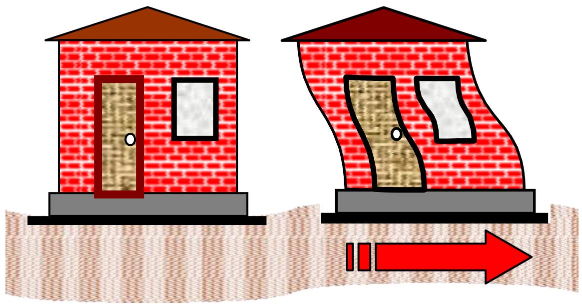
ଭୂକମ୍ପିୟ ଅଭିକଳ୍ପନା ଏବଂ ନିର୍ମାଣ ଶିକ୍ଷା

ଭୂକମ୍ପ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସମ୍ୟକ ସୂଚନା-5

ସଂରଚନା ଉପରେ ଭୂକମ୍ପୀୟ ପ୍ରଭାବ ଗୁଡିକ କ’ଣ?

ସଂରଚନାରେ ଜଡତ୍ୱ ବଳ (Inertia Forces in Structures)

ଭୂମିକମ୍ପ ଦ୍ୱାରା ଭୂମିର ପ୍ରକମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ଉପରେ ସଂସ୍ଥିତ ଭବନ ଏହାର ଆଧାରଠାରେ ଚଳନ ଅନୁଭବ କରିଥାଏ । ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଥମ ନିୟମ ଅନୁସାରେ, ଯଦିଓ ଭବନର ଆଧାର ଭୂମି ସହିତ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ, ଏହାର ଛାତଟିର ନିଜ ମୂଳ ଅବସ୍ଥାନରେ ରହିବାର ପ୍ରବୃତ୍ତି ଥାଏ । କିନ୍ତୁ, ଯେହେତୁ କାନ୍ଥ ଓ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଏହା ସହିତ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଥାନ୍ତି, ସେମାନେ ଛାତକୁ ସେମାନଙ୍କ ସହିତ ସହାକର୍ଷଣ କରିଥାନ୍ତି । ଏହା ବହୁପରିମାଣରେ ସେହି ପରିସ୍ଥିତି ଭଳି ଯେତେବେଳେ ତୁମେ ଛିଡା ହୋଇଥିବା ବସ ହଠାତ ଗତିଶୀଳ ହେବା ଆରମ୍ଭ କରେ ; ତୁମର ପାଦ ବସ ସହିତ ଚଳମାନ ହୋଇଥାଏ, କିନ୍ତୁ ତୁମ ଶରୀରର ଉପରିଭାଗରେ ପଛକୁ ରହିବାର ପ୍ରବୃତ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଯଦ୍ୱାରା ପଛକୁ ପଡିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ଥାଏ !! ଏହିପରି ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥିତିକୁ ବଜାୟ ରଖିବାର ପ୍ରବୃତ୍ତିକୁ ଜଡତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ଯେହେତୁ ଭବନମାନଙ୍କରେରେ କାନ୍ଥ ଓ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ନମନୀୟ ହୋଇଥାନ୍ତି, ଛାତର ଚଳନ ଭୂଚଳନ ଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର 1)।



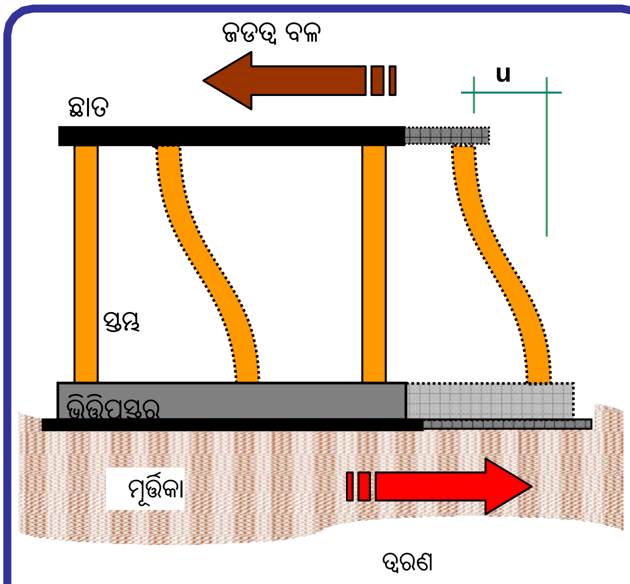
ଚିତ୍ର 1: ଆଧାରଠାରେ ପ୍ରକମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ଭବନରେ ଜଡତ୍ୱର ପ୍ରଭାବ

ଏକ ଭବନକୁ ବିଚାରକୁ ନିଆଯାଉ ଯାହାର ଛାତ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଉପରେ ଆଧାରିତ/ସାହାରାରେ ରହିଥାଏ (ଚିତ୍ର 2) । ପୁନଶ୍ଚ ବସ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ୱୀୟ ଯାତ୍ରା କରିବାର ସାଦୃଶ୍ୟତାକୁ ଫେରିଲେ; ଯେତେବେଳେ ବସ ହଠାତ ଗତିଶୀଳ ହୁଏ, ତୁମେ ପଛ ଆଡକୁ ଝୁଙ୍କି ପଡ, ସତେଯେପରି କେହିଜଣେ ଶରୀରର ଉପରି ଭାଗରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିଛି । ସେହିପରି, ଯେତେବେଳେ ଭୂମି ଚଳମାନ ହୁଏ, ଏପରିକି ଭବନ ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟ ପଛକୁ ଝୁଙ୍କି ପଡନ୍ତି ଏବଂ ଭବନର ଛାତ ମଧ୍ୟ ଏକ ବଳ ଅନୁଭବ କରିଥାଏ, ଯାହାକୁ ଜଡତ୍ୱ ବଳ କୁହାଯାଏ । ଯଦି ଛାତର ବସ୍ତୁତ୍ୱ M ହୁଏ ଏବଂ ଏହା a ପରିମାଣର ତ୍ୱରଣ ଅନୁଭବ କରେ, ତେବେ ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ, ଜଡତ୍ୱ ବଳ F_I ବସ୍ତୁତ୍ୱ M ଓ ତ୍ୱରଣ a ର ଗୁଣଫଳ ଅଟେ ଏବଂ ଏହାର ଦିଗ ତ୍ୱରଣର ଦିଗର ବିପରୀତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ, ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅର୍ଥ ଉଚ୍ଚତର ଜଡତ୍ୱ ବଳ । ସେହିହେତୁରୁ, ହାଲୁକା/ଲଘୁତର ଭବନ ଗୁଡିକ ଭୂମିକମ୍ପଜନିତ ପ୍ରକମ୍ପନକୁ ଅଧିକ ଭଲ ଭାବରେ ସହ୍ୟ କରି ପାରନ୍ତି ।

ସଂରଚନାରେ ବିରୂପଣତାର ପ୍ରଭାବ

ଛାତ ଦ୍ୱାରା ଅନୁଭୂତ ହେଉଥିବା ଜଡତ୍ୱ ବଳ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ମାଧ୍ୟମରେ ଭୂମିକୁ ପ୍ରତ୍ୟର୍ପିତ ହୋଇଥାଏ, ଯଦ୍ୱାରା ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକରେ ବଳ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଏହି ବଳକୁ ଅନ୍ୟ ଉପାୟରେ ମଧ୍ୟ ବୁଝାଯାଇ ପାରିବ ।

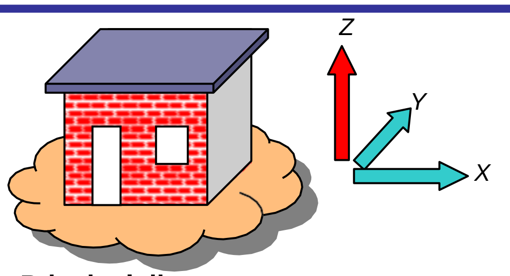
ଭୂମିକମ୍ପଜନିତ ପ୍ରକମ୍ପନ ସମୟରେ, ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ଚଳନ ଘଟିଥାଏ । ଚିତ୍ର 2 ରେ, ଏହି ଚଳନକୁ ଛାତ ଓ ଭୂମି ମଧ୍ୟରେ ପରିମାପକ ରାଶି **u** ଭାବରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । କିନ୍ତୁ ଅବାଧ/ସ୍ୱାଧୀନ ବିକଳ୍ପ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ସେମାନଙ୍କର ସିଧା ଭୁଲମ୍ବିତ ସ୍ଥିତିକୁ ଫେରି ଆସିବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତ ହେବେ, ଅତଏବ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ବିରୂପିତ ହେବାକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରିଥାନ୍ତି । ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ସିଧା ଭୁଲମ୍ବିତ ସ୍ଥିତିରେ ଥିଲାବେଳେ, ସେମାନେ କୌଣସି ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭୂକମ୍ପୀୟ ବଳ ବହନ କରନ୍ତି ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ଯେତେବେଳେ ବକ୍ରୀତ ହେବା ପାଇଁ ବାଧ୍ୟ ହୁଅନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ତର୍ମୁଖୀ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ସ୍ତମ୍ଭର ଶୀର୍ଷ ଓ ପାଦ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ବିସ୍ଥାପନ *u* ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ଅନ୍ତର୍ମୁଖୀ ବଳ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ପୁନଶ୍ଚ, ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଯେତେ ଦୃଢ ହେବେ (ତଥା ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକର ଆକାର ଯେତେ ବଡ ହେବ), ଏହି ବଳ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ଏହି କାରଣ ଯୋଗୁଁ, ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକରେ ଏହି ଅନ୍ତର୍ମୁଖୀ ବଳକୁ ଦୃଢତା ବଳ କୁହାଯାଏ । ବାସ୍ତବରେ, କୌଣସି ଏକ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଦୃଢତା ବଳ ସ୍ତମ୍ଭର ଦୃଢତା ଓ ଏହାର ଉଭୟ ପ୍ରାନ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ବିସ୍ଥାପନର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନ ।



ଚିତ୍ର 2: ଭବନ ମଧ୍ୟରେ ଜଡତ୍ୱ ବଳ ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଚଳନ

ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଓ ଭୁଲମ୍ବିତ ପ୍ରକମ୍ପନ

ଭୂମିକମ୍ପ ସମସ୍ତ ତିନି ଦିଗରେ ଭୂମିର ପ୍ରକମ୍ପନ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିଥାଏ – ଦୁଇ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଦିଗରେ (ଯଥା, X ଓ Y) ଏବଂ ଭୁଲମ୍ବିତ ଦିଗରେ (ଯଥା, Z) (ଚିତ୍ର 3) । ପୁନଶ୍ଚ ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ, ଭୂମି ଇତସ୍ତତଃ ଭାବରେ ଆଗ ପଛ(- ଏବଂ +) ହୋଇ ଏହି X, Y ଓ Z ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ଦିଗରେ ପ୍ରକମ୍ପିତ ହୋଇଥାଏ । ସମସ୍ତ ସଂରଚନା ଗୁଡିକ ପ୍ରାଥମିକ ଭାବେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଭାର ବହନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଅଭିକଳ୍ପିତ ହୋଇଥାନ୍ତି, ତଥା, ସେମାନେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ M (ଏଥିରେ ନିଜ ଓଜନ ଏବଂ ଆରୋପିତ ଭାର ଜନିତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ଅଟେ) ଏବଂ ଭୁଲମ୍ବିତ ଭାବେ ନିମ୍ନ ଦିଗକୁ (-Z) ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ g ର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନ ପରିମାଣର ବଳ ପାଇଁ ଅଭିକଳ୍ପିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହି ନିମ୍ନମୁଖୀ ବଳ *Mg* କୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଭାର କୁହାଯାଏ । ଭୂମିର ପ୍ରକମ୍ପନ ସମୟରେ, ଭୁଲମ୍ବିତ ତ୍ୱରଣ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ସହିତ ଯୋଗ କିମ୍ବା ବିୟୋଗ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ସଂରଚନା ଗୁଡିକର ଅଭିକଳ୍ପନାରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଭାରକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରିବା ପାଇଁ ସୁରକ୍ଷାତ୍ମକ-ଗୁଣନିୟକ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ, ତେଣୁ ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବରେ ଅଧିକାଂଶ ସଂରଚନା ଭୁଲମ୍ବିତ ଦିଗରେ ପ୍ରକମ୍ପନକୁ ସହ୍ୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

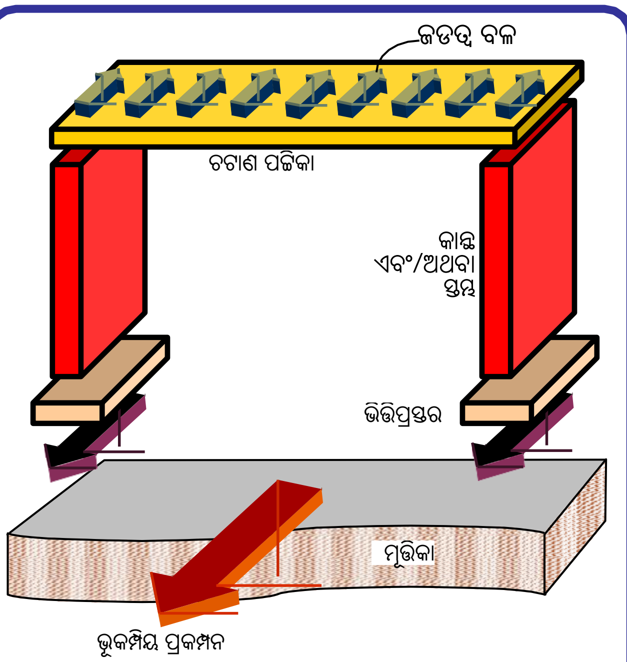


3: Principal direct

ଅପରନ୍ତୁ, X ତଥା Y ଦିଗରେ (ପ୍ରତ୍ୟେକର ଉଭୟ + ଏବଂ – ଦିଗରେ) ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ପ୍ରକମ୍ପନ ଚିନ୍ତାର ବିଷୟ ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣ ଭାବରେ, ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଭାର ପାଇଁ ଅଭିକଳ୍ପିତ ହୋଇଥିବା ସଂରଚନା ଗୁଡିକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ପ୍ରକମ୍ପନର ପ୍ରଭାବକୁ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ପ୍ରତିହତ/ସହ୍ୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ/ସକ୍ଷମ ହୋଇ ନ ପାରନ୍ତି । ସେଥିଯୋଗୁ, ଭୂସାମନ୍ତରାଳ ଭୂକମ୍ପଜନିତ ପ୍ରଭାବ ବିପକ୍ଷରେ ସଂରଚନାଗୁଡିକର ପ୍ରର୍ଯ୍ୟାପ୍ତତା ସୁନିଶ୍ଚିତ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ।

ଜଡତ୍ୱ ବଳର ଭିତ୍ତିପ୍ରସ୍ତର/ମୂଳଦୁଆକୁ ପ୍ରବାହ

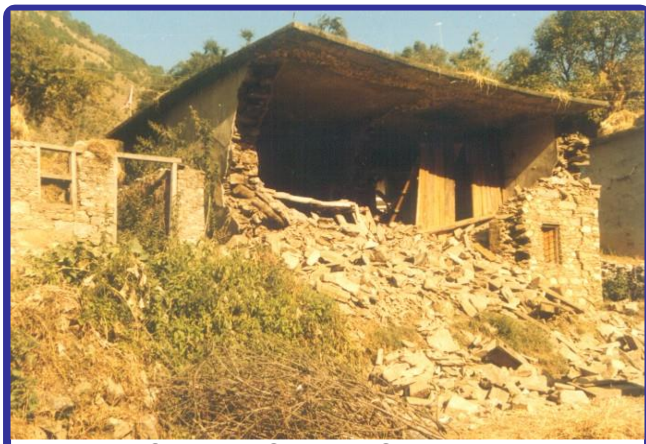
ଭୂମିର ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ପ୍ରକମ୍ପନ ପ୍ରଭାବରେ, ସଂରଚନାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପତନରେ (ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବରେ ଚଟାଣ ପତନରେ ଅବସ୍ଥିତ) ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଜଡତ୍ୱ ବଳର ଉତ୍ପତ୍ତି ହୋଇଥାଏ । ଏହିସବୁ ପାର୍ଶ୍ୱିକ ଜଡତ୍ୱ ବଳଗୁଡିକ ଚଟାଣ ପଟ୍ଟିକା ମାଧ୍ୟମରେ କାନ୍ଥ କିମ୍ବା ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକୁ, ଭିତ୍ତି ପ୍ରସ୍ତରକୁ ଏବଂ ପରିଶେଷରେ ନିମ୍ନସ୍ଥ ମୃତ୍ତିକା ପ୍ରଣାଳୀକୁ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର 4) । ତେଣୁ ଏହିସବୁ ସଂରଚନା ଗୁଡିକର ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ମୌଳିକ ଅବୟବ (ଚଟାଣ ପଟ୍ଟିକା, କାନ୍ଥ, ସ୍ତମ୍ଭ ଓ ମୂଳଦୁଆ ଗୁଡିକ) ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୋଜନା ଗୁଡିକ ଏହି ଜଡତ୍ୱ ବଳ ଗୁଡିକୁ ସେମାନଙ୍କ ମାଧ୍ୟମରେ ସୁରକ୍ଷିତ ଭାବରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରିବା ପାଇଁ ଅଭିକଳ୍ପିତ ହେବା ଜରୁରୀ ।



ଚିତ୍ର **4:** ସମସ୍ତ ସଂରଚନାତ୍ମକ ଅଙ୍ଗଗୁଡିକ ମଧ୍ୟରେ ଭୂକମ୍ପିୟ ଜଡତ୍ୱ ବଳର ପ୍ରବାହ

ଜଡତ୍ୱ ବଳ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ/ପ୍ରତ୍ୟର୍ପଣ କରିବାରେ କାନ୍ଥ ବା ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ମୌଳିକ ଅବୟବ ଅଟନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ପାରମ୍ପରିକ ନିର୍ମାଣରେ, ଅଭିକଳ୍ପନା ଓ ନିର୍ମାଣ ସମୟରେ କାନ୍ଥ ଓ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ଅପେକ୍ଷା ଚଟାଣ ପଟ୍ଟିକା ଏବଂ କଡ଼ି

ଗୁଡିକ ଅଧିକ ଯତ୍ନ ଓ ଧ୍ୟାନ ଆକର୍ଷଣ କରିଥାନ୍ତି । କାନ୍ଥ ଗୁଡିକ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଭାବେ ପତଳା ଏବଂ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଚେନାଇ ପରି ଭଙ୍ଗୁର ପଦାର୍ଥରେ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ସେଗୁଡିକ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭୂକମ୍ପଜନିତ ଜଡତ୍ୱ ବଳକୁ ସେମାନଙ୍କର ମୋଟେଇ ଦିଗରେ ବହନ କରିବାରେ ଦୁର୍ବଳ ଅଟନ୍ତି । ଅତୀତରେ, ଅନେକ ଭୂକମ୍ପରେ ଚେନାଇ କାନ୍ଥର ବିଫଳତା ପରିଦୃଷ୍ଟ ହୋଇଅଛି (ଉ. ସ୍ୱ. ଚିତ୍ର 5କ) । ସେହିପରି, ଅସ୍ୱସ୍ଥ/ନିମ୍ନମାନର/ଦୁର୍ବଳ/ଅପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ଭାବରେ ଅଭିକଳ୍ପିତ ଓ ନିର୍ମିତ ସବଳୀକୃତ/ପ୍ରବଳିତ କଂକ୍ରିଟ ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକ ବିପର୍ଯ୍ୟୟାତ୍ମକ ହୋଇପାରନ୍ତି । 2001 ମସିହା ଭୂଜ (ଭାରତ) ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ଭୂସଂଲଗ୍ନ ମହଲାର ସ୍ତମ୍ଭ ଗୁଡିକର ବିଫଳତା ସଂଖ୍ୟାଧିକ ଭବନ ଗୁଡିକର ଭୂପତିତ ହେବାର ପରିଣାମ/କାରଣ ହୋଇଥିଲା (ଚିତ୍ର 5ଖ) ।



(କ)1991 ମସିହା ଉତ୍ତରକାଶି(ଭାରତ) ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ପଥର ଚେନାଇ କାନ୍ଥର ଆଂଶିକ ଭୂପତନ

(ଖ) *2001* ଭୂଜ (ଭାରତ) ଭୂମିକମ୍ପ ସମୟରେ ପ୍ରବଳିତ କଂକ୍ରିଟ ସ୍ତମ୍ଭ (ଏବଂ ଭବନର) ଭୂପତନ

ଚିତ୍ର **5:** ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଭୂକମ୍ପୀୟ ବଳ ପାଇଁ କାନ୍ଥ ଓ ସ୍ତମ୍ଭଗୁଡିକର ଅଭିକଳ୍ପନାର ମହତ୍ୱ

ପଠନୀୟ ରଚନାବଳୀ

Chopra,A.K., (1980), *Dynamics of Structures - A Primer*, EERI Monograph, Earthquake Engineering Research Institute, USA

ଅନୁବାଦକ – ଡା: ମନୋରଞ୍ଜନ ସାମଲ

ସମୀକ୍ଷକ – ଡା: ମାୟାଧର ସ୍ୱାଇଁ