

LE GRAND TREMBLEMENT DE TERRE, MARS 2011, JAPON Dégâts et mesures de réhabilitation pour les routes

Keiichi INOUE (1), Conseiller du Président de East Nippon Expressway Company Limited, Japon.
Vice-Président de l'Association mondiale de la Route et Shigeru KIKUKAWA (2),
Directeur général, Direction des Routes, Ministère des Transports, de l'Aménagement du Territoire
et du Tourisme, Premier délégué de l'Association mondiale de la Route pour le Japon



THE MARCH 2011 GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE Road damage and initiatives toward recovery

Keiichi INOUE (1), Adviser to the President of East Nippon Expressway Company Limited, Japan
Vice-President of the World Road Association, Shigeru KIKUKAWA (2),
Director General, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport
and Tourism, First Delegate of the World Road Association, Japan

Illustrations © East Nippon Expressway Company Limited

Illustrations © East Nippon Expressway Company Limited

Nous voudrions tout d'abord exprimer nos remerciements pour la sympathie exprimée et l'aide chaleureuse de nombreux pays après ce séisme survenu le 11 mars dans l'Est du Japon. De nombreuses personnes vivent encore dans les centres d'hébergement des zones dévastées et les efforts pour maîtriser les installations de la centrale de Fukushima se poursuivent. Les personnes impliquées dans le secteur routier ont fait tout leur possible en vue de la remise en état la plus prompte du réseau routier pour soutenir la vie quotidienne des sinistrés. Le présent article fait une présentation concise des dommages et du rétablissement de la situation.

LE SEISME

Le 11 mars 2011, vers 14h46, est survenu un violent séisme de magnitude 9.0, ayant son épicentre à 130 km au large de Sanriku et à 24 km de profondeur. C'est le plus grand tremblement de terre ayant frappé le Japon depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Il a été classé dans les séismes liés à la tectonique des plaques. Son intensité maximale a atteint 7, et des secousses d'une intensité de plus de 6 ont été observées dans une vaste zone allant du Tohoku au nord de la zone métropolitaine de Tokyo. Une large étendue de la zone côtière pacifique a été balayée par le tsunami qui a suivi. Dans les préfectures d'Iwate, Miyagi et Fukushima, la hauteur maximale de la vague a dépassé



20 m et elle a dépassé 7 m sur une vaste zone, provoquant la destruction totale de la bande côtière. Au 16 mai, le nombre de morts se chiffrait à 15 069 ; ce bilan total, si on inclut les disparus atteint 24 173 victimes. Les dégâts considérables sur les ponts franchissant les autoroutes et les routes nationales ont été provoqués davantage par le tsunami que par le séisme.

DEGÂTS SUBIS PAR LES ROUTES (Figure A, page suivante)

Dégâts aux autoroutes

Sur une large zone allant de la région du Tohoku à la zone métropolitaine de Tokyo, des dégâts empêchant la circulation, tels que fissures et différences de niveaux, ont été relevés sur un linéaire total de 854 km pour 15 itinéraires. Entre les échangeurs de Mito et Naka de l'autoroute Joban, des

First of all, we wish to express our deepest appreciation for your kind words of sympathy as well as for the warm support extended to the Japanese people devastated by the recent Great East Japan Earthquake that occurred on March 11th. Many people are still living in evacuation centers in disaster areas and the effort of settling down the Fukushima nuclear power plants is still occurring. People working in the area of road management have been making every possible effort to ensure prompt restoration of the road network. This paper offers a brief report of the damage caused by the earthquake and the situation regarding recovery.

OVERVIEW OF THE EARTHQUAKE

At 14:46 on March 11th 2011, an earthquake of magnitude 9.0 occurred, its epicenter was 130 km off the Sanriku coast and at a depth of 24 km. It is the largest earthquake to hit Japan in the post World War II period.

This earthquake has been classified as an inter-plate earthquake. A maximum earthquake intensity of 7 was recorded, and strong shaking of an intensity of 6 or higher was observed over a vast area from Tohoku to the northern part of the Tokyo Metropolitan area. In addition, areas on the Pacific coast were extensively hit by tsunamis. In Iwate, Miyagi and Fukushima Prefectures in particular, the height of the tsunami exceeded 20 meters at its highest point, and over wide areas those higher than 7 meters were observed, which caused catastrophic damage in the coastal areas. As of May 16th, the number of dead stands at 15,069; the total number including missing people is 24,173. The devastating damages to the bridges of expressways and national highways were not caused by the tremor but rather the tsunami that followed.

STATE OF DAMAGE TO THE ROADS (Figure A, next page)

Damage to Expressways

Damage posing an obstacle to traffic (road surface cracks and faultings etc.) over a wide area from the Tohoku region to the Tokyo Metropolitan area was confirmed on 15 routes covering

a total distance of 854 km. 150 m of the embankment of the Joban Express between Mito interchange and Naka interchange was also damaged with depression and corrugation of the road surface (Picture 1, left page). In other embankment sections there were also many cracks, subsidence and other damage (Picture 2, left page).

Meanwhile, bridges of expressways and national highways suffered damage to bearings and joints, however there was no severe damage such as the collapse of bridges. The seismic reinforcement work that was carried out following the 1995 Hanshin-Awaji Earthquake contributed to this.

With regard to damage caused by the tsunami, debris were carried onto interchanges, however, the embankments of the expressways were not damaged. Furthermore, the expressways acted as breakwaters when the tsunami arrived, contributing to a reduction of damage to areas inland of the expressways (Picture 3, next page). There were many cases of residents in the coastal areas who survived by evacuating on the raised embankment of an expressway (Picture 4, next page). The role of the

Photos 1 et 2 - Dégâts sur les bas côtés

Pictures 1 and 2 (left page) - Damage to road embankments

affaissements et des ondulations de la route sont apparus sur 150 m en remblai; de nombreux dégâts tels que fissures et tassements ont aussi été rapportés dans d'autres zones en remblai (Photos 1 et 2, page précédente). Les ponts ont souffert de désordres aux appareils d'appui et aux joints mais il n'y a pas eu d'effondrement. L'achèvement des travaux de renforcement antisismique entrepris suite au séisme Hanshin-Awaji de 1995 a sans doute contribué à ce résultat.

Le tsunami a provoqué des apports de matériaux à plusieurs échangeurs, mais il n'y a pas eu de dégâts aux remblais des autoroutes eux-mêmes (Photo 3). De plus, à l'arrivée du tsunami, l'autoroute a rempli le rôle de digue, ce qui a aussi minimisé les dégâts à la zone intérieure au-delà de l'autoroute (Photo 4, page de droite). Des habitants des zones côtières se sont également réfugiés sur les remblais d'autoroute, ce qui a permis la survie de beaucoup d'entre eux. Le rôle des remblais d'autoroutes agissant comme digue contre les tsunamis retient maintenant l'attention.

Dégâts subis par les routes nationales gérées par l'Etat

Les RN 45 et 6 de la côte pacifique ont été largement inondées, couvertes de débris divers, et ont subi de la fissuration, des glissements de talus et des affaissements. Les dégâts ont été considérables, surtout sur la RN 45 : les poutres de 5 ponts ont été emportées par le tsunami, ainsi que le remblai à l'arrière des culées de 3 ponts (Figure B, page suivante).

Dégâts subis par les routes préfectorales

Dans 8 préfectures des régions du Tohoku et du Kanto, les dégâts dus au tremblement de terre et à ses répliques ont été très importants. Un grand nombre de routes sont devenues impraticables ; au 13 avril ceci affectait 638 tronçons. Le tsunami a par ailleurs provoqué la destruction et emporté 12 ponts dans la zone côtière pacifique. Aujourd'hui, le nombre total des zones endommagées n'est pas encore bien connu, et leur nombre peut donc encore augmenter dans l'avenir.

Dégâts dans la zone métropolitaine de Tokyo

Des dégâts ont été rapportés même dans la zone métropolitaine éloignée de l'épicentre.



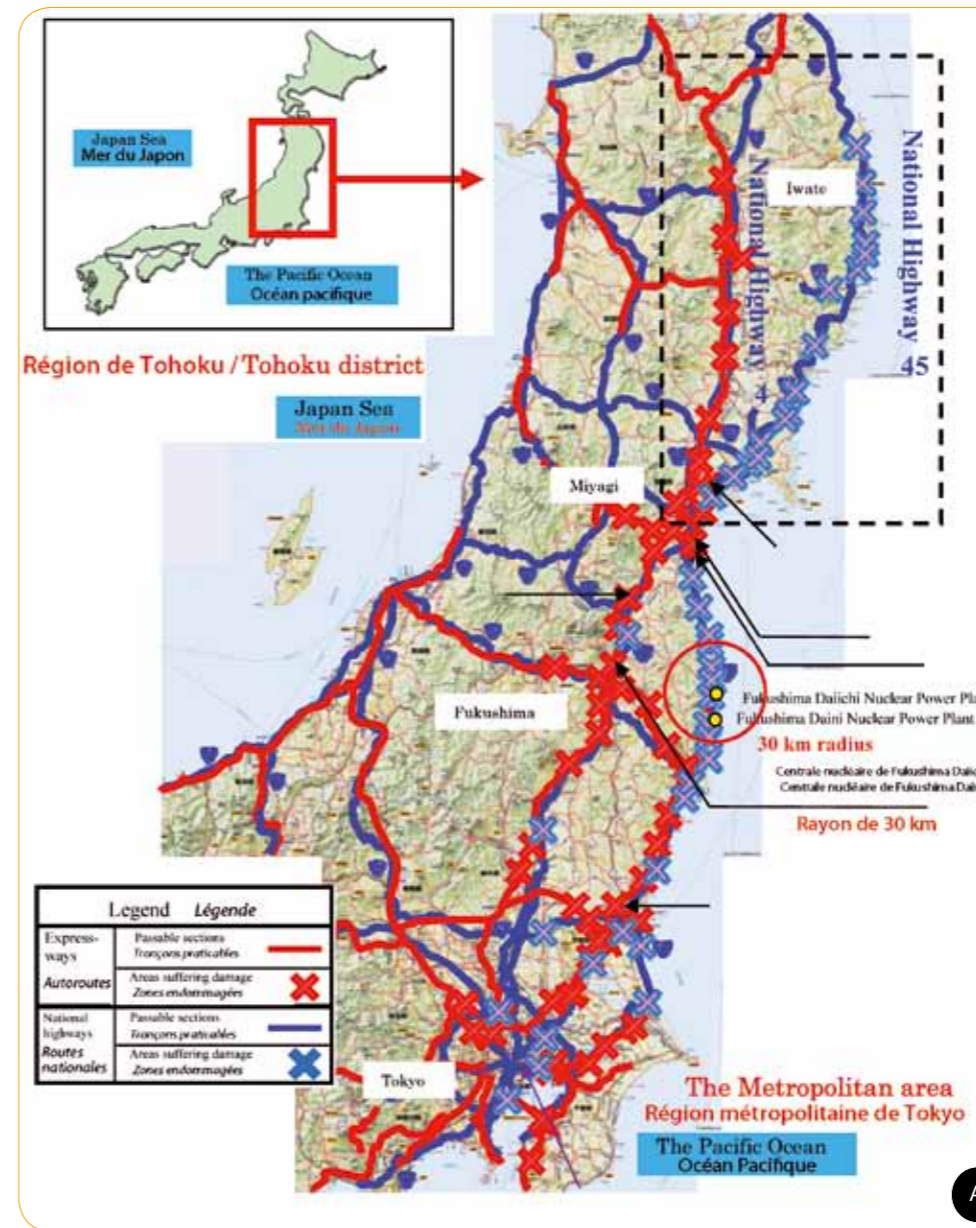
Outre les dommages subis par les ponts de l'autoroute de la Baie de Tokyo, des dégâts dus à la liquéfaction des zones poldérisées (remontées de sable, inclinaison des poteaux électriques, des regards, etc.) ont été rapportés, qui ont fait obstacle à la vie quotidienne des habitants (Photo 5, page suivante).

REMISES EN ETAT

Autoroutes

Immédiatement après le séisme, la circulation a été interrompue sur presque toutes les autoroutes pour permettre d'identifier les dégâts. Il est ainsi apparu que les autoroutes Joban et du Tohoku, etc. avaient subi des dégâts nombreux sur une large zone; une remise en état provisoire a toutefois été entreprise sans délai pour permettre le passage des véhicules de secours. Sur l'autoroute du Tohoku, la circulation a pu être ouverte aux véhicules de secours dès le lendemain du sinistre. Sur la section la plus endommagée de l'autoroute Joban (entre les échangeurs de Mito et Naka), les travaux d'urgence ont pu être terminés en six jours grâce aux efforts concertés pour mobiliser les moyens humains et matériels nécessaires, grâce au démarrage rapide des travaux et à la gestion stricte des travaux (Figure C, page suivante).

Les aires de repos ont aussi été utilisées efficacement en tant que bases relais.



embankment of expressways acting as a breakwater against tsunamis is now attracting attention.

State of Damage to Government-Controlled National Highways

National Highways 45 and 6 which run along the Pacific coast suffered damage such as submergence and debris over an extended area as well as road surface faulting, slope collapse and road depression. National Highway 45 especially suffered severe damage; bridge girders of five bridges were washed away by the tsunami, while the banking at the rear of the abutment of three bridges was also washed away. (Figure B, next page).

State of Damage to Prefecturally-Controlled Roads

Eight prefectures in the Tohoku and Kanto regions suffered earthquake damage including damage from aftershocks. An extremely large number of sections were made impassable; as of April 13th, the total number of impassable sections was 638. In addition, 12 bridges collapsed and were washed away by the tsunami along the Pacific coast. We still do not have a full grasp of all affected places at the present time, and numbers may increase further in the future.

Photo 3 - Les autoroutes ont joué le rôle de digue. Figure A (page de droite) - Dégâts sur les autoroutes et routes nationale gérées par l'Etat. Photo 4 (page de droite) - Des habitants se sont réfugiés sur le remblai surélevé de l'autoroute

Picture 3 (left page) - The action of expressways as breakwater. Figure A - State of damage to expressways and government-controlled national highways. Picture 4 - Residents evacuated on the raised embankment of an expressway.

Approche stratégique : Opération "Kushi-no-ha" (« dents de peigne »)

La côte pacifique du nord de la région du Tohoku, touchée par le tsunami est plate et étroite, et composée d'une ligne côtière très découpée. Les seuls itinéraires le long de la zone côtière sont l'autoroute Sanriku Jukan, partiellement en

service, et la RN 45. Cette dernière ayant été coupée par le tsunami, l'établissement d'itinéraires d'accès aux différentes collectivités locales de la côte ayant subi des dégâts a été requis d'urgence (figure B).



State of Damage in the Tokyo Metropolitan Area

Despite its distance from the epicenter of the earthquake, instances of damage have been reported in the Tokyo Metropolitan area. Damage to bridges located close to the coast around Tokyo Bay, and damage from liquefaction in areas of reclaimed land have been reported (sand boils, the tilting of utility poles, manholes and police boxes, etc.). The damage from liquefaction is exerting an adverse effect on the residents' daily lives. (Picture 5)

RECOVERY

Expressways

Immediately after the earthquake struck, practically all the expressways were closed to traffic in order to check the state of the damage. Damage was widespread on the Tohoku Expressway and the Joban Expressway, and temporary recovery work began immediately in order to secure a route for emergency vehicles. One day later, the Tohoku Expressway was opened for use by emergency vehicles. On the most severely damaged part of the Joban Expressway (between Mito and Naka interchange), emergency repairs were completed in 6 days through a concerted effort to procure and deploy the necessary personnel, materials and equipment, a prompt start to the work and strict control of the work process. (Figure C)

Effective use was made of the Service Areas as relay stations.

A Strategic Approach: Operation 'Kushi-no-ha' (Comb Teeth)

The Pacific coast area of northern Tohoku where the tsunami hit has a narrow coastal plain and a complex, indented coastline: the only routes along the coast are the Sanriku Jukan Expressway and the Joban Expressway which is partially open to traffic, and National Highway 45. There was an urgent need to secure alternative routes for relief and rescue to reach the local governments of the stricken coastal areas since National Highway 45 was cut off by the tsunami (figure B, left page).

It was considered that with limited materials, equipment and personnel a step-by-step approach to recovery would be effective in securing emergency transport routes over such a wide area and to such a large number of disaster-stricken areas. Thus it was decided to implement "Operation kushi-no-ha" in order to open up the



March 11th, 4 p.m.
Soon after the earthquake

11 mars 2011, 16h00,
peu après le séisme.

March 14th, 3 days after
Removing collapsed soil and
reconstructing embankment.

14 mars 2011, 3 jours après,
Les sols affectés sont dégagés et
les remblais reconstruits.

March 17th, 6 days after
Finished.

11 mars 2011, 6 jours après,
Travaux terminés.

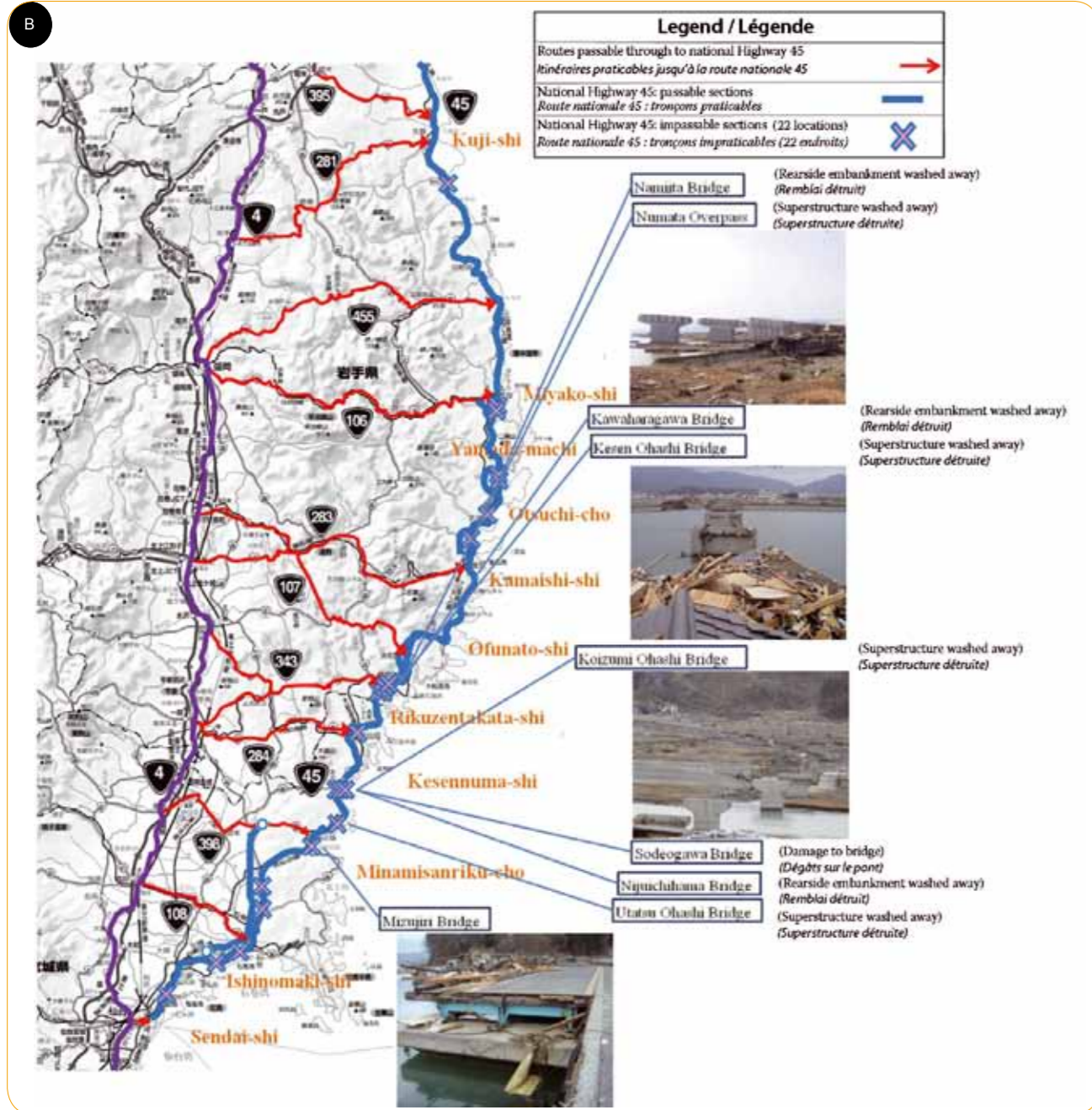


Figure B - Ponts endommagés sur la route nationale 24. Photo 5 (page de droite) - Dégâts dus à la liquéfaction du sol dans région métropolitaine de Tokyo. Figure C (page de droite) - Travaux de remise en état de l'autoroute Joban entre les échangeurs de Mito et Naka.

Figure B (left page) - Damaged bridges on National Highway 24. Picture 5 - Damage due to liquefaction in the Tokyo Metropolitan area. Figure C - Restoration of the Joban Expressway (between Mito and Naka interchange).

Vu le nombre de zones sinistrées réparties sur une vaste étendue, nous avons considéré qu'une opération graduelle de remise en état des itinéraires d'accès serait efficace étant donné la limite en équipements et personnel disponibles. Par conséquent, nous avons décidé de réaliser l'opération "Kushi-no-ha" (en français : dents de peigne) pour établir les itinéraires d'accès aux villes côtières de l'Océan Pacifique, une stratégie qui tire son nom de la forme d'un peigne.

Dans cette opération, la première priorité (Etape 1) a été donnée au rétablissement de l'autoroute du Tohoku et de la RN 4 (routes principales nord-sud) en tant qu'itinéraires d'accès d'urgence. Le rétablissement des routes nationales en direction est-ouest a suivi pour assurer la liaison entre la côte pacifique et l'axe nord-sud (Etape 2), et enfin est intervenu le rétablissement des routes le long de la côte pacifique (Etape 3).

L'étape 1 a été achevée le 12 mars, soit le lendemain du séisme. Quant aux routes nationales est-ouest de l'étape 2, 15 itinéraires d'accès d'urgence ont été rétablis et sont devenus praticables le 15 mars, 4 jours après le sinistre.

Quant à la reprise des fonctions des routes nationales le long de la côte pacifique (étape 3), les activités pour l'ouverture de la RN 45 ont été grosso modo achevées 7 jours après le sinistre, et la remise en état par mesure d'urgence de toutes les routes, itinéraires de déviation y compris, terminée un mois après.

La mise en place de ponts de secours en remplacement des 3 ponts sur la RN 45, dont le remblai arrière de la culée avait été emporté par le tsunami, a permis la remise en état rapide et la réouverture à la circulation de la route moins de 10 jours après le début des interventions (Photos 6 et 7).

En 2008, le Ministère des Transports, de l'Aménagement du Territoire et du Tourisme (MLIT) a également constitué une force d'intervention d'urgence en cas de sinistre (TEC-FORCE) pour apporter une assistance technique sur le terrain, évaluer l'échelle des dommages, prévenir l'apparition ou l'extension de dommages et aider les interventions d'urgence pour une remise en état rapide des zones sinistrées. Deux jours après le séisme du 11 mars, un nombre sans précédent de personnels



de cette TEC-FORCE a été déployé depuis tout le pays dans la région du Tohoku. Au pic de cette intervention, le 16 mars, 63 équipes, soit 255 personnes ont été mobilisées. Des lignes spéciales du MLIT (réseau de micro-communications), des véhicules de communication par satellite et des équipements de transmission ont été mis en place pour suppléer aux lignes ordinaires coupées, pour la collecte d'informations, ce qui a permis l'étude rapide des mesures à prendre pour la remise en état.

CONCLUSION

Le séisme de la côte pacifique de la région de Tohoku a causé des dégâts sur une large zone, nécessitant de pouvoir apporter un secours très rapidement aux nombreuses communautés de cette région étendue. Les efforts considérables déployés par les personnes impliquées dans la gestion du réseau routier a permis de rétablir très vite des itinéraires de transport sur les autoroutes et routes nationales. Ceci illustre le rôle critique joué par les routes pour apporter l'assistance aux populations sinistrées et pour la remise en état du Japon. #

Photo 6 ci-dessus et photo 7, page de droite - Installation d'un pont de secours



routes, a strategy which takes its name from the shape of a comb that has multiple parallel teeth.

"Operation Comb Teeth" put the highest priority on securing the functionality of the Tohoku Expressway and National Highway 4, the main roads running north-south through the interior, as an emergency transport route forming a vertical axial line (Step 1). Following that, the aim was to secure the functionality of the national highways running east-west, to link this vertical line to the Pacific coastal area (Step 2); and finally to secure the functionality of the national highways running parallel to the Pacific coast (Step 3).

Step 1 was completed on March 12th, the day following the earthquake. As for Step 2, 15 routes had become functional on March 15th, the fourth day after the earthquake.

With regard to Step 3, namely, the securing of the functionality of the national highways running along by the Pacific coast, after 7 days working on opening National Highway 45 to traffic was almost completed, and after a month urgent restoration work

Picture 6 (left page) and picture 7 (above) - Use of an emergency sectional bridge

Tourism's own telephone circuits (micro-communications channels), satellite communications vehicles, small satellite image transmission systems (Ku-SAT) etc., to gather information, making it possible to reach speedy decisions on recovery measures.

CONCLUSION

The Tohoku Region Pacific Coast Earthquake caused widespread destruction in the Tohoku region, prompting an urgent need to provide relief support to a large number of disaster-stricken communities over a very wide area. The enormous efforts made by those concerned with the management of the road network made it possible for transport routes to be established via the expressways and national highways very quickly. This illustrates the critical role that roads played in providing relief support to the disaster-stricken areas and the recovery of Japan. #

was completed along the whole route, including detours.

In addition, the erection of emergency sectional bridges, within 10 days of the start of work (Pictures 6, left page and picture 7, above), over the three bridges on National Highway 45 where the embankment behind the abutments had been washed away by the tsunami enabled the road to be made passable.

In 2008, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism set up the Technical Emergency Control Force (TEC-FORCE) to provide technical support on the ground to gain an understanding of the scale, to prevent the occurrence or spread of damage and to support emergency measures for the swift recovery of the stricken areas. Two days after the March 11th earthquake, members of TEC-FORCE were dispatched to the Tohoku region from all over the country in the largest deployment since its inception; at the peak of the deployment (March 16th) 63 teams, a total of 255 members, had been mobilized. Full use was made of communications equipment including the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and