

■ 空港の耐震性向上の経緯

- 兵庫県南部地震(H7.1)を契機として、「空港・航空保安施設の耐震性について」を取りまとめ、管制塔等の空港施設の耐震性の向上や非常用設備の配置等を進めてきた。
- 新潟県中越地震(H16.10)を契機として、地震災害時の空港の重要性が再認識され、平成17年8月に「地震に強い空港のあり方検討委員会」を設置し、空港施設の耐震性向上方針を検討。
- 平成19年4月、約2年間にわたり上記委員会で議論された空港施設の耐震性向上の方向性や地震災害時の空港運用で配慮すべき事項等を、「地震に強いあり方検討委員会報告」として取りまとめ、空港の耐震性向上に取り組んできた。

■ 仙台空港における耐震性向上取り組みによる効果

- 東北地方太平洋沖地震とその後の津波により、仙台空港は甚大な被害を受け、特に津波による各種施設の浸水及び膨大な量の瓦礫等のため、仙台空港は使用不能となった。
- その後の応急復旧作業の実施により、4月13日に民航機の就航を再開。
- 仙台空港においては、上記の耐震性向上の取り組みとして、これまで液状化対策を実施してきており、その結果、滑走路の早期使用が可能となった。

航空機の離着陸に必要な基本施設等の機能を確保

基本施設の陥没等を防止

車両や航空機に影響

地下構造物等の崩壊を防止

航空管制機能の停止を防ぐとともに空港の管理機能を確保

管制塔等の被災防止

航空機との通信や夜間等に必要な航空保安施設の機能を確保

耐震化実施箇所例

空港施設の耐震性向上の取り組み

仙台空港液状化対策実施済箇所

液状化対策実施済箇所

地下道等地下構造物の位置

液状化対策を実施していたことにより、滑走路の平坦性・舗装強度を保つことが出来た。

液状化対策未実施箇所の被災状況

平成23年3月11日 東日本大震災により、仙台空港は冠水、膨大な瓦礫等が漂着し使用不能となった。

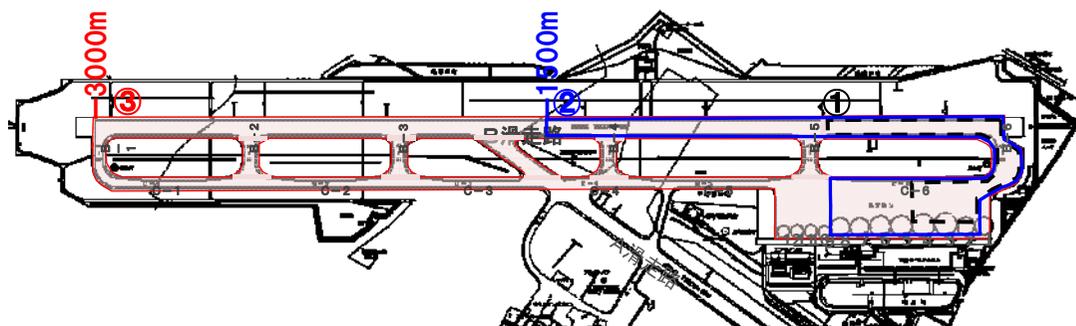
■地域の防災拠点としての役割

- 津波襲来時、仙台空港旅客ターミナルビルは地域住民・旅客等（約1400名）の避難場所として利用され、地域の防災拠点としての役割を果たした。
- 今後は、地元自治体とも調整し、避難受入場所としての機能を強化する。



■空港の機能確保および早期復旧

- 東日本大震災発災後の経緯
 - ・3月14日[発災後3日目] 空港内に漂着した車両・瓦礫等の除去作業を開始。
 - ・3月15日[発災後4日目] ①救急救命・緊急輸送用ヘリ運用を開始。
 - ・3月16日[発災後5日目] ②B滑走路1500mの運用（自衛隊等の救援機限定）
※米軍機による緊急物資輸送：計87機（3月18日～4月3日）
 - ・3月29日[発災後18日目] ③B滑走路3000mの運用（自衛隊等の救援機限定）
 - ・4月13日[発災後33日目] 民航機の就航再開



3/15 自衛隊ヘリ着陸
(再開後、1号機)



3/16 米軍機C-130着陸
(再開後、固定翼1号機)



4/13 JAL(B737-800)着陸
(民間旅客機就航再開1号機)

- 今後は、更なる早期復旧に向け、空港施設の浸水対策や応急対策などの検討を実施。

<検討イメージ>

滑走路に漂着した車両・瓦礫



- ・適切な空港排水の方策
 - ・漂着物の進入を防止する方策あるいは応急復旧のための資機材の事前準備
- 等を検討していく。

浸水した非常用発電設備



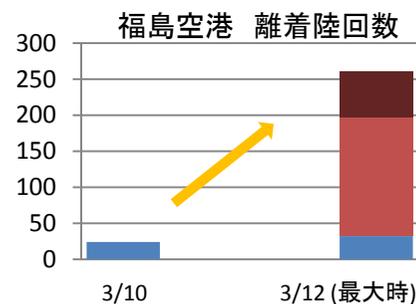
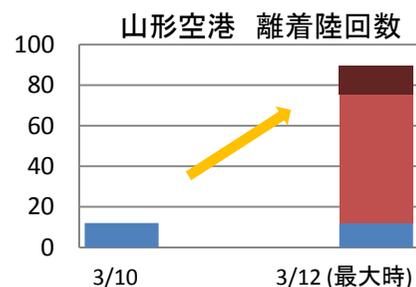
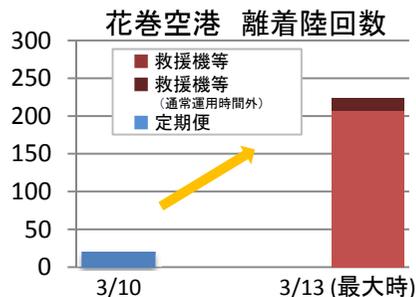
- ・浸水しない機械室の構造や高階への設置
 - ・応急復旧のための移動式発電設備の常備
- 等を検討していく。

東北地方の空港の救援・代替輸送拠点としての活用

東北地方の空港については、東日本大地震発災により仙台空港が使用不能となる中、花巻、山形、福島の3空港を直ちに24時間運用可能とすること等により、救援機の活動や、高速道路、新幹線不通の間の代替輸送拠点としての役割を果たした。

救援輸送拠点としての機能発揮

救援機の活動拠点として発災後、直ちに24時間体制で対応



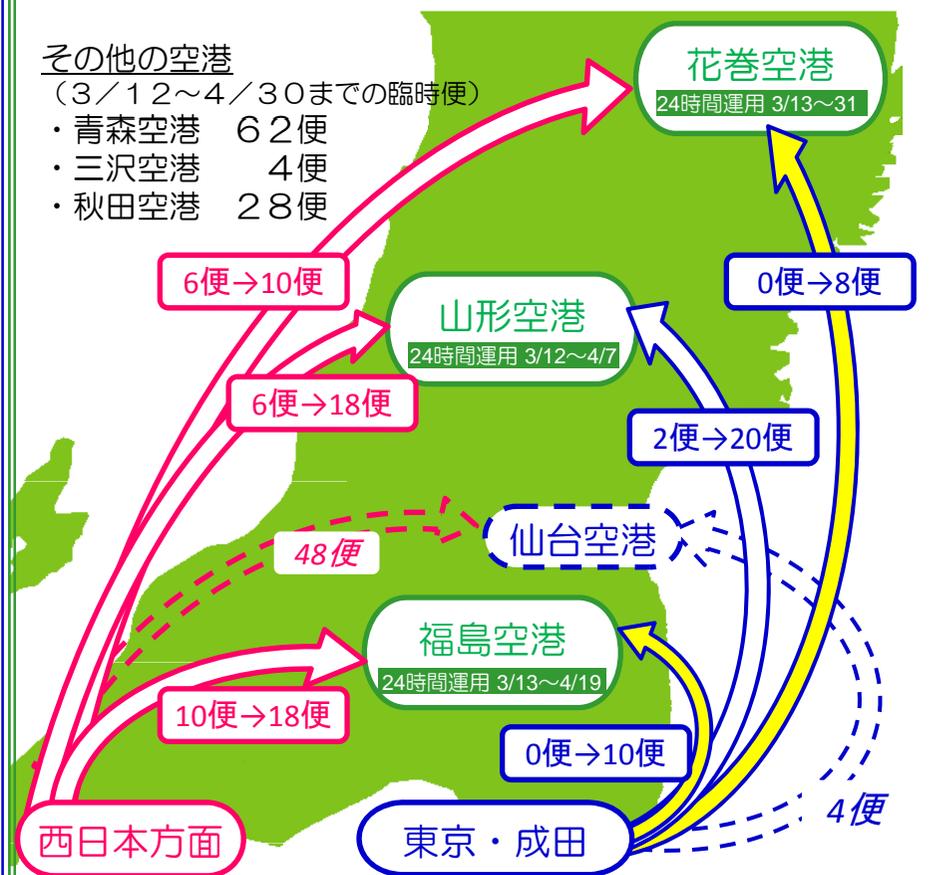
代替輸送拠点としての機能発揮

高速道路や新幹線に代わり、合計2028便の臨時便（4月30日までの実績：片道ベース、仙台空港民航再開後の臨時便含む）の運航に対応

その他の空港

（3/12～4/30までの臨時便）

- ・青森空港 62便
- ・三沢空港 4便
- ・秋田空港 28便



(凡例) ○便 → □便

○: 3月1日～11日の定期便運航便数 (片道ベース/1日)

□: 3月12日以降の臨時便を加えた運航便数 (路線毎1日あたり最大値)

都市の防災性向上に資する都市公園の取り組み

地震災害時に公園緑地に期待される機能

- 都市の公園緑地は、災害時の避難の場、復旧・復興活動の拠点、火災の延焼防止など災害緩和・防止に資する都市のインフラとしての機能を発揮
- 関東大震災の際には、大規模な火災の中、東京市の人口の約7割に該当する約157万人が、公園緑地を中心とするオープンスペースに避難



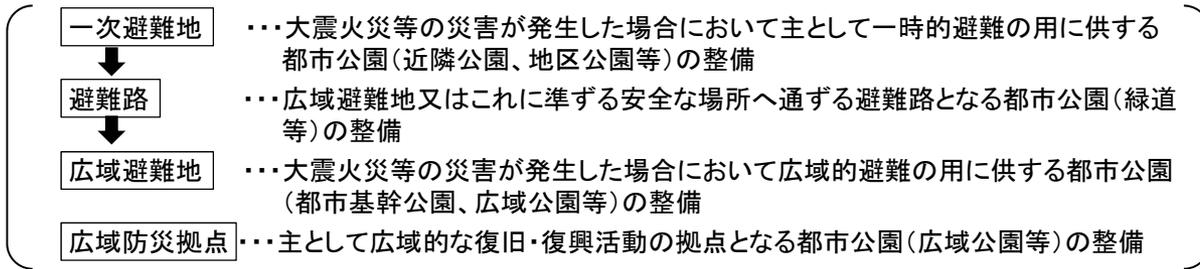
避難場所としての活用



市街地火災の延焼防止

防災公園整備の推進

- 都市の防災機能の向上により安全で安心できる都市づくりを図るため、地域防災計画に位置付けられている避難地、避難路、広域防災拠点等となる都市公園の整備を重点的に支援



- 災害発生時に住民が安全に避難できるよう備蓄倉庫、耐震性貯水槽や放送施設などの災害応急対策施設の整備を推進

●災害応急対策施設

備蓄倉庫
発災時の食糧の備蓄、及び救助等に必要の器具の保管場所としての役割



耐震性貯水槽
災害によって水道等のライフラインが断絶した場合の当面の飲料水や消防用水の確保をする。



放送施設
屋外スピーカー等、避難者等への災害や物資の配給等に関する情報の発信を行う施設。



H7 阪神・淡路大震災

- 応急避難生活の場、被災者への救援活動の場など、災害時の拠点機能を発揮
- 大規模な公園に限らず、小公園も活用

H16 新潟県中越沖地震

- 陸路が分断されるなか、救援人員のベースキャンプ、物資の集配拠点等として、市街地周辺の大規模公園が活用

■背景

海岸沿いの都市公園においても、津波に対する**軽減効果等を発揮する樹林帯**が整備。

都市公園についても身近な小規模公園等が**津波避難地**として指定。

■東日本大震災において果たした効果

- ・一部で立木が残存し**後背地への影響を軽減**。
- ・漂流物の内陸への**流入阻止**。

- ・海沿いの**公園内の丘**に逃げ込んだ住民が被災を免れた。
- ・**高台にある公園**が津波からの避難地として機能発揮。



矢本海浜公園(東松島市)



岩沼海浜公園(岩沼市)



海岸公園(仙台市)

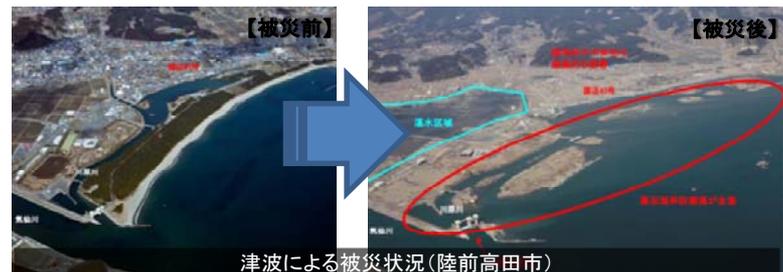


日和山公園(石巻市)

■東日本大震災において明らかとなった課題

想定以上の津波被害により、都市公園として整備・管理されている海岸沿いの**樹林帯の多くが喪失**し、また、**津波避難地として指定された都市公園の多くが浸水**。

➡ 津波災害に対し減災効果を発揮する**樹林帯の整備手法**や迅速に避難することのできる**避難路や避難地等の効率的な配置手法**について検討する必要がある。



津波避難地に指定されていた都市公園の被災状況(釜石市)



■背景

災害時の避難の場、復旧・復興活動の拠点、火災の延焼防止など都市の防災性を向上するインフラとして、防災公園の整備を推進。

■東日本大震災において果たした効果

- ・被災者の避難生活の場として、都市公園の体育館等が利用
- ・自衛隊等による救援救助、物資集積等の拠点として、大規模公園が利用

都心部では都市公園において帰宅困難者を受け入れ、宿泊対応を実施。



あづま総合運動公園(福島市)



石巻市総合運動公園(石巻市)



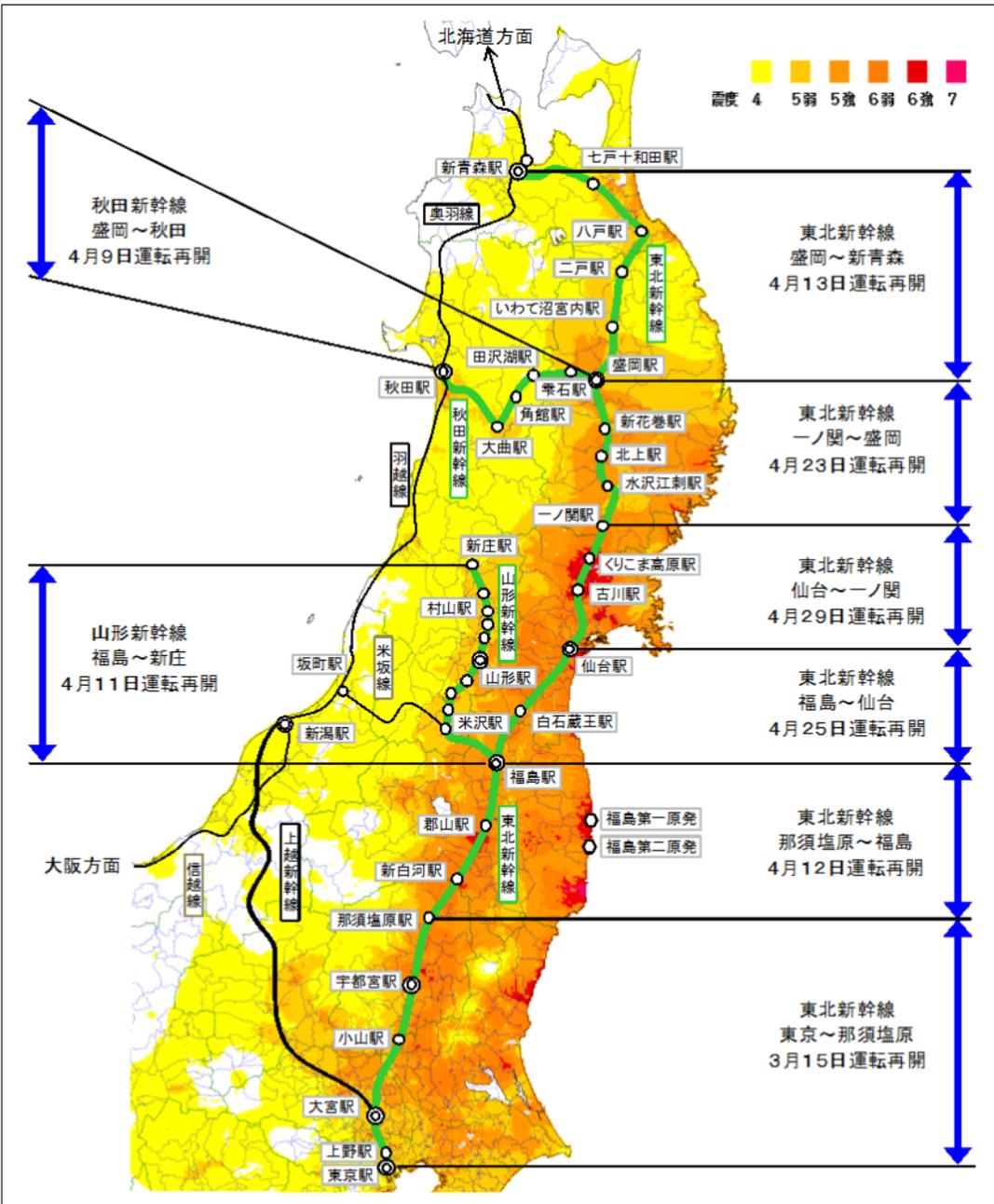
日比谷公園(千代田区)

■東日本大震災において明らかとなった課題

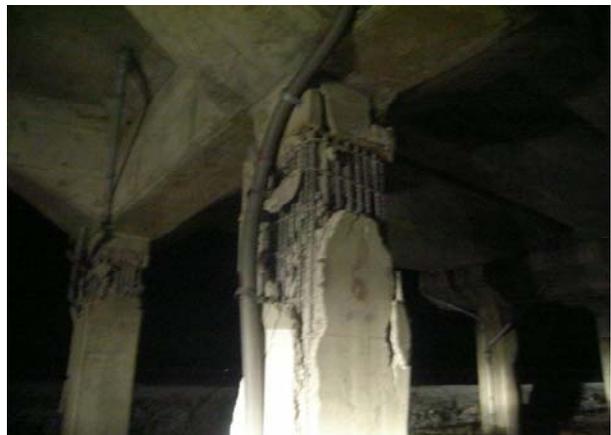
被災地には、備蓄倉庫や耐震性貯水槽などの災害応急対策施設を総合的に備えた公園が少なかったことで、水、毛布、トイレの不足など避難や避難生活に支障。また、帰宅困難者の対応についても物資の提供や情報の収集・発信についての的確な対応が課題。

➡ 広域防災拠点や一次避難地がその機能を発揮するために必要な災害応急対策施設の整備や、帰宅困難者に対する情報提供などの対応のあり方について検討をする必要がある。

東北、山形、秋田新幹線の主な被害及び復旧状況



電柱の折損【東北新幹線 北上付近】



高架橋柱の損傷【東北新幹線 新花巻～盛岡】

	兵庫県南部地震 (阪神・淡路大震災)	新潟県中越地震	東北地方太平洋沖地震 (東日本大震災)
地震の発生時刻	H7. 1. 17 5:46	H16. 10. 23 17:56	H23. 3. 11 14:46
地震の規模(マグニチュード)	M 7. 3	M 6. 8	M 9. 0

	山陽新幹線	上越新幹線	東北新幹線
被害を受けた区間	新大阪～姫路 83km	浦佐～燕三条 65km	大宮～いわて沼宮内 536km
営業列車の脱線	なし(始発前に地震)	1列車	なし
死傷者数	なし	なし	なし
倒れた高架橋 落ちた橋りょう	8	なし	なし
コンクリートが 剥がれたトンネル	4	4	なし
電化柱の折損等	43	61	約540
高架橋柱の損傷	708	47	約100
変電設備の故障	3	1	約 10
橋梁の桁ずれ	72	1	2
地震発生日から全線 運転再開までの日数	81日後	66日後	49日後

新幹線・在来線の耐震化の状況と支援制度の概要

耐震化の状況

新幹線

高架橋・高架駅

平成7年
阪神・淡路大震災発生を踏まえ、
計画的な実施を指導

平成16年
新潟県中越地震発生を踏まえ、
計画の前倒しを指示

平成17年度末

94.5%

平成21年度末

99.9%*

終了本数

157,570本

総本数

157,720本

在来線

高架橋・高架駅・ 地下トンネルの中柱

平成7年
阪神・淡路大震災発生を踏まえ、
計画的な実施を指導

93.7%

95.0%

259,921本

273,562本

* 高速で走行する新幹線の耐震補強を優先的に実施しており、高架下利用者との
 交渉を継続している一部を除き、22年度末に耐震補強はすべて終了。
 残る高架橋は特定の個所に集中しているものではないことから、大規模な倒壊に
 到ることは考えにくい。
 なお、整備新幹線は建設時から十分な耐震性が考慮されており、耐震補強は不要。

耐震化に係る支援制度

○鉄道駅耐震補強事業

- ・補助対象事業者
鉄軌道事業者(JR東日本・JR東海・JR西日本を除く)
- ・補助率 国:1/3、関係地方公共団体:1/3
- ・補助対象となる駅
乗降客数が1日1万人以上の高架駅であって、かつ、折
り返し運転が可能な駅又は複数路線が接続する駅
- ・平成23年度予算 812百万円

※新幹線の高架橋・高架駅、在来線の高架橋・地下トンネル
の中柱については、自己負担による整備。

耐震化の例



高架橋の耐震補強の例

阪神・淡路大震災、新潟県中越地震による鉄道施設の被災等を踏まえ、次の対策を講ずることにより地震に対する一層の安全性の確保を図り、高速で安定的な輸送を実現。

1. 土木構造物の耐震性能の強化

① 耐震基準の強化

平成7年1月の阪神・淡路大震災により山陽新幹線の高架橋が倒壊する等の甚大な被害が発生したことを踏まえ、土木構造物の耐震基準を強化

② 既存構造物の耐震補強

阪神・淡路大震災以前に建設された東海道、山陽、東北、上越新幹線の土木構造物については、高架橋の柱に鋼板を巻くなどの耐震補強を実施

2. 列車を緊急的に停車させるシステムの導入

すべての新幹線において、海岸部や新幹線の沿線に地震計を設置し、地震における大きな揺れが列車に到来する前に列車を緊急的に減速、停止させるためのシステムを導入

3. 脱線被害を軽減させる装置等の導入

平成16年10月の新潟県中越地震により上越新幹線が脱線したことを踏まえ、列車を脱線させない、また、脱線しても対向列車と衝突することがないように、大きくはみ出すことを防止する装置を開発し、順次、整備を促進

新幹線土木構造物の耐震性能の強化

○新しい耐震基準(阪神・淡路大震災以降)

- 中規模地震(震度5程度) ➡ 構造物を損傷させない
- 大規模地震(震度6強～7程度) ➡ 早期に機能回復させるため、構造物の被害を軽微な損傷に留める

○既存構造物の耐震補強

阪神・淡路大震災以前に建設された東海道、山陽、東北、上越新幹線の土木構造物について、高架橋の柱に鋼板を巻くなどの耐震補強を実施



(参考) 阪神・淡路大震災(平成7年1月17日発生)における山陽新幹線の高架橋の倒壊状況

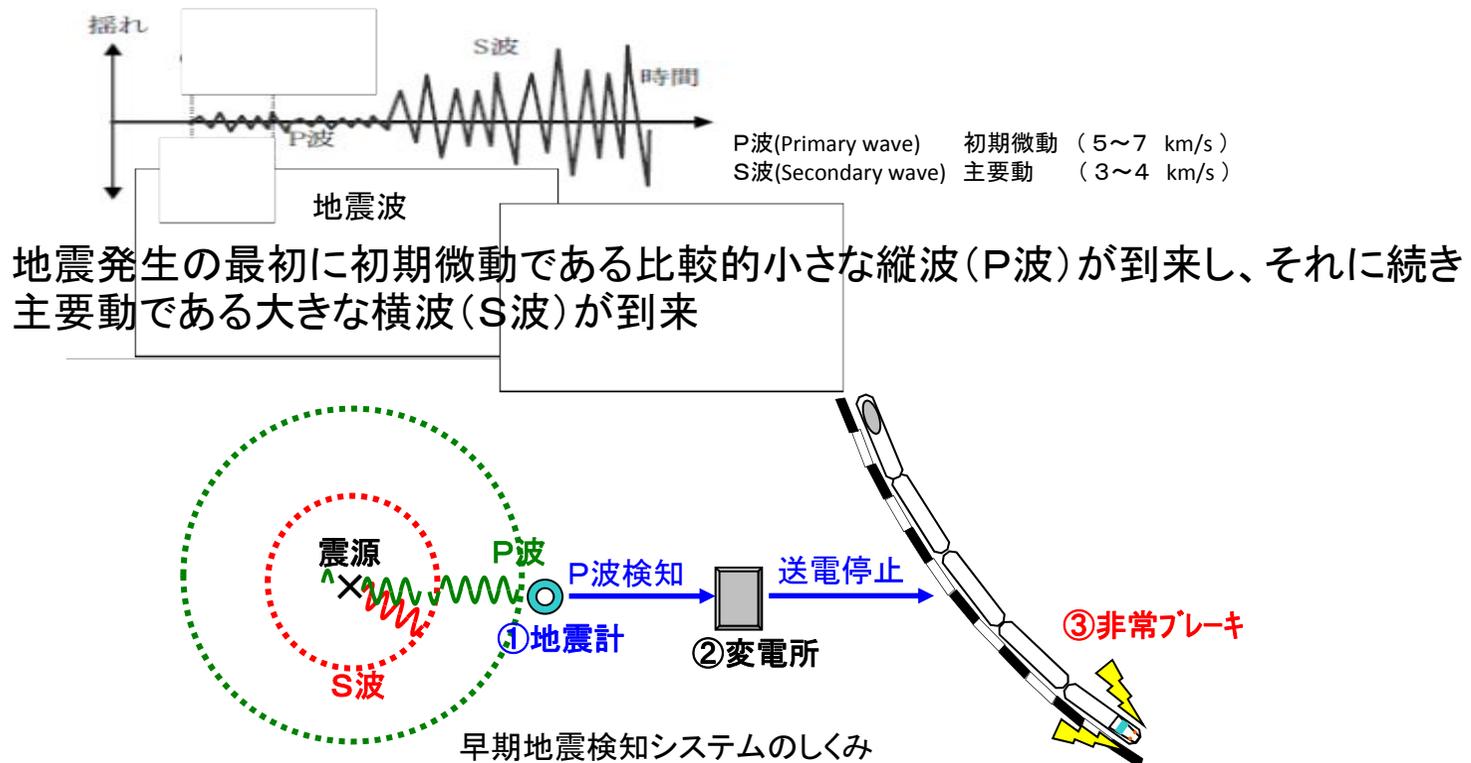


補強前



補強後

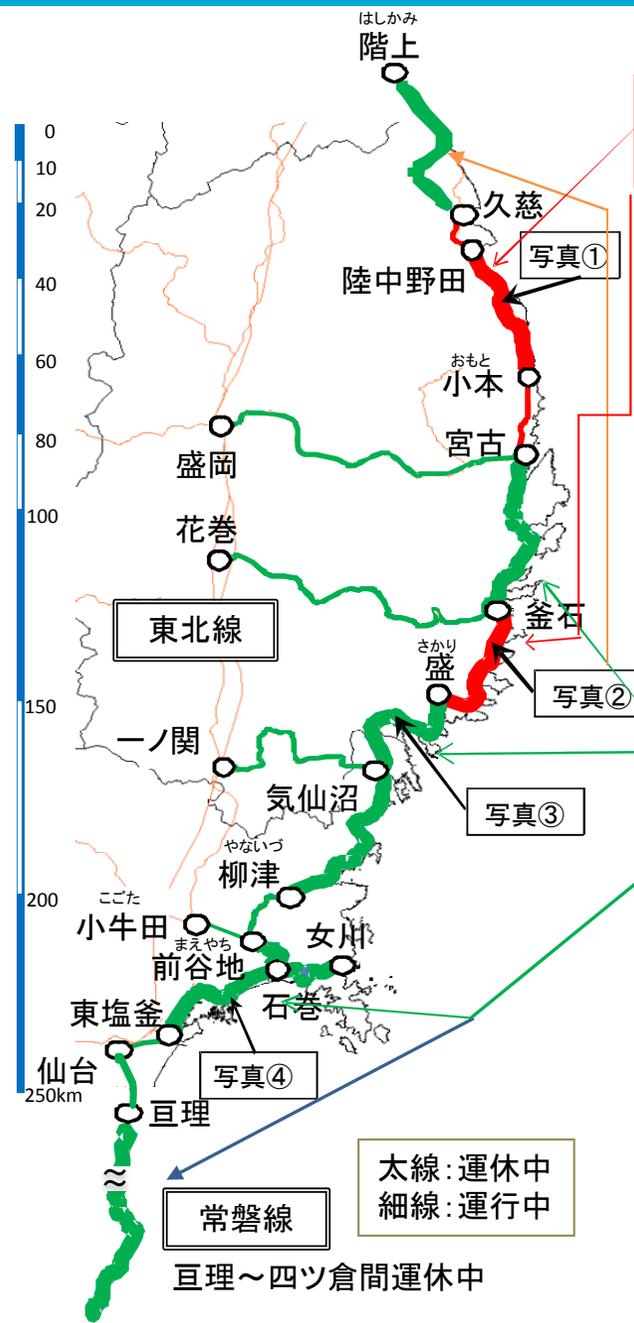
海岸部や沿線に設置された地震計が初期の小さな地震波の波形を検知することにより、大規模な地震の到来が推定された場合や一定の大きさを超える地震波を検知した場合に、鉄道変電所から列車への送電を自動的に停止し、列車の非常ブレーキを動作させ減速、停止させるシステム



- ① 地震計がP波の波形を検知し大規模な地震の到来を推定、または一定の大きさを超える地震波を検知
- ② 上記①の場合、鉄道変電所からの送電を自動的に停止
- ③ 列車の非常ブレーキを動作させ、減速、停止させる

<震災関係抜粋>

- 本年3月の東日本大震災の後は、東北新幹線の被災状況等も踏まえながら、中央新幹線の整備について、その意義や防災対策などについて改めて確認を行った。
- 中央新幹線及び東海道新幹線による大動脈の二重系化をもたらし、東海地震など東海道新幹線の走行地域に存在する災害リスクへの備えとなる。今般の東日本大震災の経験を踏まえても、大動脈の二重系化により災害リスクに備える重要性が更に高まった。
- 超電導リニア方式は、地震時などにおいて電力の供給が停止された後でも電磁誘導作用により軌道中心に車両が保持されること、ガイドウェイ側壁により物理的に脱線を阻止できる構造を有することから、安全確保上の大きな利点がある。なお、鉄道施設の耐震性は、在来型新幹線方式と同様である。
- 超電導リニア方式は、これまでの技術的な検討により、地震や大深度地下での火災等の異常時における安全確保について、整備計画段階での対応方針が示されており、その内容が小委員会において確認されている。



既存施設を活かして現行ルートで復旧
 三セク鉄道(三陸鉄道等)
 ※6割強を占めるトンネル区間に被害がほとんどない

写真① 三陸鉄道北リアス線 島越しまのこし駅付近



写真② 三陸鉄道南リアス線 唐丹とうに～吉浜



市街地復興と一体で現行ルートの変更も含めた復興
 三陸沿岸部のJR東日本の路線
 (山田線、大船渡線、気仙沼線、石巻線、仙石線、常磐線等)

写真③ JR大船渡線 陸前高田駅付近



写真④ JR仙石線 野蒜のびる駅付近



災害に強い航路標識の整備効果と課題

太陽光発電等自立型電源の導入

- 航路標識の電源を、商用電源から太陽電池等に変更し、停電による消灯を防止



(東日本大震災時の実績)

商用電源利用標識
消灯率 約60%

標識機能の
維持に効果



太陽電池標識
消灯率 約5%

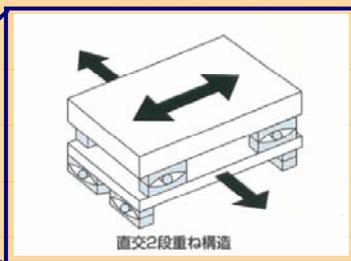
効果：配電線路の障害及び
広域停電の影響を回避し、
航路標識機能を維持

灯台用大型レンズの免震施工

- 免震機構による大型レンズの破損を防止



免震機構の取付

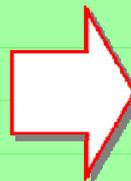


効果：大型レンズの被災を回避し、
航路標識機能を維持

耐震構造への改修

- 耐震構造への転換により、構造物の被災を最小限に防止

- ▼ 炭素繊維シートによる補強



効果：措置を講じた灯台にて
倒壊等の被災を回避し、
航路標識機能を維持

- ▲ 既設基礎周囲にコンクリートを増し打ちのうえ補強

(参考)

東日本大震災で被災した耐震未改修の灯台
(倒壊のおそれがあるため、応急工事を措置)



震災を踏まえた今後の課題

耐震補強や停電対策は、一定の効果を発揮したものの、津波では防波堤灯台の倒壊や灯浮標の流出が多数発生した。

- 被害状況の検証結果等を、航路標識の設計に反映させていく必要がある。
- 発災後の緊急輸送の確保に航路標識の復旧が不可欠であることが再確認されたことなどを踏まえ、地域利用者の意見を集約の上、各港湾の利用状況に応じた航路標識の最適化について検討していく必要がある。

航路標識の復旧

被災した航路標識について応急復旧等を実施中。引き続き、応急復旧・仮復旧を行うとともに、本復旧を目指して段階的に取り組む。その際、できる限り電源の太陽電池化及び光源のLED化を推進し、災害に強い航路標識として復旧する。

被害状況

被害基数 152基



防波堤灯台
倒壊

防波堤倒壊
灯台傾斜



灯浮標が流失



応急復旧

応急復旧基数(5月9日現在) 134基

※復電に伴う本復旧等を含む。

簡易灯火による復旧



LED、太陽電池
光達距離約4Km

簡易なブイによる復旧



高さ
約2m

FRP製
LED、太陽電池
光達距離約4Km

できる限り早期に実施

※一部標識については、啓開作業に合わせて実施

仮復旧



鋼製
LED、太陽電池
光達距離約6~10Km

上半期内を目標に実施

本復旧

災害に強い航路標識

太陽電池
LED化



防波堤灯台以外は年度内に実施

※防波堤灯台は防波堤の復旧に応じ実施