道の CO2 排出原単位=22g-CO2/トンキロ (改良トンキロ法より)

	トレーラー輸送に対する貨物1トンあたりCO2削減量
鉄道輸送 (北上線ルート)	401.2kg/t
鉄道輸送 (東北本線・奥羽本線ルート)	343.0kg/t

（７）輸送定時性の比較

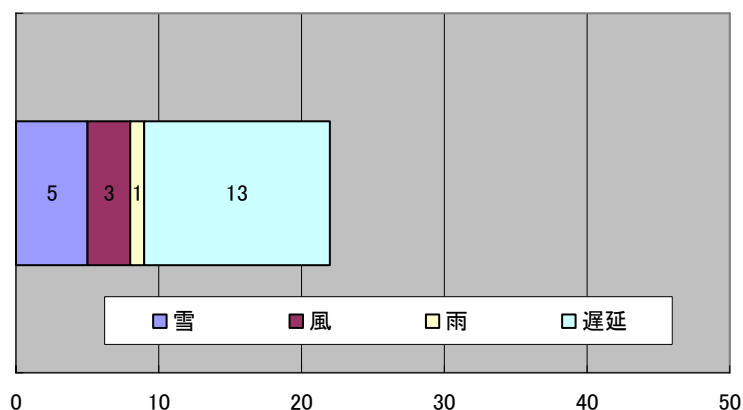
鉄道輸送、道路輸送ともに降雪、災害、事故などにより、運休や通行止めが発生する可能性がある。そこで、平成 19 年度 1 年間の鉄道の運休状況及び高速道路の通行止め実施状況を比較により輸送の定時性を比較・検証する。

J R 北上線では平成 19 年度 1 年間に運休の発生が 9 回あり、その内訳は雪による運休が 5 回、風による運休が 3 回、雨による運休が 1 回であった。これに 13 回の運休を加え、22 回の輸送障害が発生している。

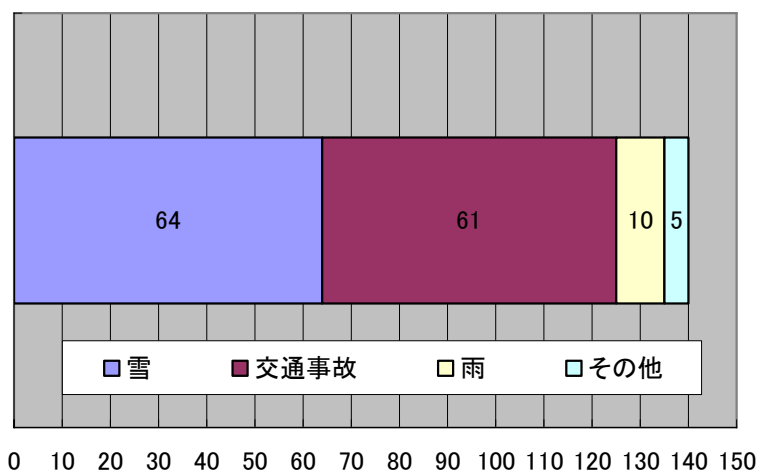
これに対して、高速道路（秋田自動車道のうち、秋田港最寄りの秋田北 I C～北上を經由して東北自動車道のうち、秋田港最寄りの仙台南 I C までの区間）では平成 19 年度 1 年間に 1 時間以上の通行止めの発生が延べ 140 回あり、その内訳は雪による通行止めが 64 回、交通事故による通行止めが 61 回、雨による通行止めが 10 回、その他の理由による通行止めが 5 回であった。

これらのことから、輸送定時性で比較した場合、鉄道の方が高速道路と比して、より輸送定時性が高いと言えることが出来る。

【北上線の運休及び遅延の内訳】



【秋田自動車道秋田北 IC～東北自動車道仙台南 IC 間の通行止めの内訳】



【ＪＲ北上線の通行止め実施状況（平成１９年）】

※遅延については、秋田貨物駅到着時刻が１時間以上遅着について計上

月別	基本運転日数	計画休日数	運休日数	遅延日数
４月	30			1
５月	31			
６月	29		1	1
７月	31			
８月	29	2		1
９月	27		3	1
10月	31			
11月	29		1	2
12月	30	1		
１月	27	3	1	5
２月	26		3	2
３月	31			
合計	351	6	9	13

【秋田自動車道秋田北IC～東北自動車道仙台南IC間の1時間以上の通行止め実施状況(平成19年度)】

路線名	上下区分	自)IC名	至)IC名	通行止開始日	開始時刻	通行止解除日	解除時刻	延べ時間	原因	路線名	上下区分	自)IC名	至)IC名	通行止開始日	開始時刻	通行止解除日	解除時刻	延べ時間	原因
東北自動車道	下り	水沢IC	～ 北上金ヶ崎IC	2007/4/22	21:46	2007/4/22	23:40	1:54	交通事故	東北自動車道	下り	泉IC	～ 古川IC	2008/1/1	19:15	2008/1/1	21:50	2:35	雪
東北自動車道	下り	古川IC	～ 築館IC	2007/4/24	15:50	2007/4/24	17:10	1:20	その他	東北自動車道	下り	古川IC	～ 泉IC	2008/1/1	19:15	2008/1/1	21:50	2:35	雪
東北自動車道	上り	大和IC	～ 泉IC	2007/5/8	16:26	2007/5/8	18:40	2:14	交通事故	秋田自動車道	下り	湯田IC	～ 横手IC	2008/1/2	22:35	2008/1/2	23:35	1:00	その他
東北自動車道	上り	水沢IC	～ 平泉前沢IC	2007/5/16	16:55	2007/5/16	18:10	1:15	交通事故	東北自動車道	下り	大和IC	～ 古川IC	2008/1/4	8:07	2008/1/4	9:20	1:13	交通事故
秋田自動車道	下り	協和IC	～ 秋田南IC	2007/5/25	17:16	2007/5/25	19:30	2:14	交通事故	東北自動車道	下り	平泉前沢IC	～ 水沢IC	2008/1/8	7:35	2008/1/8	9:10	1:35	交通事故
東北自動車道	下り	平泉前沢IC	～ 水沢IC	2007/5/27	2:25	2007/5/27	3:45	1:20	交通事故	秋田自動車道	上り	協和IC	～ 西仙北IC	2008/1/14	13:08	2008/1/14	14:15	1:07	交通事故
秋田自動車道	上り	協和IC	～ 大曲IC	2007/5/29	12:53	2007/5/29	14:55	2:02	交通事故	秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 湯田IC	2008/1/16	16:08	2008/1/16	20:00	3:52	交通事故
東北自動車道	上り	泉IC	～ 仙台宮城IC	2007/6/1	19:30	2007/6/1	20:45	1:15	交通事故	秋田自動車道	上り	湯田IC	～ 北上西IC	2008/1/16	16:08	2008/1/16	20:00	3:52	交通事故
東北自動車道	下り	築館IC	～ 若柳金成IC	2007/6/22	8:20	2007/6/22	9:20	1:00	その他	東北自動車道	下り	大和IC	～ 古川IC	2008/1/22	17:45	2008/1/22	18:50	1:05	交通事故
東北自動車道	下り	若柳金成IC	～ 一関IC	2007/6/22	8:20	2007/6/22	9:20	1:00	その他	東北自動車道	下り	水沢IC	～ 松尾八幡平IC	2008/1/24	12:10	2008/1/24	23:30	11:20	雪
東北自動車道	上り	築館IC	～ 古川IC	2007/6/28	19:58	2007/6/28	21:40	1:42	交通事故	東北自動車道	下り	大和IC	～ 築館IC	2008/1/24	15:00	2008/1/25	1:30	10:30	雪
東北自動車道	下り	古川IC	～ 築館IC	2007/6/29	11:57	2007/6/29	13:10	1:13	交通事故	東北自動車道	上り	築館IC	～ 大和IC	2008/1/24	15:00	2008/1/25	1:30	10:30	雪
東北自動車道	上り	仙台宮城IC	～ 仙台南IC	2007/7/4	6:28	2007/7/4	7:40	1:12	交通事故	東北自動車道	下り	白石IC	～ 大和IC	2008/1/24	15:20	2008/1/25	1:30	10:10	雪
東北自動車道	上り	泉IC	～ 仙台宮城IC	2007/7/4	13:15	2007/7/4	14:20	1:05	交通事故	東北自動車道	上り	白石IC	～ 白石IC	2008/1/24	15:20	2008/1/25	1:30	10:10	雪
秋田自動車道	上り	湯田IC	～ 北上西IC	2007/7/16	18:35	2007/7/16	19:55	1:20	交通事故	東北自動車道	下り	築館IC	～ 水沢IC	2008/1/24	16:05	2008/1/25	1:30	9:25	雪
秋田自動車道	上り	協和IC	～ 大曲IC	2007/8/8	10:37	2007/8/8	11:50	1:13	交通事故	東北自動車道	上り	水沢IC	～ 築館IC	2008/1/24	16:05	2008/1/25	1:30	9:25	雪
東北自動車道	上り	古川IC	～ 大和IC	2007/8/26	22:00	2007/8/26	23:50	1:50	交通事故	秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 湯田IC	2008/1/24	11:05	2008/1/24	22:20	11:15	雪
東北自動車道	上り	大和IC	～ 泉IC	2007/8/28	15:43	2007/8/28	17:10	1:27	交通事故	秋田自動車道	上り	湯田IC	～ 北上西IC	2008/1/24	11:05	2008/1/24	22:20	11:15	雪
秋田自動車道	下り	湯田IC	～ 横手IC	2007/8/30	15:42	2007/8/30	17:45	2:03	交通事故	秋田自動車道	下り	北上JCT	～ 北上西IC	2008/1/24	12:10	2008/1/24	23:30	11:20	雪
秋田自動車道	上り	横手IC	～ 湯田IC	2007/8/30	15:45	2007/8/30	17:45	2:00	交通事故	秋田自動車道	上り	北上西IC	～ 北上JCT	2008/1/24	12:10	2008/1/24	23:30	11:20	雪
秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 横手IC	2007/9/7	12:40	2007/9/7	16:20	3:40	雨	秋田自動車道	下り	大曲IC	～ 協和IC	2008/2/1	14:05	2008/2/1	16:15	2:10	交通事故
秋田自動車道	上り	横手IC	～ 北上西IC	2007/9/7	12:40	2007/9/7	16:20	3:40	雨	秋田自動車道	上り	協和IC	～ 大曲IC	2008/2/1	15:52	2008/2/1	17:55	2:03	交通事故
秋田自動車道	下り	大曲IC	～ 協和IC	2007/9/17	17:25	2007/9/18	0:30	7:05	雨	東北自動車道	下り	白石IC	～ 一関IC	2008/2/10	1:30	2008/2/10	7:00	5:30	雪
秋田自動車道	上り	協和IC	～ 大曲IC	2007/9/17	17:25	2007/9/18	0:30	7:05	雨	東北自動車道	上り	一関IC	～ 白石IC	2008/2/10	1:30	2008/2/10	7:00	5:30	雪
秋田自動車道	下り	協和IC	～ 秋田南IC	2007/9/17	21:15	2007/9/17	23:55	2:40	雨	東北自動車道	下り	若柳金成IC	～ 一関IC	2008/2/12	21:45	2008/2/12	23:20	1:35	雪
秋田自動車道	上り	秋田南IC	～ 協和IC	2007/9/17	21:15	2007/9/17	23:55	2:40	雨	東北自動車道	上り	一関IC	～ 若柳金成IC	2008/2/12	21:45	2008/2/12	23:20	1:35	雪
秋田自動車道	下り	秋田南IC	～ 秋田北IC	2007/9/18	3:15	2007/9/18	6:15	3:00	雨	東北自動車道	下り	大和IC	～ 古川IC	2008/2/13	0:10	2008/2/13	1:40	1:30	雪
秋田自動車道	上り	秋田北IC	～ 秋田南IC	2007/9/18	3:15	2007/9/18	6:15	3:00	雨	東北自動車道	上り	古川IC	～ 大和IC	2008/2/13	0:10	2008/2/13	1:40	1:30	雪
秋田自動車道	下り	大曲IC	～ 協和IC	2007/9/18	5:00	2007/9/18	7:05	2:05	雨	東北自動車道	下り	若柳金成IC	～ 一関IC	2008/2/13	5:12	2008/2/13	8:00	2:48	交通事故
秋田自動車道	上り	協和IC	～ 大曲IC	2007/9/18	5:00	2007/9/18	7:05	2:05	雨	東北自動車道	下り	泉IC	～ 古川IC	2008/2/13	5:55	2008/2/13	9:55	4:00	雪
東北自動車道	下り	仙台南IC	～ 仙台宮城IC	2007/10/3	6:30	2007/10/3	7:40	1:10	交通事故	東北自動車道	上り	古川IC	～ 泉IC	2008/2/13	5:55	2008/2/13	9:55	4:00	雪
東北自動車道	上り	一関IC	～ 若柳金成IC	2007/10/4	14:20	2007/10/4	15:40	1:20	交通事故	東北自動車道	下り	二本松IC	～ 福島西IC	2008/2/13	11:18	2008/2/13	12:20	1:02	交通事故
東北自動車道	上り	水沢IC	～ 平泉前沢IC	2007/10/9	2:05	2007/10/9	5:25	3:20	交通事故	秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 湯田IC	2008/2/13	12:30	2008/2/14	19:15	30:45:00	雪
東北自動車道	上り	古川IC	～ 大和IC	2007/10/9	11:30	2007/10/9	12:55	1:25	交通事故	秋田自動車道	上り	湯田IC	～ 北上西IC	2008/2/13	12:30	2008/2/14	19:15	30:45:00	雪
東北自動車道	下り	仙台宮城IC	～ 仙台南IC	2007/10/23	4:35	2007/10/23	6:20	1:45	交通事故	秋田自動車道	下り	湯田IC	～ 横手IC	2008/2/13	16:50	2008/2/14	15:00	22:10	雪
東北自動車道	下り	仙台宮城IC	～ 泉IC	2007/10/27	7:32	2007/10/27	8:55	1:23	交通事故	秋田自動車道	下り	横手IC	～ 大曲IC	2008/2/13	16:50	2008/2/14	7:10	14:20	雪
東北自動車道	上り	大和IC	～ 泉IC	2007/10/27	19:42	2007/10/27	20:50	1:08	交通事故	秋田自動車道	上り	横手IC	～ 湯田IC	2008/2/13	16:50	2008/2/14	7:10	14:20	雪
秋田自動車道	下り	湯田IC	～ 横手IC	2007/10/31	4:30	2007/10/31	7:25	2:55	交通事故	秋田自動車道	上り	大曲IC	～ 横手IC	2008/2/13	16:50	2008/2/14	7:10	14:20	雪
秋田自動車道	上り	横手IC	～ 湯田IC	2007/10/31	4:35	2007/10/31	7:25	2:50	交通事故	東北自動車道	下り	古川IC	～ 大和IC	2008/2/14	5:30	2008/2/14	6:55	1:25	交通事故
東北自動車道	上り	一関IC	～ 若柳金成IC	2007/11/8	19:42	2007/11/9	0:50	5:08	交通事故	東北自動車道	下り	水沢IC	～ 北上江釣子IC	2008/2/14	11:30	2008/2/14	16:35	5:05	雪
東北自動車道	上り	若柳金成IC	～ 築館IC	2007/11/12	13:10	2007/11/12	14:50	1:40	交通事故	東北自動車道	上り	北上江釣子IC	～ 水沢IC	2008/2/14	11:30	2008/2/14	16:35	5:05	雪
東北自動車道	上り	一関IC	～ 若柳金成IC	2007/11/12	13:10	2007/11/12	14:50	1:40	交通事故	東北自動車道	下り	大和IC	～ 築館IC	2008/2/14	20:45	2008/2/15	1:50	5:05	雪
東北自動車道	上り	古川IC	～ 大和IC	2007/11/13	4:55	2007/11/13	8:45	3:50	交通事故	東北自動車道	上り	築館IC	～ 大和IC	2008/2/14	20:45	2008/2/15	1:50	5:05	雪
東北自動車道	下り	若柳金成IC	～ 平泉前沢IC	2007/11/19	5:50	2007/11/19	10:00	4:10	雪	秋田自動車道	下り	北上JCT	～ 北上西IC	2008/2/14	11:30	2008/2/14	16:35	5:05	雪
東北自動車道	下り	平泉前沢IC	～ 若柳金成IC	2007/11/19	5:50	2007/11/19	10:00	4:10	雪	秋田自動車道	上り	北上西IC	～ 北上JCT	2008/2/14	11:30	2008/2/14	16:35	5:05	雪
東北自動車道	上り	水沢IC	～ 平泉前沢IC	2007/11/19	6:50	2007/11/19	10:00	3:10	雪	秋田自動車道	上り	協和IC	～ 西仙北IC	2008/2/16	17:47	2008/2/16	19:35	1:48	交通事故
東北自動車道	下り	大和IC	～ 古川IC	2007/11/22	9:40	2007/11/22	13:30	3:50	交通事故	秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 北上JCT	2008/2/16	20:58	2008/2/16	22:30	1:32	その他
東北自動車道	下り	一関IC	～ 平泉前沢IC	2007/11/22	10:05	2007/11/22	12:35	2:30	交通事故	東北自動車道	下り	仙台南IC	～ 泉IC	2008/2/23	19:45	2008/2/24	11:30	15:45	雪
東北自動車道	下り	泉IC	～ 大和IC	2007/11/22	11:25	2007/11/22	13:30	2:05	交通事故	東北自動車道	下り	泉IC	～ 古川IC	2008/2/23	19:45	2008/2/24	7:50	12:05	雪
東北自動車道	下り	大和IC	～ 古川IC	2007/11/22	16:15	2007/11/22	17:45	1:30	交通事故	東北自動車道	上り	泉IC	～ 仙台南IC	2008/2/23	19:45	2008/2/24	11:30	15:45	雪
東北自動車道	上り	若柳金成IC	～ 泉IC	2007/11/22	20:35	2007/11/23	1:00	4:25	交通事故	東北自動車道	上り	古川IC	～ 泉IC	2008/2/23	19:45	2008/2/24	7:50	12:05	雪
東北自動車道	下り	築館IC	～ 若柳金成IC	2007/11/22	20:45	2007/11/23	1:00	4:15	交通事故	秋田自動車道	下り	北上西IC	～ 横手IC	2008/2/23	20:40	2008/2/24	8:00	11:20	雪
東北自動車道	下り	一関IC	～ 水沢IC	2007/11/22	23:10	2007/11/23	8:20	9:10	雪	秋田自動車道	上り	横手IC	～ 北上西IC	2008/2/23	20:40	2008/2/24	8:00	11:20	雪
東北自動車道	下り	水沢IC	～ 北上江釣子IC	2007/11/22	23:10	2007/11/23	6:30	7:20	雪	秋田自動車道	下り	横手IC	～ 協和IC	2008/2/24	2:15	2008/2/24	8:00	5:45	雪
東北自動車道	上り	水沢IC	～ 一関IC	2007/11/22	23:10	2007/11/23	8:20	9:10	雪	秋田自動車道	上り	協和IC	～ 横手IC	2008/2/24	2:15	2008/2/24	8:00	5:45	雪
東北自動車道	上り	北上江釣子IC	～ 水沢IC	2007/11/22	23:10	2007/11/23	6:30	7:20	雪	東北自動車道	下り	泉IC	～ 古川IC	2008/3/1	17:55	2008/3/2	1:45	7:50	雪
秋田自動車道	下り	北上JCT	～ 北上西IC	2007/11/22	23:10	2007/11/23	6:30	7:20	雪	東北自動車道	上り	古川IC	～ 泉IC	2008/3/1	17:55	2008/3/2	1:45	7:50	雪
秋田自動車道	上り	北上西IC	～ 北上JCT	2007/11/22	23:10	2007/11/23	6:30	7:20	雪	東北自動車道	下り	古川IC	～ 築館IC	2008/3/1	18:20	2008/3/2	1:45	7:25	雪
東北自動車道	下り	泉IC	～ 大和IC	2007/11/23	3:10	2007/11/23	4:30	1:20	交通事故	東北自動車道	上り	築館IC	～ 古川IC	2008/3/1	18:20	2008/3/2	1:45	7:25	雪
東北自動車道	下り	古川IC	～ 築館IC	2007/11/28	20:25	2007/11/28	21:50	1:25	交通事故	東北自動車道	下り	一関IC	～ 水沢IC	2008/3/1	19:40	2008/3/2	0:50	5:10	雪
東北自動車道	下り	若柳金成IC	～ 一関IC	2007/11/30	18:49	2007/11/30	20:55	2:06	交通事故	東北自動車道	上り	水沢IC	～ 一関IC	2008/3/1	19:40	2008/3/2	0:50	5:10	雪
東北自動車道	上り	一関IC	～ 若柳金成IC	2007/12/6	19:35	2													

(8) 輸送システムの評価

仙台港駅～秋田北港までの鉄道輸送は特継作業等の臨時作業は発生したものの、問題なく輸送可能であることが確認された。

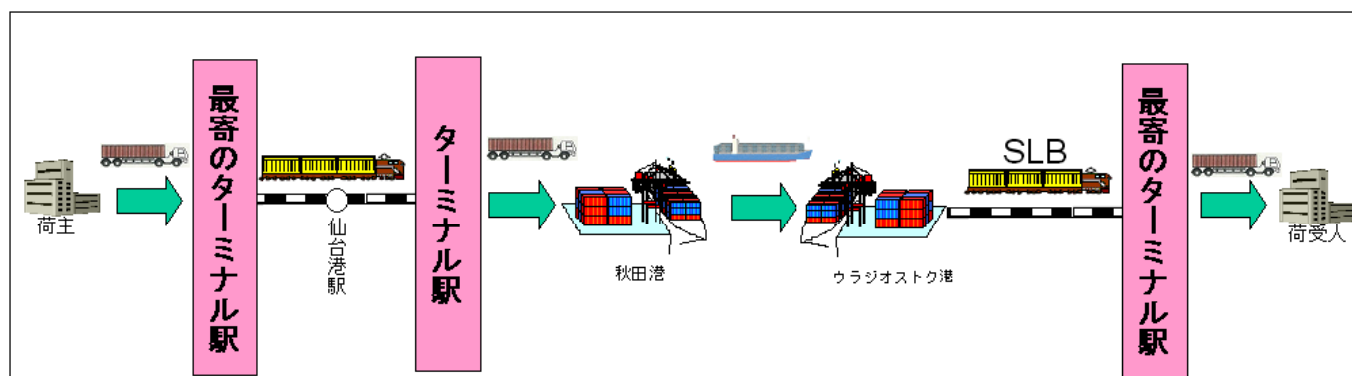
鉄道からの積みおろし場所に関して、今回実験した秋田北港駅は適切と判断された。

秋田北港駅においては、鉄道から積みおろす際の荷役方法に関して、荷役場所での敷鉄板の傾きの指摘があったものの、リーチスタッカーによる荷役の操作性や荷役方法自体の適切性については、概ね確認された。

結節点における効率性に関しては、ゲートを出入りする際の狭さや電線のクリアランスなどへの指摘があったものの、荷役～コンテナヤードまでの横持ちの際の流れ自体はスムーズであることが概ね確認された。

秋田港～ロシア・ボストチヌイ港までの海上輸送は問題なく輸送されたことを確認した。

これらを踏まえ、仙台港～秋田港へ鉄道を経由してロシアとの間で貨物を輸出入する環日本海シーアンドレール構想で設定した輸送システム自体は、いくつかの課題があったものの、ほぼ有効に機能することが確認された。

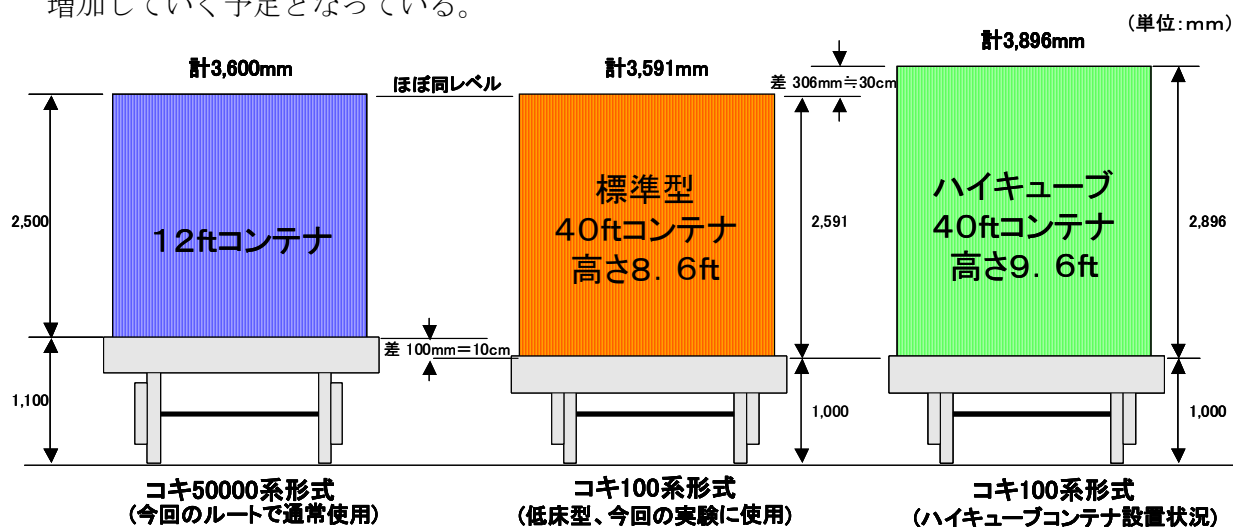


（９）輸送システムの留意点

①国内貨物鉄道

・積載貨物の制限

現状では、北上線ルート、東北本線・奥羽本線ルートの２ルートともに、低床のコキ 100 系形式を使用することで、標準高の国際海上コンテナのみならず、ハイキューブコンテナ（高さ 9 フィート 6 インチ）の通行が可能である。ＪＲ貨物の貨車保有状況はコキ 50000 系形式が約 3,300 台、コキ 100 系形式約 4,900 台となっており、今後は低床のコキ 100 系形式に順次入替予定であるため、国際海上コンテナ用の貨車の割合は今後増加していく予定となっている。



・線路設備列車計画上の制限

首都圏、中京圏から秋田港まで鉄道輸送を行う際に、北上線、東北本線・奥羽本線の２ルートが走行可能であることが判明した。北上線は非電化区間であり、奥羽山脈を越える線区のため、線路の勾配と牽引力の関係、すなわちディーゼル機関車の能力からコンテナ貨車 17 両編成が上限となっている。北上線は単線区間のため、列車増発等を考える際は、ダイヤ編成が困難な場合がある。東北本線・奥羽本線は電化区間であり、標準編成のコンテナ貨車 20 両編成となっている。

・駅設備など物理的環境

40 フィートコンテナを積みおろしできる駅は、全国で 19 駅のみである。また、所要の荷役スペースも必要である。秋田臨海鉄道北線が 3 月で硫酸のタンク輸送が終了。運行列車がなくなるが、当分の間は線路の最低限の保守は行われる予定。しかし、いずれ休止等も考えられる。東北本線・奥羽本線の最長 20 両、北上線の最長 17 両編成で運行した場合、秋田貨物駅から秋田港駅までは途中の待避線の延長からコキ 100 系型式で 18 両、秋田港駅から秋田北港駅では複線部の延長からコキ 100 系型式で 15 両の編成が扱いの上限が課題となる。最長の編成で運行した場合、切り放し、継なぎ替えなどの作業が発生するため、施設などの改良の余地を含め関係者間で検討する必要がある。

②コンテナ荷役機械

荷役効率、取扱貨物量等を考慮して、適切な荷役方式を検討する必要がある。

	リーチスタッカー(トップリフター)	門型クレーン
メリ ット	○ 門型クレーンに比べ、初期投資は小さい。 ○ ヤード内荷役など、他の場所での荷役にも用いることが可能。	○ コンテナの積おろし時の荷役動線が短く、且つ、次のコンテナを荷役する際に前後コンテナ1個分の移動だけで済むためリーチスタッカー等に比べ作業スピードが速い。 ○ ヤード作業用のトレーラーに直接積むことができるため、荷役スペースを取る必要がない。
デ メ リ ット	● コンテナの積おろし時に後退、回転等の車両の動きが必要となり移動動線が長くなるため、門型クレーンに比べ作業スピードが遅い。 ● 荷役機械の回転半径を考慮した荷役スペースを確保する必要がある。	● リーチスタッカー等に比べ、初期投資が大きい。 ● 線路部分から移動できないため、鉄道荷役専用となってしまう。

リーチスタッカーによる運用



レールマウント式
門型クレーンによる運用



タイヤマウント式
門型クレーンによる運用

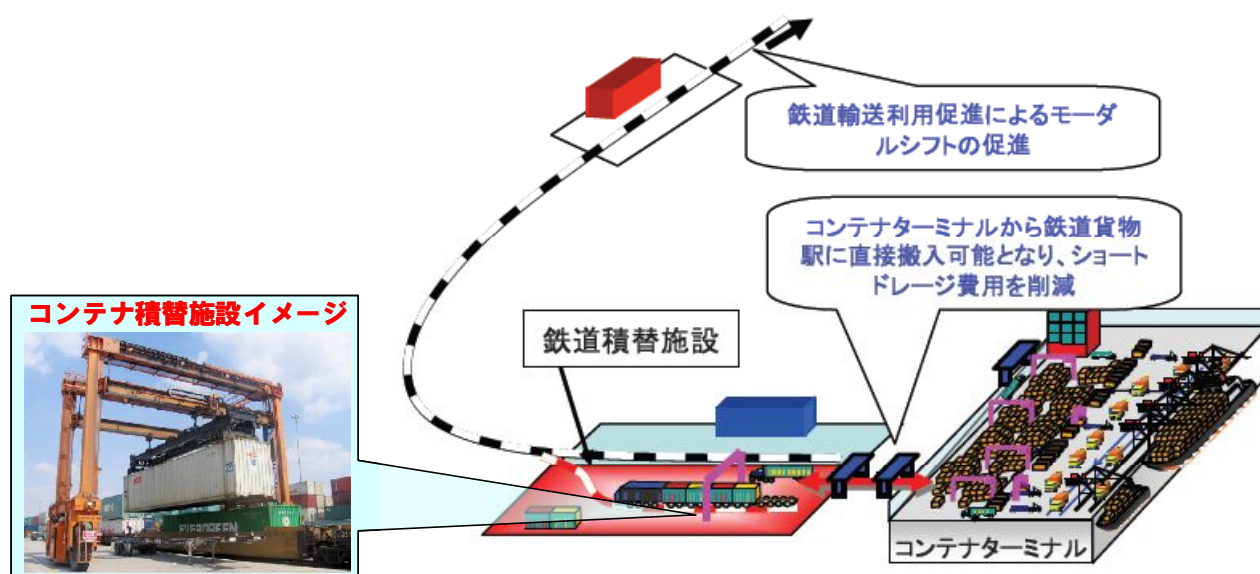


【CYと貨物鉄道の一体的運用イメージ】

国土交通省では、コンテナターミナルと鉄道貨物駅間の海上コンテナ貨物の円滑な積替え・横持ち輸送に資する「鉄道積替施設」整備のための支援制度がある。

秋田港において、こうした施設を整備すれば、貨物鉄道とコンテナターミナルのより一体的な運用が可能となり、荷役効率性も飛躍的に上昇することも期待される。

ただし、取扱貨物の規模、将来見通し等を考慮して積替え荷役方式を検討する必要がある。



【鉄道積替施設のイメージ】

制度の概要

対象港湾：重要港湾

交付対象：第3セクター 等

補助率：1／3

③シベリアランドブリッジ

前述のように、シベリアランドブリッジではブロックトレインの運行と貨物ボリュームによる料金交渉力が輸送競争力の決め手となっている。したがって、ここではコンテナ専用臨時特急列車である「ブロックトレイン」の利用を前提に考える。

ブロックトレインの特徴に関しては以下の通りである。

- ①シベリア鉄道上において高速運行を前提としたダイヤが確保されているコンテナ特急列車
- ②1荷主（フォワーダを含む）の1方面への輸送のために列車全体が貸切運行
- ③列車の運行は一定の貨物量が集まった時点で行われ、集まっていない場合は運休

・運賃面での課題

シベリア鉄道は年数回、運賃値上げを行っており、スエズ運河経由の海上輸送と比較して通常運賃は高くなっている。

ただし、ブロックトレインではボリュームディスカウント制度により、大量貨物の荷主は優遇運賃の交渉が可能であるため、韓国のように大口荷主や中小荷主が多く集まることによって貨物量が確保できれば、価格面での競争力は海上輸送と遜色のない水準が確保できるものと考えられる。

・定時性の課題

ブロックトレインでは、一定の貨物量が集まらなければ列車が運行されないため、定時性の確保に留意が必要である。

・通関の問題

2004 年のロシア税関法令改正により、審査期間の短縮や審査手続きの簡素化が図られている。

しかし、貨物の種類や流通量によっては、ポストチヌイ港での税関手続きや鉄道積替え時のコンテナチェックのために要する時間と費用がかかりすぎるとの指摘もある。

